ISSN: 2775-5126
https://ejurnal.itats.ac.id/snestik

Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

"Menuju Indonesia Emas 2045 Melalui Transformasi Digital, Energi Berkelanjutan Dan Ekonomi Kreatif"

Surabaya, 26 April 2025



Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

SNESTIK Ke-V

Menuju Indonesia Emas 2045 Melalui Transformasi Digital, Energi Berkelanjutan Dan Ekonomi Kreatif

Surabaya, 26 April 2025

ISSN: 2775-5126

FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI

INSTITUT TEKNOLOGI ADHI TAMA SURABAYA

Jl. ARief Rachman Hakim 100, Surabaya 60117

Telp: 031594043, Fax: 0315997244

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik

PROFIL PENYELENGARA

Nama Penyelengara:

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (FTETI)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)

Alamat Redaksi:

Gedung A, Lantai 1, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)
Jl. Arief Rachman Hakim 100, Surabaya 60117
Telp: 031594043, Fax: 0315997244
Email: snestik@itats.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada:

Dr. Ir. Hari Agus Sujono, M.Sc.
Dekan Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Dr. Ir. Indra Komara, ST, MT
Wakil Rektor II & Ka. LPPM
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Dr. Mat Syai'in, S.T., M.T., Ph.D.
Rektor
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Yayasan Pendidikan Teknik Surabaya (YPTS)

Prof. Daniel Oranova Siahaan, S.Kom., M.Sc., PD.Eng.
Guru Besar Teknik Informatika ITS
Surabaya, Indonesia

Eddyanto Wiratama, S.T.
Pimpinan PT. Solusi Rekatama Persada

Wisnu Manupraba, S.T., MBA.
PT. Javan Cipta Solusi

SUSUNAN PANITIA PELAKSANA

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK INFORMATIKA (SNESTIK Ke-V) TAHUN 2025

No.	Jabatan	Nama	NIP
1	Penanggung jawab	Dr. Ir. Hari Agus Sujono, M.Sc.	981092
2	Ketua Pelaksana	Dr. Rahmi Rizkiana Putri, S.ST.,M.Kom.	412111170110
3	Sekretaris I	Citra Nurina P., S.S.T., M.Tr.Kom.	410212190142
	Sekretaris II	Ilmiatul Masfufiah, S.Si., M.Sc.	410204180112
4	Bendahara I	Zuli Maulidati, S,T., M.Sc.	412907240154
	Bendahara II	Trisna Wati., S.Pd., M.T.	412105180114
5	**Sie Humas & Publikasi:**		
	Koordinator	Adib Pakar Budi, S. Kom., M. Kom	411802190128
	Anggota	Ruli Utami, S.Kom., M.Kom.	410809110039
6	**Sie Acara & Sebidang**		
	Koordinator	1. Anwar Sodik, S.Kom., M.T.	412105180115
		2. Isa Albanna S.Si., M.Si.	410708140061
		3. Gusti Eka Yuliastuti, S.Kom., M.Kom.	411807190137
		4. Anwar Sodik, S.Kom., M.T.	412105180115
7	**Sie Makalah & Proceding:**		
	Koordinator	1. Wahyu Setyo Pambudi, S.T., M.T.	412109150085
	Anggota	2. Enggar Alfianto, S.Si., M.Si	410503150068
		3. Syahri Muharom, S.ST., M.T.	417111140064
		4. Yuliyanto Agung Prabowo, S,T.,M.T.	412808170102
		5. Danang Haryo Sulaksono, S.ST., MT	410104150069
8	**Sie Konsumsi:**		
	Koordinator	Sulistyowati, S.T., M.Kom.	411112000026
		Pratama Sandi Alala, S.Pd., M.T.	412111190141
9	**Sie Perlengkapan:**		
	Koordinator	Hendro Nugroho, S.T.,M.Kom	412111150090
	Anggota	1. Shah Khadafi, S.Kom., M.Kom	412410110042
		2. Resa Uttungga, S.Kom., M.Kom	412112200150

SUSUNAN REVIEWER INTERNAL DAN EKSTERNAL

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK INFORMATIKA (SNESTIK Ke-V) TAHUN 2025

Reviewer Internal (ITATS):

Dr. Ir. Hari Agus Sujono, M.Sc	(Prodi Teknik Elektro)
Dr. Riny Sulistyowati, S.T, M.T	(Prodi Teknik Elektro)
Titiek Suheta, S.T., M.T.	(Prodi Teknik Elektro)
Riza Agung Firmansyah, S.ST., M.T.	(Prodi Teknik Elektro)
Nasyith Hananur Rohiem, S.ST., M.T.	(Prodi Teknik Elektro)
Novian Patria Uman Putra, ST., MT.	(Prodi Teknik Elektro)
Dr. Dian Puspita Hapsari, S.Kom, M.Kom	(Prodi Teknik Informatika)
Dr. Tutuk Indriyani, S.T, M.Kom	(Prodi Teknik Informatika)
Dr. Rinci Kembang Hapsari, S.Si, M.Kom	(Prodi Teknik Informatika)
Andy Rachman, S.T, M.Kom	(Prodi Teknik Informatika)
Budanis Dwi Meilani, S.T, M.Kom	(Prodi Sistem Informasi)
Rachman Arief, S.Kom.,M.Kom.	(Prodi Sistem Informasi)
Shah Khadafi, S.Kom.,M.Kom.	(Prodi Sistem Informasi)

Reviewer Eksternal:

Dr. Susana Limanto, S.T., M.Si.	Universitas Surabaya
Dr. Ir. Henning Titi Ciptaningtyas, S.Kom, M.Kom	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Dr. Lia Farokhah, S.Kom., M.Eng	Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang
Dr. Anjar Wanto, S.Kom., M.Kom	STIKOM Tunas Bangsa
Ajeng Savitri Puspaningrum, M.Kom	Universitas Teknokrat Indonesia
Dr. Ferra Arik Tridalestari, S.T., M.T.	Universitas PGRI Yogyakarta
Rianto, S.Kom., M.T.	Universitas PGRI Yogyakarta
Setia Wardani, M.Kom.	Universitas PGRI Yogyakarta
Dr. Rimuljo Hendradi, S.Si., M.Si.	Universitas Airlangga
Amalia Anjani Arifiyanti, S.Kom., M.Kom.	Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Harmini, S.T., M.Eng	Universitas Semarang
Santoso, S.T., M.T	Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Andi Nur Putri, S.Pd., M.T.	Universitas Patria Artha
Dr. Asepta Surya Wardhana, S.T., M.T.	Politeknik Energi dan Mineral Akamigas
Dr. Ir. Jamaaluddin, M.M.	Universitas Muhammadiyah Sidoarjo



ALAMAT TAUTAN PROSIDING
(ARTIKEL DAN KELENGKAPAN)

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik/issue/archive



SAMBUTAN KETUA

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, SISTEM INFORMASI, DAN TEKNIK INFORMATIKA (SNESTIK KE-IV)

Segala puji syukur senantiasa kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan berkah-Nya kepada kita semua sehingga hari ini kita dapat bertemu secara daring dalam acara SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK INFORMATIKA (SNESTIK) KE-V.

Kami mengucapkan selamat datang kepada para peserta seminar, dimana nanti kita memiliki kesempatan untuk saling berbagi informasi mengenai hasil-hasil penelitian sesuai dengan bidang studi masing-masing dalam rangka meningkatkan kemampuan di bidang penelitian tersebut. Melalui kegiatan seminar ini diharapkan dapat menciptakan inovasi serta memenuhi tuntutan perkembangan ilmu pengetahuan, sains dan teknologi khususnya di era revolusi industri 4.0. Pada SNESTIK ke-V ini, tema yang kami angkat adalah "Menuju Indonesia Emas 2045 Melalui Transformasi Digital, Energi Berkelanjutan Dan Ekonomi Kreatif". Berkaitan dengan tema tersebut, kami menghadirkan beberapa narasumber yang ahli di bidangnya masing-masing sebagai pembicara utama. Terima kasih atas partisipasinya:

1. Prof. Daniel Oranova Siahaan, S.Kom., M.Sc., PD.Eng (Guru Besar Teknik Informatika ITS, Surabaya, Indonesia).
2. Eddyanto Wiratama, S.T (Pimpinan PT. Solusi Rekatama Persada)
3. Wisnu Manupraba, S.T., MBA (PT. Javan Cipta Solusi)

Kegiatan seminar ini dapat terselenggara berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, ijinkan kami mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Pendidikan Teknik Surabaya Bapak H. Rudy Setia Wibisono, S.H., Bapak Ir. H. Abdul Zikri, M.M dan Bapak Drs. Puspo Sasongko, BE, MBA. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada: Dekan Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (FTETI) Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Kepala LPPM ITATS, Rektor ITATS, para narasumber, panitia dan peserta sekalian yang telah berpartisipasi.

Kegiatan SNESTIK merupakan konferensi tingkat nasional yang diselenggarakan oleh FTETI Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. SNESTIK direncanakan sebagai agenda tahunan FTETI yang diselenggarakan untuk ilmuwan, peneliti serta mahasiswa dengan spesialisasi Teknik Elektro, Sistem Informasi dan Teknik Informatika serta pengembangan bidang terkait. Pada seminar kali ini, artikel yang sudah masuk kurang lebih sejumlah 102 artikel yang

berasal dari institusi yg tersebar beberapa wilayah di Indonesia. Artikel yang telah masuk ke SNESTIK akan dipublikasikan sebagai prosiding melalui website SNESTIK, sedangkan artikel terpilih akan dipublikasikan pada Jurnal SINTA Kernel, Integer dan JTM.

Kami menyadari bahwa penyelenggaraan seminar ini masih jauh dari kata sempurna, baik dalam penyajian acara, pelayanan administrasi maupun keterbatasan fasilitas. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati kami sampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan tersebut. Akhir kata, semoga peserta seminar mendapatkan manfaat yang besar dari kegiatan ini sehingga mampu mewujudkan atmosfer penelitian yang baik dan budaya riset yang kokoh, berkelanjutan serta berkualitas sesuai dengan perkembangan ilmu.

Surabaya, 26 April 2025

Ketua Panitia SNESTIK V ITATS

Dr. Rahmi Rizkiana Putri, S.ST.,M.Kom.

> *"Suara menggema memekikkan Kampus Merdeka*
> *Riset membudaya, tanda pendidikan tinggi jaya*
> *SNESTIK ada, untuk tanah air Indonesia"*

> *"Jalan-jalan ke kota padang, sampai waktu pukul delapan,*
> *Terima kasih sudah datang, sampai bertemu di acara tahun depan"*

DAFTAR AFILIASI

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, SISTEM INFORMASI, DAN TEKNIK INFORMATIKA (SNESTIK Ke-V)

Daftar afiliasi penulis artikel yang dimuat dalam prosiding SNESTIK 2025:
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya https://itats.ac.id/
Universitas Jember https://unej.ac.id/
Universitas Mitra Indonesia Bandar Lampung https://www.umitra.ac.id/
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur https://upnjatim.ac.id/
Universitas Putra Bangsa https://universitasputrabangsa.ac.id/
Politeknik Energi dan Mineral Akamigas https://akamigas.ac.id/
Politeknik Negeri Malang https://www.polinema.ac.id/
Universitas Airlangga https://unair.ac.id/
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya https://www.untag-sby.ac.id/
Institut Teknologi Bandung https://itb.ac.id/sekolah-teknik-elektro-dan-informatika
Universitas Bumigora https://universitasbumigora.ac.id/public/
Universitas PGRI Yogyakarta https://upy.ac.id/
Badan Riset dan Inovasi Nasional https://brin.go.id/
Universitas Islam Indonesia https://www.uii.ac.id/
Universitas Trilogi https://trilogi.ac.id/stekpi/
Universitas Negeri Gorontalo https://ung.ac.id/
Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun https://ppi.ac.id/
IBI Darmajaya Bandar Lampung https://www.darmajaya.ac.id/
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya https://ppns.ac.id/
Universitas Maarif Hasyim Latif https://www.umaha.ac.id/
Universitas Kristen Petra https://petra.ac.id/
Universitas Sanata Dharma https://www.usd.ac.id/
Universitas Sebelas Maret https://uns.ac.id/id/
UIN Raden Fatah Palembang https://radenfatah.ac.id/
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo https://umsida.ac.id/

DAFTAR ARTIKEL

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, SISTEM INFORMASI, DAN TEKNIK INFORMATIKA (SNESTIK Ke-V)

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
1	6864	**Implementasi Metode Naive Bayes untuk Kelayakan Pemberian Kredit Mobil** Putra Hadi Hermawan, Budanis Dwi Meilani	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	1-8
2	6874	**Klasifikasi Bangunan secara Otomatis Menggunakan Pembelajaran Mendalam dari Gambar Street-View Section Articles** Ryan Gading Abdullah, M. Mahameru A., Anggita Eka Rewina, Muhammad Andhika Kurniawan, Dian Puspita Hapsari	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	9-16
3	6883	**Sistem Manajemen Energi Listrik dan Otomatisasi pada Kolam Ikan** Wahyu Setyo Pambudi, Januar Adiyansyah Ath thuur, Devi Amalia, Misbahul Munir	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	17-24
4	6887	**Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Atambua Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis)**	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	25-32

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Titiek Suheta, Novendra Rivaldo Bere, Celestino Soares, Aji Indra Pratama		
5	6890	**Applikasi fingerprint dan penggajian di TPQ Al-ikhlas dengan metode rapid application development** Alfa Berlio Muda, Rahmi Rizkiana Putri	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	33-38
6	6901	**Pengenalan Sinyal Otak Berbasis Machine Learning untuk Aktivasi Lampu Sen Otomatis pada Kendaraan Bermotor (Kasus Ibu-Ibu di Indonesia)** M Budi Hartanto, Iin Marliana, Arie Setya Putra, Fadhilah Dirayati, Rosyana Fitria Purnomo.	Universitas Mitra Indonesia Bandar Lampung	39-50
7	6903	**Implementasi Algoritma FP-GROWTH untuk Menentukan Pola Pengadaan Obat** Azzah Dian Rachma Anisa, Budanis Dwi Meilani	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	51-58
8	6998	**Rancang Bangun Aplikasi Untuk Penyedia Kursus Mengemudi Berbasis Web Dengan Incremental Model** Yodanis Erlandi Sutantio, Rachman Arief	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	59-66

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
9	7043	**Penerapan Metode MAUT untuk Pemilihan Karyawan Hotel Terbaik** Indra Wahyu Chrisstyadi, Budanis Dwi Meilani, Zuli Maulidati	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	67-74
10	7046	**Pengaruh Penggunaan Emoji Pada Tingkat Akurasi Sentimen Di Twitter Menggunakan Metode Support Vector Machine** Tio Dharmawan, Virli Galuh Kinanti, Achmad Maududie	Universitas Jember	75-82
11	7055	**Optimasi Model Rekomendasi Topik Skripsi berdasarkan Performa Akademik Mahasiswa menggunakan SMOTE** Nelly Oktavia Adiwijaya, Muhammad Farhan Al Abror, Tio Dharmawan, Muhamad Arief Hidayat	Universitas Jember	83-90
12	7059	**Rancang Bangun Aplikasi Konseling Online Menggunakan Metode Prototype pada SMAN 1 Kraksaan** Hanif Prasetyo, Nanang Fakhrur Rozi, Rahmi Rizkiana Putri	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	91-96
13	7066	**Prediksi Penjualan Kopi Bubuk Menggunakan Extreme Learning Machine**	Universitas Jember	97-104

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		(Studi Kasus: Kafe Tjap Daoen Bondowoso) Muhammad Ariful Furqon, Anis Madani,Yanuar Nurdiansyah, Gama Wisnu Fajariyanto		
14	7644	**Penerapan Algoritma Agglomerative Hierarchical Untuk Clustering Peringkat Prioritas Penerima Bantuan Rumah** Katrina Yuliana Kartika, J.B. Budi Darmawan	Universitas Sanata Dharma	105-112
15	7622	**Klasifikasi Cuaca Kota Bandung dengan Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors** Sivana Amelia Irmayanti, Adhitya Arie Mahatma, Danu Septi Adi, Rega Wahyu Aji, Rinci Kembang Hapsari, M Ravi Ubaidillah	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	113-118
16	7645	**Pemodelan Regresi Robust Metode Estimasi Generalized Maximum Likelihood pada Negara Low Human Development** Nuha Nurfauziyyah, Yuliana Susanti, Isnandar Slamet	Universitas Sebelas Maret	119-126
17	7646	**Analisis Regresi Robust Menggunakan Estimasi Method of Moment (MM) pada Angka Kematian Balita di Provinsi Sumatera Utara**	Universitas Sebelas Maret	127-134

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Azkiya Triyazulfa, Yuliana Susanti, Sri Subanti		
18	7647	**Penerapan Transfer Learning pada Arsitektur DenseNet121 dan ResNet50 untuk Deteksi Penyakit Kulit Berbasis Citra dengan Explainable AI** Dionisius Indra Raditya, Isnandar Slamet, Yuliana Susanti	Universitas Sebelas Maret	135-142
19	7648	**Pengembangan Sistem Penyaringan Air Otomatis Berbasis Internet of Things** Jason Hartono, Handy Wicaksono	Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra	143-150
20	7655	**Pemodelan Proses Pengoprasian Sistem Building Automation System (BAS) di Bandara SMB II Palembang Menggunakan Business Process Modelling Notation (BPMN)** Pandu Satria, Gusmelia Testiana	UIN Raden Fatah Palembang	151-158
21	7659	**Perancangan User Interface/Experience Aplikasi Penyewaan Motor Listrik Online XYZ Menggunakan Metode Kansei Engineering**	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	159-166

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Rizki Irawan Salas Salim, Anwar Sodik		
22	7660	**Perancangan User Interface / Experience Aplikasi ABC Menggunakan Metode Kansei Engineering** Faris Asiful Anwar, Anwar Sodik	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	167-174
23	7380	**Advanced Sleep Disorder Classification: An ML-Based Study with Optuna for Model Optimization** Amalan Fadil Gaib, I Gusti Ngurah Bagus Ferry Mahayudha, Anggito Karta Wijaya, Nurul Andini, Ando Zamhariro Royan	State University of Gorontalo,Udayana University, University of Jember, State University of Jakarta , University Of Jember	175-186
24	7381	**Implementasi Metode Single Exponential Smoothing Pada Analisa Peramalan Penjualan Voucher** Sulistyowati Sulistyowati, Fairuz Abadi Muthahari, Andy Rachman, Resa Uttungga, Ruli Utami	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	187-194
25	7395	**Penerapan OCTAVE-S untuk Manajemen Risiko Keamanan Informasi di Perusahaan Kredit** Rendy Aditya Rahman, Adib Pakarbudi	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	195-204

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
26	7425	**Implementasi Kriptografi Super Enkripsi Vigenere Cipher Dan Data Encryption Standard (Des) Pada Pengamanan Data Data Rekam Medis Pasien Rumah Sakit** Alief Saputra Lumban Gaol, S. Nurmuslimah	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	205-212
27	7448	**Rancang Bangun Alat Klasifikasi Botol Bekas Menggunakan Computer Vision untuk Mengurangi Sampah Plastik** Firdaus Sulaiman Syarif, dan Rika Revina	Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas	213-218
28	7475	**Pengembangan Sistem Deteksi Kualitas Minyak Goreng Sawit Berbasis Fuzzy Logic** Adhitiya Dwijaya Ariyanto, Balok Hariadi, Lutfi Agung Swarga, Santoso Santoso, Ratna Hartayu	Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	219-226
29	7548	**Analisa Optimalisasi Kebutuhan Energi Listrik Menggunakan Metode Artificial Neural Network di Kampus ITATS** Dicky Anindita Darma, Riny Sulistyowati, Nasyith Hananur R	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	227-234

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
30	7551	**Inovasi Sistem Keamanan dan Kendali Penerangan Rumah Berbasis BLE & Telegram: Integrasi Cerdas dengan Metode RSSI Measurement** Andy Suryowinoto, Muhammad Hasyim, Diva Candrarani	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	235-241
31	7578	**Optimasi Parameter Operasional Mini Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Machine Learning untuk Meningkatkan Output Daya** Parman Parman, Fais Hamzah, Rahmat Basya Shahrys Tsany, Thomas Brian, Dicki Nizar Zulfika	Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya	242-248
32	7591	**Rancang Bangun Loker Peminjaman Barang di Lab C Teknik Komputer Berbasis ESP32** R. Dion Handoyo, M. Yahya Ubaidillah, Achmad Risky Muzakky, Annisa Fitria Azzahra	Universitas Maarif Hasyim Latif	249-254
33	7597	**Rancang Bangun Sistem Monitor Ketersediaan Bilik Terapi di Rehab Medik Berbasis IoT** Khairil Anam, Galih Febian Kusuma, Sarah Wulansari	Universitas Maarif Hasyim Latif	255-260

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
34	7598	**Rancang Bangun Sistem Pengaman Rumah Berbasis Internet IoT** Khairil Anam, Achmad Fredi Maharsyah, Alief Yudha Karna	Universitas Maarif Hasyim Latif	261-266
35	7599	**Mendeteksi Volume Sampah di Tempat Sampah Menggunakan Sensor dan Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Berbasis IoT** Qariru Rakha Udhata, Khairil Anam, Mario De Y. Carvallo Meo	Universitas Maarif Hasyim Latif	267-272
36	7600	**Sistem IoT untuk Urban Farming dengan Protokol LoRa dan Platform Antares** Ranggastika Prahlada Candra, Handy Wicaksono, Indar Sugiarto	Universitas Kristen Petra	273-280
37	7601	**Perbandingan Algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW) untuk Kompresi Data Teks** Azhar Adi Dirgantara Setiawan, Citra Nurina Prabiantissa	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	281-288
38	7088	**Evaluasi Risiko Penerapan Sistem E-Commerce dengan Pendekatan ISO 31000 Pada Perusahaan Dagang**	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	289-298

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Adib Pakarbudi, Fernandika Novanda		
39	7157	**Analisis dan Penerapan Manajemen Risiko Keamanan Sistem Informasi di RSUD XYZ Menggunakan Metode OCTAVE Allegro** Syafiq Al-Ghiffari, Elsa Maya Bahri, Reisa Permatasari, Agung Brastama Putra	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur	299-306
40	7335	**Implementasi Metode Simple Multi Attribute Rating Technique untuk Penyeleksian Calon Tenaga Kerja** Sulistyowati, Raafi Prihananda, Andy Rachman, Resa Uttungga	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	307-318
41	7343	**Deteksi Akun Palsu Media Sosial X (Twitter) Berbasis Machine Learning** Adisha Putri Az Zahra, Rimuljo Hendradi, dan Faried Effendy	Program Studi Sistem Informasi, Universitas Airlangga	319-326
42	7321	**Analisa Gardu Traksi Boilevard Selatan Akibat Jatuh Tegangan** Santi Triwijaya, Agung Nugroho, dan Andri Pradipta, Trisna Wati	Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun	327-334
43	7344	**Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja Dengan Metode**	Program Studi Teknik Informatika Universitas 17	335-342

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Penilaian Behaviorally Anchored Rating Scale Intan Dzikria, Tengku Bintang Zaky Irmaysa	Agustus 1945 Surabaya	
44	7345	**Design Thinking pada Analisis dan Perancangan High Fidelity Prototype Dashboard Sistem Pengambilan Keputusan Perguruan Tinggi** Intan Dzikria, Okky Dio Ananda	Program Studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	343-352
45	7353	**Implementasi Lexicon Based dan Multinomial Naive Bayes pada Analisis Sentimen Produk Skincare di Website Sociolla** Ferdian Rahmansyah, Sriyanto	IBI Darmajaya Bandar Lampung	353-360
46	7619	**Metode Decision Tree C4.5 untuk Klasifikasi Berat Badan Obesitas** Tutuk Indriyani, Chelvin Suprapto, Iqbal Izha Mahendra, Raditya Pratama		361-370
47	7091	**Perbandingan Performa Generator DC dan Generator Stepper untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) Skala Micro di Sidoarjo**	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	371-378

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Nariyah Silviana Erwanti, Riny Sulistyowati, Ferrary Faisal Husein, Hari Agus Sujono		
48	7092	**Desain Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Pondok Pesantren Mahasiswa Khoirul Huda Surabaya** Nariyah Silviana Erwanti, Riny Sulistyowati, Alfi Nur Ubaidilah, Hari Agus Sujono	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	379-384
49	7107	**Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Produksi berbasis Website menggunakan Framework Scrum guna meningkatkan Profit pada PT. XYZ** Tri Agustina Nugrahani, Karina Nine Amalia	Universitas Jember	385-392
50	7113	**Rekomendasi Destinasi Cerdas Wisata di Kabupaten Jember** Diah Ayu Retnani Wulandari, Hafiz Ardi, dan Muhamad Arief Hidayat	Universitas Jember	393-402
51	7132	**Evaluasi Manajemen Layanan TI pada PT. Mukti Adhi Sejahtera melalui Pengukuran Maturity Level ITIL V3** Jovan Rizky Andika, Adib Pakarbudi	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	403-412

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
52	7138	**Evaluasi Performa Filter Daya Aktif 3 Fasa 4 Lengan untuk Beban Area Bisnis** Maman Rukmana, Ardyono Priyadi, Arwindra Rizqiawan, Tri Desmana Rachmildha, Philip Nathanael Erlangga Sitorus, Dimas Anton Asfani, I Made Yulistya Negara	Program Profesi Insinyur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	413-422
53	7156	**Analisis Rancang Ulang Proses Bisnis Pada Sektor Logistik Menggunakan Metode Business Process Business Process Reengineering (Studi Kasus : PT. Bina Baru Malanti)** Karina Nine Amalia, Hesty Anggeini Tyas, dan Tri Agustina Nugrahani	Universitas Jember	423-432
54	7667	**Sistem Kontrol Kadar Klorin pada Kolam Air Tawar Dilengkapi Sistem Monitoring Berbasis Web** Tukadi Tukadi, Anisatul Satul Muhdiyah	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	433-440
55	7552	**Optimalisasi MPPT Photovoltaic Seri-Paralel dengan Kondisi Berbayang** Wahyu Setyo Pambudi, Haris Kurniawan, Novian Patria Uman Putra, Misbahul Munir, Akhmad Fahruzi	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	441-450

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
56	7539	**Pengembangan Filter Adaptif Berbasis Least Mean Square untuk Pengurangan Noise pada Sinyal Elektrokardiogram** Kukuh Setyadjit, Santoso Santoso, Muhammad Amsyaril Hariz, Reyhan Ihsan Muhammad, Puji Slamet, Aris Heri Andriawan, Ratna Hartayu	Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	451-458
57	7111	**Pengembangan EcoStream Controller untuk Aquascape Berbasis ESP32 dan Telgram bot**	Universitas Jember	459-466
58	7358	**Systematic Literature Review: Sistem Informasi Pemerintahan Cerdas dalam Meningkatkan Kualitas Pelayanan Publik di Indonesia** Anang Andrianto, Yanuar Nurdiansyah, Januar Adi Putra, Ferra Arik Tridalestari, Puput Dwi Nugroho	Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta	467-476
59	7370	**Implementasi Hak Akses untuk Meningkatkan Keamanan Manajemen Hotel ABC Berbasis Database MySQL** Wahyu Nisfu Melati Sukma, Rikha Maisya Kotalima, Hisyam Abiansyah Gazani,	Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur	477-492

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Anindo Saka Fitri, Agung Brastama Putra		
60	7366	**Penerapan Kendali Logika Fuzzy Pada Proses Pendinginan Panel Surya** **Ant. Ardath Kristi, Agus Risdiyanto, Erwin Susanto**	Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Indonesia, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University	493-502
61	7203	**Analisis Perhitungan Rugi – Rugi Daya pada PT. Freeport Indonesia** Yazid Bustomi, Titiek Suheta, Alfian Ramadhan	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	503-510
62	7222	**Pendekatan Ekstraksi Informasi Kualitas Layanan Toko di Platform Shopee Berdasarkan Komentar Menggunakan Ensemble Learning** Achmad Maududie, Dini Aulia Hidayati, dan Harry Soepandi	Universitas Jember	511-520
63	7224	**Optimasi Perencanaan Sistem Dinamis Untuk Peningkatan Kesejahteraan Ekonomi Masyarakat Studi Kasus: Provinsi Jawa Tengah** Faiz Zamzami, Putri Cahya Ningrum, dan Lolanda Hamim Annisa	Universitas Putra Bangsa	521-528

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
64	7226	**Implementasi Modifikasi Algoritma Playfair Cipher dan Electronic Code Book untuk Keamanan Data Text** Jonathan Anandar Cahyadi, Citra Nurina Prabiantissa	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	529-534
65	7232	**Perancangan Sistem Dinamis untuk Optimalisasi Pertumbuhan Ekonomi Nasional Diukur dari Indeks Harga Saham Gabungan** Andi Riawan, Eka Prasetianingsih, dan Lolanda Hamim Annisa	Universitas Putra Bangsa	535-544
66	7235	**Penerapan Insulasi Perpindahan Panas pada Pipa Boiler Feed Water di PT. Petrokimia Gresik** Alifiyah Shaffa Nabilah, Gusza Ditto, Astrie Kusuma Dewi	Politeknik Energi dan Mineral Akamigas	545-552
67	7237	**Analisis Hasil Produksi Perikanan Budidaya Air Tawar di Kebumen Menggunakan Metode Clustering K-means** Rohmatulloh Muhamad Ikhsanuddin, Aris Mulyadi	Universitas Putra Bangsa	553-560
68	7244	**Implementasi Sistem Monitoring Tegangan dan Arus DC Berbasis Mini SCADA Menggunakan Protokol Komunikasi Modbus RTU**	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	561-566

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Nariyah silviana erwanti, Rahmat Yuliardi, Moch Rafi Habib Ardiansyah, Binsar Albert Fernandes Gultom, M Rafky Fino A, M. Alfan Ainur R, Rafiiansyach Adhi Irawanto, Yuliyanto Agung Prabowo		
69	7260	**Perancangan Dashboard Monitoring dan Evaluasi Data Mahasiswa Jurusan Teknologi Informasi menggunakan Metode Design Thinking** Mungki Astiningrum, Candra Bella Vista, dan Rokhimatul Wakhidah	Jurusan Teknologi Informasi, Politenik Negeri Malang	567-574
70	7263	**Analisis User Experience Website Sibela Proses Stock Opname di PT.Bank Mandiri dengan Metode User Experience Questionnaire Cabang Plaza Mandiri dan Sudirman Jakarta** Muhammad Ridwan Zaenudin, Ade Syahputra, Ketut Bayu Yogha Bintoro	Departemen Teknik Informatika, Fakultas Sains Teknologi dan Desain, Universitas Trilogi	575-582
71	7272	**Rancang Bangun Alat Monitoring Serta Penjadwalan Pemberi Pakan Kucing Berbasis Internet of Things (IoT)**	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	583-590

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Hilman Fadhli Putranto, Hari Agus Sujono, Riny Sulistyowati, Nariyah Silviana		
72	7282	**Perancangan Penilaian Kesiapan Pupuk Organik dari Limbah Ternak Menggunakan Klasifikasi K-Nearest Neighbors pada Mikrokontroler.** Mohamad Nawal Taufiqurohman, Hari Agus Sujono, Riny Sulistyowati, Nariyah Silviana Erwanti	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	591-598
73	7375	**Aplikasi Framework For The Application of System Thinking Berbasiskan Website Pada Aset Gudang PT Visionet Data Internasional** Ronny Bintoro, Shah Khadafi	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	599-606
74	7354	**Strategi Pelestarian Aksara Sasak melalui Mobile Game Edukatif Berbasis ADDIE** Andi Sofyan Anas, Muhammad Tajuddin, Ahmat Adil, Rifqi Hammad	Fakultas Teknik Universitas Bumigora	607-614
75	7356	**Sistem Pemesanan Tiket Berbasis Web untuk Pariwisata dan Hiburan: Sebuah Tinjauan Pustaka Sistematis**	Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta	615-622

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Ferra Arik Tridalestari, Daviq Nazril Islamy		
76	7357	**Analisis Literatur Sistem Pemesanan Jasa dan Produk Percetakan di Indonesia: Studi Sistematis terhadap Tren dan Gap Penelitian** Ferra Arik Tridalestari, Ivan Dwi Setyawan	Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta	623-630
77	7605	**Implementasi Load Balancing dan Failover 2 ISP pada Mikrotik Menggunakan Metode Equal Cost Multipath (ECMP)** Maulana Ahmad Habibullah, Madadina Adilah Pamuji, Gusti Eka Yuliastuti, Danang Haryo Sulaksono	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	631-638
78	7361	**Estimasi Kebutuhan Listrik untuk Pabrik Etilen Diklorida dengan Kapasitas 120.000 ton/tahun** Udi Widodo Saputra, Misbahul Munir, Erlinda Ningsih, Daniel Saputra, Wahyu Sandwi Vaggy, Eky Novianarenti	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya	639-644
79	7560	**Rancang Bangun Pemilah Sampah Organic, Anorganik dan Metal Secara Otomatis Berbasis IoT**	Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	645-652

NO	ID ARTIKEL	JUDUL ARTIKEL dan PENULIS	AFILIASI	HALAMAN
		Marcellinus Dias R, Santoso Santoso, Ratna Hartayu, Lutfi Agung Swarga		
80	7034	**Implementasi Algoritma Pengklasifikasi Long Short–Term Memory (LSTM) untuk Data Time Series** Arum I. Sari, Handi F. R. Wibowo, Chatarina N. Putri, Gamaliel V.F. Lande, Exacta B. Aldero, Dian P. Hapsari	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	653-666
81	7603	**Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Karyawan Tetap Menggunakan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)** Ruli Utami, Mochammad Fakhrul Maulana, Suryo Atmojo	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	667-674
82	7676	**Perbandingan Algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW) untuk Kompresi Data Teks** Citra Nurina Prabiantissa, Azhar Adi Dirgantara Setiawan	Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya	667-674

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6864

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

IMPLEMENTASI METODE NAIVE BAYES UNTUK KELAYAKAN PEMBERIAN KREDIT MOBIL

Putra Hadi Hermawan[1], Budanis Dwi Meilani[2], Satrio Priyo Anggoro[3]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: putraphh588@gmail.com

ABSTRACT

Financing through credit is a crucial component in the vehicle purchasing process, including at Hyundai Wiyung Surabaya. This dealer faces challenges in determining the creditworthiness of prospective buyers in order to minimize financial risk, increase customer satisfaction, and maintain brand reputation. To improve accuracy in the creditworthiness determination process, Hyundai Wiyung Surabaya plans to implement the Naïve Bayes algorithm which is recognized for its reliability in classification and prediction. This algorithm is widely used in the financial and e-commerce industries to analyze customer credit patterns and improve the efficiency of data-based decisions. The attributes/criteria used include age, number of children, income, and housing status. The test results using a dataset from January 2020 to May 2024 with 780 data showed an average accuracy of 79.8%. These results show the potential for using the Naïve Bayes algorithm in improving the accuracy of creditworthiness decisions.

Keywords: *credit, hyundai, Naïve Bayes algorithm, car credit.*

ABSTRAK

Pembiayaan melalui kredit merupakan komponen krusial dalam proses pembelian kendaraan, termasuk di Hyundai Wiyung Surabaya. Dealer ini menghadapi tantangan dalam menentukan kelayakan kredit bagi calon pembeli guna meminimalkan risiko keuangan, meningkatkan kepuasan pelanggan, serta menjaga reputasi merek. Untuk meningkatkan akurasi dalam proses penentuan kelayakan kredit, Hyundai Wiyung Surabaya berencana menerapkan algoritma Naïve Bayes yang diakui keandalannya dalam klasifikasi dan prediksi. Algoritma ini banyak digunakan dalam industri keuangan dan e-commerce untuk menganalisis

pola kredit pelanggan serta meningkatkan efisiensi keputusan berbasis data. Atribut/kriteria yang digunakan meliputi umur, jumlah anak, pendapatan, serta status rumah. Hasil pengujian menggunakan dataset dari Januari 2020 hingga Mei 2024 dengan 780 data menunjukkan akurasi rata-rata sebesar 79,8%. Hasil ini menunjukkan potensi penggunaan algoritma Naïve Bayes dalam meningkatkan ketepatan keputusan kelayakan kredit.

Kata kunci: kredit, hyundai, algoritma Naïve Bayes, kredit mobil.

PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting dalam pembelian mobil adalah pembiayaan melalui kredit, yang menjadi solusi bagi banyak konsumen yang ingin memiliki mobil tanpa membayar tunai penuh di awal [1]. Di Hyundai Wiyung Surabaya, banyak pembeli memanfaatkan opsi kredit ini. Namun, menentukan kelayakan kredit calon pembeli menjadi tantangan tersendiri bagi dealer, terutama dalam mengelola risiko keuangan dan menjaga reputasi merek, sekaligus memastikan kepuasan pelanggan. Hyundai Wiyung Surabaya, sebagai dealer resmi Hyundai di Surabaya, telah menjadi salah satu pusat penjualan utama di kota tersebut. Dengan meningkatnya permintaan mobil di kota besar seperti Surabaya, dealer ini menyadari pentingnya meningkatkan proses penentuan kelayakan kredit, terutama bagi pembeli yang melakukan repeat order. Untuk menghadapi tantangan ini, manajemen dealer berkolaborasi dengan tim marketing untuk mengembangkan strategi yang lebih baik dalam menentukan kelayakan kredit, menggunakan analisis data dan evaluasi yang cermat.

Menurut Penelitian yang dilakukan oleh [2], algoritma Naïve Bayes dapat memberikan hasil yang cukup akurat dan dapat diandalkan dalam menentukan persetujuan kredit dengan efektif dan akurat dalam menentukan status pengajuan. Berbagai faktor dipertimbangkan dalam menentukan kelayakan kredit, seperti pendapatan, riwayat kredit, dan stabilitas keuangan calon pembeli. Oleh karena itu Hyundai Wiyung Surabaya diperlukan pendekatan yang lebih canggih untuk mengelola risiko kredit dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Salah satu langkah awal yang diambil adalah melakukan analisis terhadap data pelanggan dan penjualan sebelumnya untuk mengidentifikasi tren yang dapat membantu menyempurnakan proses kelayakan kredit [3]. Sebagai bagian dari upaya ini, Hyundai Wiyung Surabaya mempertimbangkan penggunaan algoritma Naïve Bayes untuk mempercepat dan mempermudah analisis prediksi kelayakan kredit. Salah satu solusi yang diusulkan adalah penggunaan algoritma Naïve Bayes untuk analisis prediksi kelayakan kredit. Algoritma ini telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi klasifikasi dan prediksi, termasuk dalam bidang keuangan dan pembiayaan [4]. Dengan demikian, penggunaan algoritma Naïve Bayes dapat mempercepat dan menyederhanakan proses analisis prediksi kelayakan pemberian kredit, meningkatkan efisiensi operasional dan menghasilkan keputusan yang lebih baik secara lebih cepat [5].

METODE

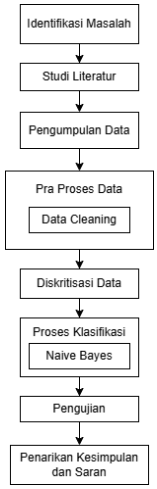
Data mining itu dapat diartikan sebagai proses ekstraksi informasi yang berguna atau pola yang menarik dari kumpulan data besar [6]. Menurut [7], Data mining berarti proses penggalian informasi dan pengetahuan yang berguna dari informasi yang besar, tidak lengkap, dan berantakan dan kemudian mengubah pengetahuan yang diekstraksi menjadi definisi, model, hukum, dan bentuk lainnya. Tujuan utama dari data mining adalah untuk menemukan hubungan tersembunyi dalam data yang mungkin sulit atau tidak mungkin ditemukan dengan menggunakan metode analisis konvensional [8].

Algoritma Naïve Bayes adalah algoritma klasifikasi berdasarkan probabilitas dalam statistik diusulkan oleh Thomas Bayes yang memprediksi peluang masa depan berdasarkan peluang masa lalu Teorema Bayes [9]. Algoritma Naïve Bayes pertama diperkenalkan oleh thomas bayes sejak tahun 1702. Algoritma Naïve Bayes merupakan algoritma yang mempunyai keunggulan ialah

perhitungan dengan cepat, algoritma yang sederhana, dan memiliki tingkat akurasi tinggi. Naïve Bayes adalah salah satu algoritma pembelajaran induktif yang paling efektif dan efisien untuk mesin belajar dan penggalian data, performa Naïve Bayes sangat kompetitif dalam proses klasifikasi [3]. Sementara itu, Kononenko dan Langley menyimpulkan bahwa Naïve Bayes Classifier adalah kemungkinan label kelas data atau dapat diasumsikan sebagai atribut kelas berlabel [10]. Algoritma mengunakan teorema Bayes dan mengasumsikan semua atribut independen atau tidak saling ketergantungan yang diberikan oleh nilai pada variabel kelas, dimana persamaannya seperti pada persamaan (1) [11].

$$P(C|X) = \frac{\mathrm{P}(x|c)\mathrm{P}(c)}{\mathrm{P}(x)} \quad (1)$$

Keterangan :
X = vektor input.
C = sebuah class spesifik.
P (C|X) = Probabilitas class berdasar vektor input yang diketaui (posteriori probability) daari keseluruhan data.
P(c) = Probabilitas suatu nilai class yang dicari (prior probability) dari keseluruhan data.
P (x|c) = Probabilitas tiap input berdasarkan kondisi pada class dengan nilai tertentu.
P(x) = Probabilitas suatu input dari keseluruhan data.



Gambar 1. Alur penelitian

Pada gambar 1 diatas merupakan alur penelitian implementasi metode *naive bayes* untuk kelayakan pemberian kredit mobil.

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap awal mengumpulkan masalah, fokus utamanya adalah mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah yang perlu diselesaikan.

2. Studi literatur

Dilakukan melalui pengumpulan referensi dari berbagai sumber, seperti narasumber, e-book, jurnal, artikel, dan penelitian sebelumnya. Hasilnya berupa kajian pustaka yang menjadi acuan metode dan teori dalam penelitian ini.

3. Pengumpulan Data

Tablel 1 merupakan data yang dikumpulkan langsung dari Hyundai Wiyung Surabaya, melalui pegawai yang bertanggung jawab atas laporan penjualan. Data yang dibutuhkan mencakup transaksi penjualan mobil dari 1 Januari 2020 hingga 30 April 2024. Wawancara juga dilakukan

untuk memahami masalah yang terkait dengan strategi pemasaran. Data mencakup 888 record dengan 16 atribut dan 1 label.

Tabel 1. Data customer kredit

No	Variabel	Tipe data	Keterangan	Contoh
1	Customer	Text	Nama pembeli yang melakukan transaksi	Angga Januar Dobonsolo
2	Alamat	Text	Alamat Pembeli	Dsn. Karang Nongko RT.02 RW.01
3	Tlp	Nuber	No telepon pembeli	081335246118
4	Umur	Integer	Umur pembeli pelanggan saat melakukan transaksi	37
5	Pekerjaan	Text	Pekerjaan pembeli	Manajer Oprasional
6	Jml_Anak	Number	Total anak kandung pembeli	4
7	Status Pernikahan	Text	Status pernikahan pembeli	Sudah Menikah
8	JK	Text	Jenis kelamin pembeli	L
9	Pendapatan	Integer	Penghasilan pembeli selama 1 bulan	Rp14.950.000,00
10	Mobil	Text	Jenis mobil yang dibeli pelanggan	STARGAZER NEW ESSENTIAL 6P iVT
11	OTR	Integer	Harga mobil On The Road	Rp281.300.000,00
12	Tenor	Integer	Jumlah cicilan yang harus dilakukan pembeli	48
13	Bunga	Number	Sisa pokok pinjaman di bulan sebelumnya.	6,85%
14	TDP	Integer	Uang Muka + Angsuran I + Asuransi + Administrasi + Cp	Rp68.951.045,00
15	Angsuran	Interger	Biaya yang harus dibayarkan pembeli	Rp8.690.900,00
16	Status_Rumah	Text	Status rumah yang ditempati oleh pelanggan	Milik Keluarga
17	Target	Text	Status Pembayaran Saat ini	Lancar

Namun untuk menentukan hasil keputusan layak atau tidak layak hanya mengambil beberapa atribut yang mempunyai korelasi dalam menentukan keputusan. Atribut yang dimaksud antara lain Umur, Jumlah Anak, Pendapatan & Status Rumah. Detail mengenai atribut dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Atribut yang digunakan

No.	Atribut
1	Umur
2	Jml_Anak
3	Pendapatan
4	Status_Rumah

4. Praproses Data
Data mentah harus melalui tahap praproses, yaitu pembersihan data untuk menghilangkan data kosong atau atribut yang tidak valid agar hasil klasifikasi lebih akurat. Data Cleaning adalah proses mengidentifikasi, memperbaiki, dan menghapus data yang tidak akurat atau tidak lengkap. Tujuannya adalah memastikan data yang digunakan berkualitas dan dapat diandalkan.

5. Diskritisasi data
Mengubah data kontinu menjadi diskrit dengan membaginya ke dalam interval atau kategori. Tabel 3 – 5 berikut ini adalah hasil diskritisasi:

Tabel 3. Diskritisasi data umur

Produktif	Non-Produktif
15 s/d 64	s/d 14

Tabel 4. Diskritisasi jumlah anak

Tidak Ada	Cukup	Banyak
0	1-2	≥3

Tabel 5. Diskritisasi pendapatan

Rendah	Sedang	Tinggi
Rp. 5.000.000 – Rp. 8.000.000	≥ Rp. 8.000.000 – Rp. 11.000.000	≥ Rp. 11.000.000

Sedangkan data Status rumah ada 3 dimana “Milik sendiri” adalah rumah yang sudah kepimilikan diri sendiri, sedangkan “Milik Keluarga” adalah rumah yang statusnya milik keluarga jadi tidak memiliki hak atas rumah tersebut. Terakhir “Kost/Kontrak adalah rumah atau tempat tinggal yang statusnya masih menyewa untuk ditinggali, tidak ada perubahan sama sekali oleh karena itu, tidak memerlukan diskritisasi data. Keputusan Dalam atribut ini merupakan sebagai label keputusan untuk masing-masing penerima kredit, penjelasan dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Penjelasan atribut keterangan keputusan

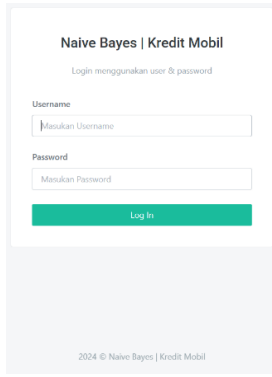
No.	Keputusan	Penjelasan
1.	Lancar	Merupakan sebagai label untuk calon pembeli mobil hyundai yang diterima.
2.	Tidak Lancar	Merupakan sebagai label untuk calon pembeli mobil hyundai yang tidak diterima.

6. Proses Klasifikasi Naïve Bayes
Klasifikasi Naïve Bayes adalah sebuah metode klasifikasi yang berbasis pada teorema Bayes dan asumsi independensi antar fitur (variabel) dalam dataset. Dalam metode ini, setiap fitur dianggap tidak saling bergantung satu sama lain, meskipun dalam kenyataannya bisa saja ada keterkaitan antar fitur.
7. Pengujian
Adalah tahap untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi dengan menggunakan data uji dan menghitung metrik seperti akurasi, presisi, dan recall.

8. Penarikan kesimpulan dan saran
Adalah langkah akhir untuk menganalisis hasil pengujian dan memberikan rekomendasi atau langkah perbaikan untuk pengembangan lebih lanjut.

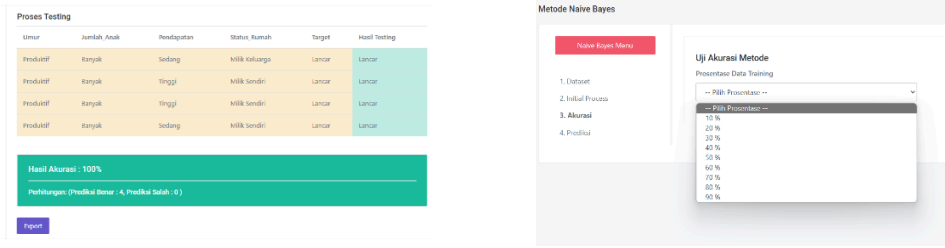
HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi ini dirancang untuk menghitung kelayakan kredit mobil menggunakan metode Naive Bayes. Aplikasi dimulai dengan proses login, di mana pengguna harus memasukkan username dan password yang valid. Sesuai gambar 2 berikut :



Gambar 2. Login

Setelah berhasil login, pengguna dapat langsung mengimpor data yang akan digunakan untuk analisis menggunakan metode Naive Bayes. Setelah data berhasil diimpor, pengguna dapat memilih persentase data yang ingin digunakan untuk pelatihan dan pengujian model, dengan pilihan yang tersedia antara 10% hingga 90%. Misalnya 80% untuk training dan 20% untuk testing. Seperti gambar 3(a) dan gambar 3(b) berikut ini.



(a) (b)

Gambar 3. a) Hasil Akurasi, b) Pemilihan Prosentase Testing.

Setelah model terlatih, data testing digunakan untuk menguji akurasi sistem dalam memprediksi kelayakan kredit nasabah baru. Dengan antarmuka yang intuitif, aplikasi ini memudahkan tim hyundai dalam mengelola data dan mengevaluasi performa model secara efisien.

Dalam pengumpulan data akan digunakan dalam Training dan Testing untuk penelitian ini data yang dipakai adalah dari tahun 2020 januari sampai dengan 2024 bulan April dengan total 780 record. Pengujian ini mengambil beberapa persen data dari data *training* untuk dijadikan sebagai data *testing* mengetahui kecocokan dengan keputusan label/kelas pada data *training*. Seperti tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil perhitungan akurasi

Prosentase data *Training*	Pembagian Data		Total data *Testing*		Total data	Akurasi
	Training	*Testing*	Benar	Salah		
90%	702	78	64	14	780	82,1%
80%	624	156	129	27	780	82,7%
70%	546	234	186	48	780	79,5%
60%	468	312	242	70	780	77,6%
50%	390	390	308	82	780	79%
40%	312	468	366	102	780	78,2%
Rata- rata nilai akurasi						79,8%.

KESIMPULAN

1. Sistem ini dapat membantu pihak manajemen hyundai dalam menyeleksi atau menentukan calon pembeli kredit mobil hyundai.
2. Sistem prediksi kelayakan pemberian kredit mobil hyundai menggunakan metode Naive Bayes tersebut dapat berjalan dengan baik. Sistem dapat memproses data testing untuk dilakukan perhitungan berdasarkan konsep probabilitas terhadap data training. Kemudian menghasilkan hasil keputusan yang memiliki kemiripan dengan data training.
3. Dari pengujian sistem menggunakan data training & data testing dari dataset tahun 2020 bulan januari sampai dengan Mei 2024 menghasilkan rata-rata nilai akurasi sebesar 79,8%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Achmad, R. Purwandi Putra dan C. Juliane, "Optimalisasi Metode Naive Bayes Classifier Untuk Prediksi Persetujuan Kredit," *Indonesian Journal of Computer Science,* vol. 13, no. 1, 2024.

[2] N. Patrianingsih dan I. Sugianata, "Analisis Kelayakan Kredit Koperasi Mitra Tani Mandiri Dengan Algoritma Naïve Bayes," *Jurnal Sistem Informasi,* vol. 6, no. 2, pp. 298-307, 2024.

[3] I. Romli, T. Pardamean, S. Butsianto, T. N. Wiyatno dan M. Effendi bin, "Naive Bayes Algorithm Implementation Based on Particle Swarm Optimization in Analyzing the Defect Product," *Journal of Physics: Conference Series,* vol. 1845, 2021.

[4] V. H. Pham, T. Chu, H. T. K. Tran dan . K. N. Yen, "Comprehensive Evaluation of Bankruptcy Prediction in Taiwanese Firms Using Multiple Machine Learning Models," *International Journal of Technology,* vol. 16, no. 1, pp. 289-309, 2025.

[5] T. Ardiyanto dan . H. W. Nugroho, "Penentuan Kelayakan Penerima Pembiayaan Kredit Menggunakan Metode Naive Bayes Dan Algoritma C4.5 (Studi Kasus: KSPPS. BMT Adil

Berkah Sejahtera)," *Jurnal SIMADA (Sistem Informasi dan Manajemen Basis Data),* vol. 6, pp. 1-11, 2023.

[6] D. Nofriansyah dan G. Widi Nurcahyo, Algoritma Data Mining dan Pengujian, Yogyakarta: DEEPPUBLISH, 2015.

[7] X. Wang dan J. Huang, "Enterprise Decision-Making and Analysis Based on E-Commerce Data Mining," *Wireless Communications and Mobile Computing,* pp. 1-11, 2022.

[8] H. Jiawei, P. Jian dan T. Hanghang, data mining concepts and techniques, waltham: elsevier, 2024.

[9] A. Zainal Macfud, A. Pandu Kusuma dan W. Dwi Puspitasari, "Analisis Algoritma Naive Bayes Classifier (NBC) Pada Klasifikasi Tingkat Minat Barang di Toko Violet Cell," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika),* vol. 7, no. 1, pp. 87-94, 2023.

[10] A. U. Azmi, H. A. F. Hadi, D. Anggraeni dan A. Riski, "Naive Bayes methods for rainfall prediction classification in Banyuwangi," *Journal of Physics: Conference Series,* 2021.

[11] E. Martantoh dan N. Yanih, "Implementasi Metode Naïve Bayes Untuk Klasifikasi Karakteristik Kepribadian Siswa Di Sekolah MTS Darussa'adah Menggunakan PHP MySQL Implementation of Naive Bayes Method for Classification of Student's Personality Characteristics at MTS Darussa'adah School," *JTSI,* vol. 3, no. 2, pp. 166-175, 2022.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6874

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Klasifikasi Bangunan secara Otomatis Menggunakan Pembelajaran Mendalam dari Gambar Street-View

Ryan Gading A[1], Mahameru A[2], Anggita E[3], M. Andhika K[4], Dian Puspita H[5]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4,5]

e-mail: ryangabdullah99@gmail.com

ABSTRACT

Urban population density mapping or urban utility planning requires a classification map based on individual buildings that are considered much more informative. The goal of this research is to determine how to extract the fine-grained boundaries of individual buildings from a street-view dataset. This paper proposes a general framework for classifying individual building functionality using a deep learning approach. The proposed method is based on a Convolutional Neural Network (CNN) that classifies facade structures from street view images, such as Street-View images. From the experiments conducted, the CNN classifier with the ResNet architecture was able to classify the Street-View data group with an accuracy value of 86.79%. Research shows that overfitting still occurs, necessitating large training data and an increased epoch value during dataset training. We construct a dataset to train and evaluate the CNN classifier. Furthermore, the method is applied to generate a building classification map at the urban area scale.

Keywords: *Deep Learning; CNN; ResNet; Street View Images.*

ABSTRAK

Pemetaan kepadatan populasi perkotaan atau perencanaan utilitas perkotaan memerlukan peta klasifikasi berdasarkan bangunan individual yang dianggap jauh lebih informatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan cara mengekstrak batas-batas terperinci bangunan individual dari kumpulan data tampilan jalan. Makalah ini mengusulkan kerangka kerja umum untuk mengklasifikasikan fungsionalitas bangunan individual menggunakan pendekatan pembelajaran mendalam. Metode yang diusulkan didasarkan pada Jaringan Syaraf Tiruan Konvolusional (CNN) yang mengklasifikasikan struktur fasad dari gambar tampilan jalan, seperti gambar StreetView. Dalam penelitian ini membangun kumpulan data untuk melatih dan mengevaluasi pengklasifikasi CNN. Dari percobaan yang dilakukan pengklasifikasi CNN dengan arsitektur ResNet mampu mengklasifikasikan kelompok data Street-View dengan nilai akurasi 86,79%. Dalam

penelitian yang telah dilakukan masih terjadi overfitting, maka dibutuhkan training data dalam jumlah yang besar serta meningkatkan nilai epoch pada kegiatan traning kelompok data. Lebih jauh, metode ini diterapkan untuk menghasilkan peta klasifikasi bangunan pada skala wilayah perkotaan.

Kata kunci: Pembelajaran Mendalam; CNN; ResNet; Gambar Fasad Jalan.

PENDAHULUAN

Munculnya pembelajaran mendalam (*deep learning*) telah memicu transformasi besar dalam bidang *computer vision*, yang memungkinkan analisis gambar yang sangat akurat dan sepenuhnya otomatis di berbagai aplikasi. Di garis depan kemajuan ini adalah Jaringan Syaraf Tiruan Konvolusional, *Convolutional Neural Networks* (CNN), yang telah memperkuat perannya sebagai arsitektur dasar untuk berbagai tugas penting. Implementasinya tidak terbatas pada klasifikasi gambar, deteksi objek, dan segmentasi semantik saja. Di antara model-model inovatif CNN, arsitektur ResNet, atau Jaringan Residual pada CNN mampu membedakan dirinya secara efektif untuk mengatasi masalah-masalah yang penting seperti masalah gradien yang menghilang (*the vanishing gradient problem*). Kemampuan ini memungkinkan algoritma CNN melakukan kegiatan pelatihan jaringan jauh lebih dalam, yang pada akhirnya kinerja model pengklasifikasi menjadi lebih baik dalam berbagai domain yang menantang [1][2][3].

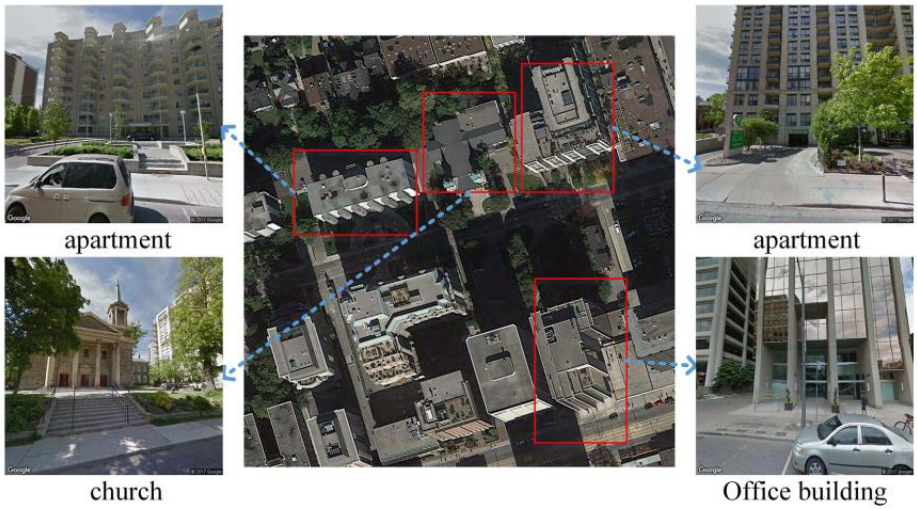
CNN telah banyak diimplementasikan untuk analisis data perkotaan, kegiatan penelitian yang mengimplementasikan CNN didorong oleh kebutuhan mendesak akan perencanaan kota yang lebih efektif, navigasi yang lebih baik, dan penilaian real estat yang terinformasi. Sumber daya yang sangat berharga dalam konteks ini adalah citra tampilan jalan (data citra street-views), yang menawarkan banyak data citra perkotaan beresolusi tinggi, yang memungkinkan para peneliti dan perencana kota untuk memperoleh wawasan penting tentang berbagai tugas, seperti klasifikasi bangunan. Tugas ini melibatkan identifikasi dan pengelompokan berbagai struktur berdasarkan karakteristik visual dan arsitekturalnya. Meskipun demikian, kelompok data street-view menghadirkan tantangan unik, termasuk variabilitas sudut, kondisi pencahayaan yang tidak konsisten, dan penghalang fisik, yang semuanya mempersulit metode klasifikasi citra tradisional [4].

Kelompok data citra tampilan jalan mengungkap lebih banyak detail dari berbagai jenis bangunan daripada bidang atap yang dihasilkan dari peta GIS. Menggunakan kumpulan data citra tampilan jalan dengan bangunan untuk melatih algoritma pembelajaran mendalam Jaringan Syaraf Konvolusional (CNN) pada kegiatan klasifikasi di area yang luas, merupakan kehandalan CNN yang telah menunjukkan kemampuannya dalam tugas serupa. Kegiatan klasifikasi penggunaan lahan pada tingkat bangunan individual bukanlah tugas yang mudah. Peta klasifikasi seperti itu hanya dapat diperoleh melalui basis data kadaster kota, tidak dapat diakses atau terkadang bahkan tidak ada. Memperbarui basis data tersebut tanpa metode otomatis dapat sangat padat karya. Oleh karena itu, klasifikasi bangunan secara otomatis diperlukan dan dapat bermanfaat untuk aplikasi yang terkait dengan perencanaan kota [5].

Makalah ini membahas pemanfaatan CNN berarsitektur ResNet khususnya untuk tugas klasifikasi bangunan menggunakan citra street-view. Dengan memanfaatkan kemampuan ekstraksi fitur canggih yang melekat pada ResNet, studi ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan generalisasi model yang dirancang untuk klasifikasi bangunan. Kontribusi utama dari penelitian ini meliputi pembuatan kerangka kerja berbasis ResNet yang dioptimalkan untuk kompleksitas data street-view yang memiliki derau dan bersifat heterogen. Lebih jauh, studi ini melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kinerja kerangka kerja di berbagai kumpulan data street-view. Implikasi dari temuan ini sangat besar, menawarkan potensi kemajuan dalam strategi pembangunan perkotaan, peningkatan dalam sistem navigasi, dan otomatisasi analisis data arsitektur [6][7].

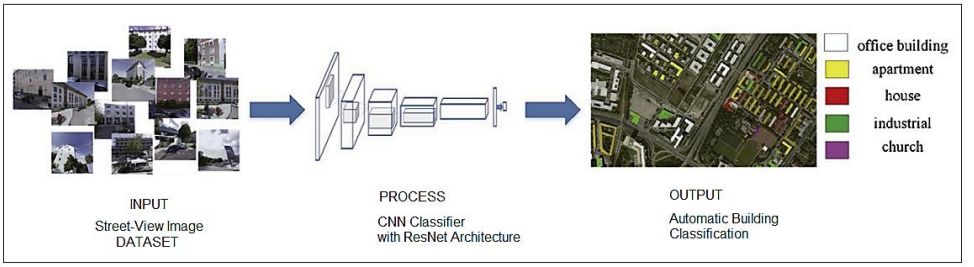
METODE

Kelompok data yang digunakan pada penelitian ini merupakan kelompok data bertipe gambar. Data yang digunakan untuk proses penelitian adalah data terkait Street-View atau "street data" yang memiliki beberapa macam kategori serta dapat diakses pada alamat URL berikut ini: https://www.kaggle.com/datasets/mikhailma/house-rooms-streets-image-dataset/data. Dalam kelompok data tersebut terdapat sembilan kategori yang terdiri dari "apartment", "church", "garage", "house", "industrial", "office building", "retail", dan "roofs" seperti tampak pada Gambar 1 dibawah ini. Kelompok data tersebut sejumlah data gambar jalan yang terdiri dari 17.154 record data gambar. Adanya outlier dalam kelompok data yang digunakan sangat memengaruhi hasil klasifikasi. Maka dilakukan seleksi gambar street view terlebih dahulu yang sesuai dengan sembilan kategori yaitu "apartment", "church", "garage", "house", "industrial", "office building", "retail", dan "roofs". Hanya gambar yang termasuk dalam kategori yang disebutkan di atas yang disimpan untuk klasifikasi lanjutan.



Gambar 1. Kelompok data street view dengan sembilan kategori.

Selanjutnya dilakukan kegiatan melatih pengklasifikasi bangunan CNN-ResNet, pertama-tama diawali dengan membangun kelompok data tolok ukur tampilan jalan yang sesuai, yang berisi total 17.154 data gambar dari sembilan kelas, yaitu "apartment", "church", "garage", "house", "industrial", "office building", "retail", dan "roofs". Pada penelitian ini alur proses automasi kegiatan klasifikasi bangunan dapat diilustrasikan pada Gamber 2. Diawali dengan masukan kelompok data, kemudian berlanjut pada proses klasifikasi. Umumnya CNN yang telah dilatih sebelumnya pada kumpulan data besar dapat disesuaikan dengan baik untuk tugas baru lainnya dengan kumpulan data skala kecil, karena fitur tingkat rendah seperti sudut dan tepi yang dihasilkan oleh lapisan CNN sebelumnya bersifat umum dalam gambar yang berbeda. Representasi gambar tingkat tinggi yang diekstraksi oleh lapisan posterior bergantung pada tugas yang berbeda. Oleh karena itu, menyempurnakan lapisan CNN yang telah dilatih sebelumnya dengan kumpulan data baru telah terbukti menjadi cara yang efisien untuk adaptasi CNN ke tugas pelatihan baru. Untuk lebih meningkatkan kinerja klasifikasi, gambar tampilan jalan untuk setiap contoh bangunan diklasifikasikan, dan kelas bangunan dapat diperoleh dalam tingkat keputusan.

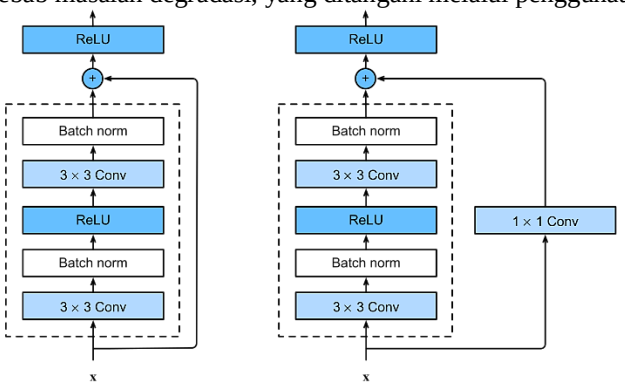


Gambar 2. Alur proses automasi klasifikasi gedung dari gambar Street-View

Koneksi Residual dalam CNN-ResNet, dalam sebuah model jaringan saraf multilayer, dapat diilustrasikan subjaringan dengan sejumlah lapisan bertumpuk. Nyatakan fungsi dasar yang dilakukan oleh subjaringan ini sebagai $H(x)$, dimana x merupakan sebuah masukan dari subjaringan. Pembelajaran residual mengubah parameterisasi dalam subjaringan ini dan membiarkan lapisan parameter mewakili "fungsi residual" $F(x) = H(x) - x$. Luaran y dari sub jaringan tersebut kemudian direpresentasikan sebagai :

$$y = F(x) + x \quad (1)$$

Operasi dari "$+x$" pada persamaan (1) diimplementasikan melalui sebuah "skip connection" yang melakukan pemetaan identitas untuk menghubungkan masukan subnetwork dengan luaran-nya. Koneksi ini disebut sebagai "residual connection". Fungsi $F(x)$ pada persamaan (1) sering kali direpresentasikan oleh perkalian matriks yang diselingi dengan fungsi aktivasi dan operasi normalisasi (misalnya, normalisasi batch atau normalisasi layer). Secara keseluruhan, salah satu subnetwork ini disebut sebagai "blok residual" seperti tampak pada Gambar 3. Blok Diagram ResNet pada penelitian S. Hochreiter, tahun 1998 [3] Sebuah deep residual network dibangun dengan menumpuk blok-blok ini secara sederhana. Rumusan pembelajaran residual memberikan manfaat tambahan untuk mengurangi masalah gradien yang menghilang sampai batas tertentu. Namun, penting untuk mengakui bahwa masalah gradien yang menghilang bukanlah akar penyebab masalah degradasi, yang ditangani melalui penggunaan normalisasi.



Gambar 3. Blok Diagram ResNet

Komponen utama dalam ResNet terdiri dari lima bagian, yang pertama adalah Lapisan Konvolusional. ResNet menggunakan beberapa lapisan konvolusional untuk mengekstraksi fitur dari gambar input. Setiap operasi konvolusional melibatkan penerapan filter (atau kernel) ke data input, menghasilkan peta fitur yang menyoroti aspek penting dari gambar. Proses ini diulang di beberapa lapisan untuk menangkap fitur yang semakin abstrak. Bagian kedua adalah Blok Residual atau inovasi inti ResNet, yang mencakup koneksi lewati yang melewati satu atau beberapa lapisan. Desain ini memungkinkan input ditambahkan langsung ke output blok, memfasilitasi aliran gradien yang lebih baik selama backpropagation dan mengurangi masalah yang terkait dengan

gradien yang menghilang. Setiap blok residual biasanya terdiri dari dua atau tiga lapisan konvolusional diikuti oleh koneksi pintasan yang menambahkan input asli ke output yang ditransformasikan.

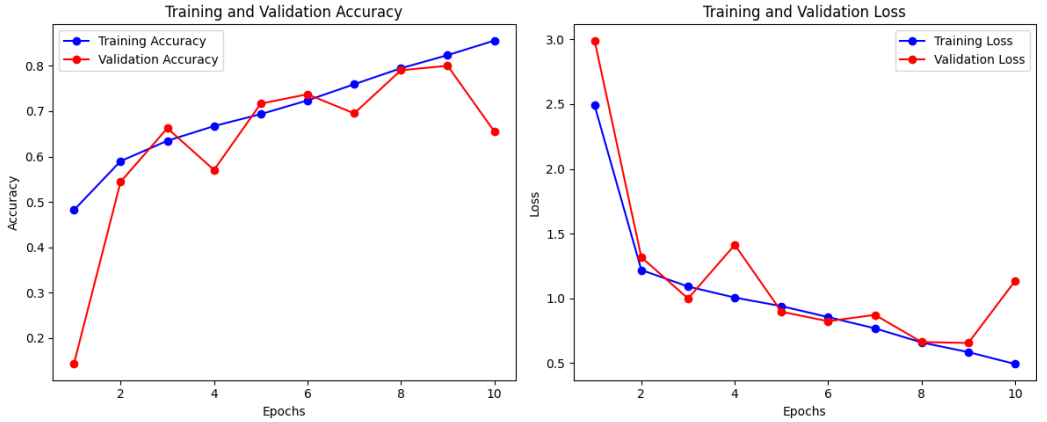
Berikutnya bagian Fungsi Aktivasi, setelah setiap lapisan konvolusional, fungsi aktivasi, umumnya ReLU (Rectified Linear Unit), diterapkan untuk memperkenalkan non-linearitas ke dalam model. Langkah ini penting untuk memungkinkan jaringan mempelajari pola kompleks dalam data. Bagian yang keempat adalah Lapisan Penggabungan yang digunakan untuk mengurangi peta fitur, mengurangi dimensinya sambil mempertahankan informasi penting. Proses ini membantu mengurangi beban komputasi dan mengendalikan overfitting dengan meringkas informasi fitur. Bagian yang terakhir adalah Lapisan yang Terhubung Sepenuhnya di akhir jaringan, lapisan yang terhubung sepenuhnya mengambil keluaran yang diratakan dari lapisan penggabungan terakhir dan menghasilkan klasifikasi akhir berdasarkan fitur yang dipelajari. Tahap ini mengintegrasikan semua fitur yang dipelajari untuk membuat prediksi tentang data gambar masukan.

Untuk kegiatan berikutnya dilakukan pengukuran kinerja algoritma pengklasifikasi CNN-ResNet menggunakan matriks confusion. Matriks confusion merupakan tabel yang menunjukkan seberapa baik kinerja algoritme klasifikasi dengan membandingkan nilai prediksi dengan nilai aktual. Ini adalah metode visualisasi yang membantu mengidentifikasi kelas data mana yang paling sering salah diklasifikasikan. Selanjutnya menunjukkan matriks confusion yang dinormalkan dari semua jaringan terlatih yang dievaluasi oleh data uji, dan nilai Accuracy terkait dari delapan kelas bangunan, masing-masing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Memahami training loss dan validation loss sangat penting untuk mengevaluasi pengklasifkasi CNN selama proses pelatihan. Kedua metrik tersebut memberikan informasi tentang seberapa baik model belajar dari data pelatihan dan menggeneralisasikannya ke data yang tidak terlihat. Training loss merupakan alat yang mengukur kesalahan model pada kelompok data latih. Pengukuran ini dihitung setelah setiap batch selama pelatihan kelompok data dan mencerminkan seberapa baik model tersebut sesuai dengan data pelatihan yang digunakan. Saat pelatihan berlangsung, kerugian pelatihan biasanya berkurang pada saat model belajar untuk meminimalkan kesalahan pada kelompok data latih. Selain training loss pengukuran yang lain dalah validation loss merupakan pengukur kesalahan pada kelompok data validasi terpisah yang belum terlihat oleh model selama kegiatan pelatihan. Pengukur ini dihitung setelah setiap periode (yaitu, setelah satu lintasan lengkap melalui data pelatihan). Tujuan pelacakan kerugian validasi adalah untuk menilai seberapa baik model dapat menggeneralisasi ke data baru yang tidak terlihat. Pada penelitian yang telah dilakukan ini mengunakan training loss dan validation loss untuk melihat kinerja pengklasifikasi CNN.

Pada Gambar 4(a) dapat dilihat akurasi validasi lebih tinggi daripada akurasi pelatihan, ini bukanlah perilaku ideal untuk pengklasifikasi CNN. Hal ini dapat disebabkan oleh model tidak dilatih dan diuji dengan data yang tepat. Sehingga indikasi overfitting terjadi pada percobaan yang dilakukan. Jika akurasi validasi jauh tertinggal dari akurasi pelatihan, hal ini menunjukkan overfitting. Mirip dengan akurasi validasi, kesenjangan yang signifikan dalam akurasi pelatihan dapat mengindikasikan overfitting. Jika akurasi pelatihan jauh lebih tinggi daripada akurasi validasi, hal ini menyiratkan overfitting. Akurasi adalah metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model prediktif. Akurasi ditentukan dengan mengambil jumlah total prediksi yang benar yang dibuat oleh model dan membagi angka tersebut dengan jumlah keseluruhan prediksi yang dicoba. Perhitungan ini memberikan rasio yang jelas yang mencerminkan seberapa sering prediksi model selaras dengan hasil aktual, yang memberikan wawasan tentang efektivitasnya.



(a) (b)

Gambar 4 (a) Training and Validation Accuracy dan (b) Training and Validation Loss

Pada Gambar 4(b) adalah gambar grafik training loss dan validation loss yang dihasilkan dari percobaan yang telah dilakukan. Dari grafik tersebut dapat diartikan bahwa validation loss lebih besar daripada training loss, seperti yang terlihat pada gambar. Ini biasanya menunjukkan bahwa model tersebut overfitting, dan tidak dapat digeneralisasi pada data baru. Secara khusus, model tersebut berkinerja baik pada data pelatihan tetapi buruk pada data baru dalam set validasi. Pada suatu titik, kerugian validasi menurun tetapi mulai meningkat lagi. Alasan penting untuk kejadian ini adalah bahwa model tersebut mungkin terlalu rumit untuk data atau, model tersebut dilatih untuk jangka waktu yang lama. Dalam kasus ini, pelatihan dapat dihentikan saat kerugiannya rendah dan stabil, ini biasanya dikenal sebagai penghentian dini. Penghentian dini adalah salah satu dari banyak pendekatan yang digunakan untuk mencegah overfitting.

Percobaan yang telah dilakukan pengklasifikasi CNN dengan arsitektur ResNet mampu untuk mengklasifikasikan kelompok data gambar Street-View dengan nilai accuracy: 0.8679, kemudian nilai loss: 0.4593, nilai val_accuracy: 0.6554, dan nilai val_loss: 1.1342. Dengan hasil tersebut masih dibutuhkan penyesuaian kembali agar nilai accuracy dari model pengklasifikasi CNN-ResNet dapat ditingkatkan.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, disajikan kerangka kerja untuk memprediksi klasifikasi bangunan dengan pendekatan deep learning, dapat menghasilkan peta yang lebih informatif untuk skala wilayah dan kota. Dengan pendekatan ini, akurasi yang tinggi dapat dicapai untuk klasifikasi penggunaan lahan masing-masing bangunan. Kegiatan klasifikasi peta bangunan ini akan membantu mendapatkan wawasan tentang wilayah perkotaan, dan memiliki potensi untuk banyak analisis perkotaan yang inovatif, misalnya pemetaan kepadatan populasi perkotaan beresolusi sangat tinggi, pemahaman struktur sosial perkotaan, analisis struktur ekonomi kota, dan perencanaan perkotaan umum. Dalam penelitian yang telah dilakukan masih terjadi overfitting, maka dibutuhkan training data dalam jumlah yang besar serta meningkatkan nilai epoch pada kegiatan traning kelompok data. Untuk pekerjaan di masa mendatang, guna meningkatkan kinerja klasifikasi, dapat dilengkapi dengan fitur deskripsi teks yang terkait dengan gambar media sosial dan informasi teks yang ditampilkan dalam gambar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. Alzubaidi *et al.*, “Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions,” *J. Big Data*, vol. 8, no. 1, Dec. 2021, doi:

10.1186/s40537-021-00444-8.

[2] H. Alaeddine and M. Jihene, "Deep Residual Network in Network," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2021, pp. 1–9, 2021, doi: 10.1155/2021/6659083.

[3] S. Hochreiter, "The vanishing gradient problem during learning recurrent neural nets and problem solutions," *Int. J. Uncertainty, Fuzziness Knowldege-Based Syst.*, vol. 6, no. 2, pp. 107–116, 1998, doi: 10.1142/S0218488598000094.

[4] J. Kang, M. Körner, Y. Wang, H. Taubenböck, and X. X. Zhu, "Building instance classification using street view images," *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 145, pp. 44–59, 2018, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2018.02.006.

[5] R. Han, X. Fan, and J. Liu, "EUNet: Edge-UNet for Accurate Building Extraction and Edge Emphasis in Gaofen-7 Images," *Remote Sens.*, vol. 16, no. 13, pp. 1–21, 2024, doi: 10.3390/rs16132397.

[6] Y. Zhao, X. Zhang, W. Feng, and J. Xu, "Deep Learning Classification by ResNet-18 Based on the Real Spectral Dataset from Multispectral Remote Sensing Images," 2022.

[7] Y. Wang, *Research on Image Classification Based on ResNet*, no. Iciaai 2023. Atlantis Press International BV. doi: 10.2991/978-94-6463-300-9.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6883

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Sistem Manajemen Energi Listrik dan Otomatisasi pada Kolam Ikan

Januar Adiyansyah Ath thuur, Devi Amalia, Wahyu Setyo Pambudi, Misbahul Munir.

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ITATS

e-mail: januaradiyansyahaththuur@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia has abundant fishery resources, including tilapia (Oreochromis niloticus), a leading commodity in freshwater fisheries. With increasing market demand locally and internationally, fish farmers must control water use and production costs more efficiently by intensive cultivation with *Recirculating Aquaculture Systems (RAS)*. However, a significant challenge in RAS systems is the high operational cost, particularly the electrical energy consumption for pumps and aerators. The research aimed to implement energy management in RAS-based tilapia aquaculture by utilizing real-time electricity monitoring technology, *ON-OFF* control automation, and *Variable Speed Drive (VSD)* inverters. The researcher conducted tests on two conventional and intensive systems. The intensive system used a control strategy that integrates scheduling on timer outlets and pump speed control through inverters. The test results showed that the intensive system was more efficient than the conventional system, with an initial power consumption of 80.75 kWh, then decreasing to 67.97 kWh. The energy efficiency reached 16%, equivalent to a monthly cost saving of Rp17,279, making the total operational cost of the intensive system only Rp91,895 per month. In addition, the Blynk app-based control system enabled real-time energy monitoring and management, supporting energy savings and improved cost efficiency.

Keywords: : *Energy Efficiency, Automation, Energy Management*.

ABSTRAK

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya perikanan yang melimpah, termasuk ikan nila (Oreochromis niloticus), yang menjadi komoditas unggulan perikanan air tawar. Untuk memenuhi meningkatnya permintaan pasar, baik lokal maupun internasional, budidaya intensif dengan Resirkulasi Akuakultur Sistem (RAS) menjadi solusi yang efisien dalam penggunaan air dan biaya produksi. Namun, tantangan utama pada sistem RAS adalah tingginya biaya operasional, khususnya konsumsi energi listrik untuk pompa dan aerator. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan manajemen energi pada budidaya ikan nila berbasis RAS dengan memanfaatkan teknologi pemantauan listrik secara real-time, otomatisasi kontrol ON-OFF, dan penggunaan inverter Variable Speed Drive (VSD). Pengujian dilakukan pada dua sistem konvensional dan intensif. Sistem intensif menggunakan strategi kontrol modern yang mengintegrasikan penjadwalan pada stop kontak timer serta kontrol kecepatan pompa melalui inverter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem intensif lebih efisien dibandingkan sistem konvensional, dengan konsumsi daya sebesar 67,97 kWh, menurun dari 80,75 kWh pada sistem konvensional. Efisiensi energi mencapai 16%, yang setara dengan penghematan biaya bulanan sebesar Rp17.279, menjadikan total biaya operasional sistem intensif hanya Rp91.895 per bulan. Selain itu, sistem kontrol berbasis aplikasi Blynk memungkinkan pemantauan dan pengelolaan energi secara real-time, mendukung penghematan energi dan peningkatan efisiensi biaya.– font 9 pt

Kata kunci:. : Efisiensi Energi, Otomatisasi, Manajemen Energi

PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 17/PERMEN-KP/2020 tentang Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk Tahun 2020–2024, salah satu tujuan strategisnya adalah meningkatkan konsumsi ikan per kapita dari 56,39 kg/tahun pada tahun 2020 menjadi 62,50 kg/tahun pada tahun 2024. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan produksi ikan merupakan langkah strategis untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sekaligus mendukung ketahanan pangan nasional. Ikan nila menjadi salah satu fokus utama karena potensi budidayanya yang besar dan efisiensinya sebagai sumber protein hewani karena merupakan komoditas penting karena memiliki nilai ekonomi tinggi, kandungan gizi yang baik, serta permintaan pasar yang terus meningkat dari tahun ke tahun [1].

Usaha untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat adalah dengan budidaya intensif ikan nila dengan sistem resirkulasi akuakultur (RAS) menawarkan efisiensi air dan peningkatan produktivitas [2]. Sistem sirkulasi air merupakan satu hal yang harus dilakukan untuk menjaga pertumbuhan ikan nila agar selalu dalam kondisi baik dan sehat [3]. Namun, sistem ini memerlukan konsumsi energi tinggi untuk mengoperasikan pompa dan aerator secara berkelanjutan, sehingga biaya operasional yang besar menjadi tantangan utama pengembangannya. Selain itu belum banyak penelitian yang memanfaatkan kontrol berbasis inverter VSD dan pemantauan IoT secara simultan dalam budidaya menggunakan RAS.

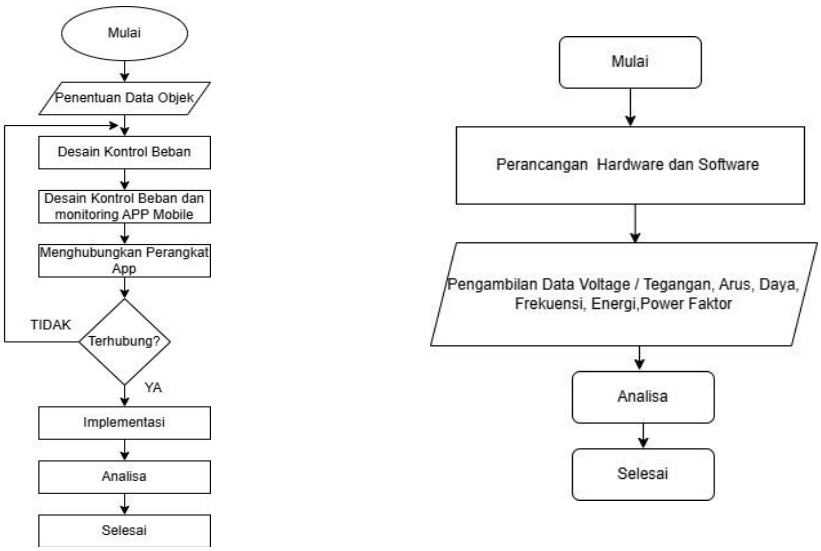
Berdasarkan hal tersebut diperlukan inovasi dalam pengelolaan energi untuk mendukung keberlanjutan budidaya intensif. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah sistem manajemen energi menggunakan kontrol daya listrik dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler untuk mengatur perangkat listrik sesuai jadwal konsumsi energi [4]. Sistem ini dapat mengoptimalkan penggunaan listrik penerapan teknologi otomatisasi pada sistem akuakultur mampu mengurangi konsumsi energi hingga 30%. Studi lain juga mengungkapkan bahwa integrasi mikrokontroler dan VSD dapat meningkatkan efisiensi hingga 25% [5], dengan menghindari jam beban puncak, yaitu pukul 05:00–08:00 dan 17:00–22:00 [6]. sehingga membantu menekan biaya operasional.Selain itu,implementasi teknologi, inverter *Variable Speed Drive* (VSD), dapat mengatur kecepatan dan daya kerja perangkat seperti pompa untuk menyesuaikan kebutuhan secara dinamis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem manajemen energi berbasis otomatisasi yang dapat diterapkan secara luas oleh petani ikan khususnya ikan nila. Pemanfaatan teknologi seperti mikrokontroler, inverter VSD, dan sumber energi terbarukan, maka harapannya sistem ini dapat mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi energi, dan mendukung target konsumsi ikan nasional sebagaimana yang telah direncanakan [7]. Pemanfaatan

aplikasi *Blynk* mampu membantu mengamati hasil upaya dalam melakukan penghematan energi listrik pada penelitian ini [8].

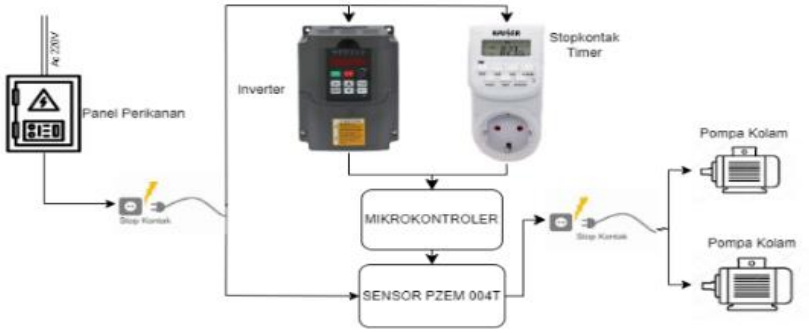
METODE

Rancang Sistem Manajemen Energi Listrik Dan Otomatisasi Pada Kolam Ikan menggunakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen.dalam penelitian ini, data numerik yang akan di kumpulkan adalah data tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan power factor. Pendekatan eksperimen di lakukan dengan menggunakan pompa kolam dan Inverter VSD sebagai pengontrol, sehingga perlu adanya pemantauan secara *real-time* penggunaan konsumsi listrik sebagai pembanding. Adapun alur perancangan pada penelitian bisa di lihat pada gambar 1.a merupakan alur penelitian sedangkan gambar 1.b merupakan alur perangkat penelitian.



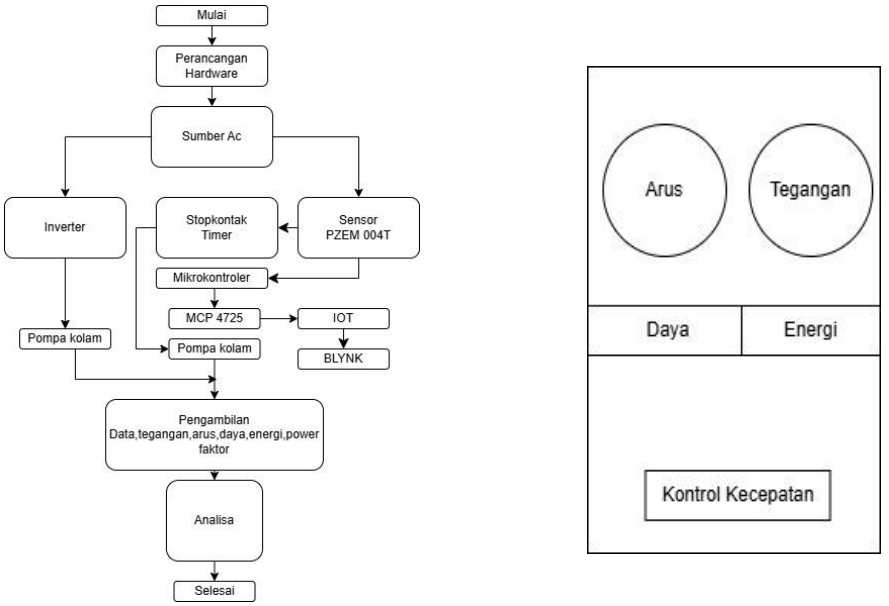
Gambar 1.a. Alur Metode Penelitian Secara umum, b. Alur Perancangan Perangkat Penelitian

Gambar 1.a merupakan tahapan – tahapan Alur penelitian secara umum sehingga akan mempermudah proses penelitian yang akan dilakukan, Metode penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen.dalam penelitin ini, data numerik yang akan di kumpulkan adalah data tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan power factor. Pendekatan eksperimen di lakukan dengan menggunakan pompa kolam dan Inverter VSD sebagai pengontrol, sehingga perlu adanya pemantauan secara real-time penggunaan konsumsi listrik sebagai pembanding. Pada gambar 1.b adalah flowchart yang menggambarkan proses pengembangan sistem berbasis aplikasi mobile untuk pengendalian dan pemantauan beban. Adapun alur perancangangan *hardware* dapat di lihat pada gambar 2 yang merujuk pada tahapan secara terknis.



Gambar 2 Desain Alat Dan Komponen

Pada Gambar 2 terdapat bagian perancangan sistem yang menunjukkan alur kerja sistem. Sumber AC yang tersedia akan disalurkan ke sensor PZEM-004T, sensor PZEM-004T ini berfungsi untuk mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya [9]. Output dari sensor ini memberikan data yang penting untuk monitoring dan kontrol sistem. Pengambilan data dan pengontrolan pada sistem dapat di lakukan dengan cara mengatur waktu pada stop kontak timer dan frekuensi inverert VSD untuk mengontrol energi pompa yang di keluarkan, setelah itu dapat dilakukan analisa pada keluaran sinyal dari pompa kolam dengan menggunakan sensor PZEM-004T. Adapun alur perancangangan sistem dapat di lihat pada gambar 3.a yang merujuk pada tahapan secara terknis



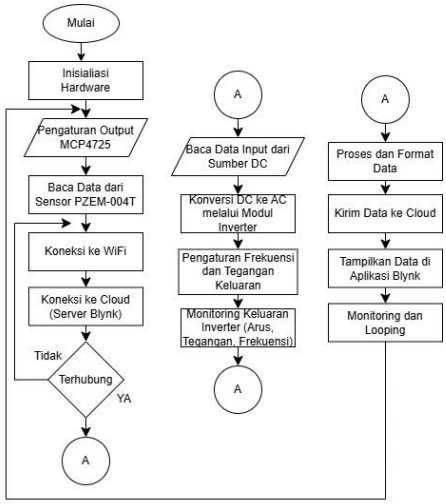
Gambar 3. a Perancangan *Hardware* dan *Software*, b Desain *Interface App Blynk*.

Pada gambar 3.a, ditampilkan alur sistem hardware yang digunakan untuk pengukuran nilai tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya. Rancangan penelitian ini mencakup aspek-aspek teknis dan metodologis yang mendasari pemilihan komponen serta integrasi sistem. Pada gambar 3.b , menampilkan desain dari interface App mobile Blynk yang digunakan untuk pemantauan secara *real-time* yang meliputi nilai tegangan, arus, daya, energi,

dan kontrol kecepatan. Gambar 3.b menunjukkan sebuah desain antarmuka (*interface*) sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT.

Adapun konrol kecepatan *Interface* ini dirancang untuk:

1. Monitoring: Memantau parameter listrik utama (arus, tegangan, daya, dan energi) dalam waktu nyata.
2. Kontrol: Memberikan pengguna kemampuan untuk mengatur kecepatan perangkat, misalnya motor, untuk mendukung kebutuhan operasional.

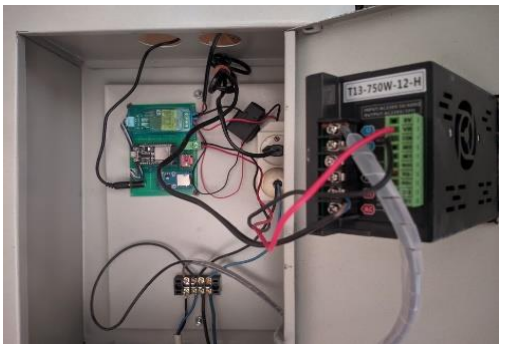


Gambar 4 Perancangan Penghubung Perangkat

Pada Gambar 4 menjelaskan Sistem integrasi antara perangkat dimulai dengan menghidupkan perangkat (*microcontroller* ESP 32, MCP4725, PZEM-004T, WiFi module, dan inverter). Flowchart tersebut menggambarkan alur kerja sistem monitoring berbasis IoT (*Internet of Things*) yang menggunakan sensor, koneksi WiFi, dan platform cloud untuk mengirim serta menampilkan data. Sistem memulai dengan menginisialisasi semua perangkat keras, microcontroller ESP 32, MCP4725: Modul DAC untuk menghasilkan sinyal analog. Sensor PZEM-004T: Digunakan untuk membaca parameter listrik (tegangan, arus, daya). Modul WiFi: dikonfigurasi untuk koneksi ke jaringan internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini peneliti melakukan analisa dengan melakukan sampel pada pertumbuhan ikan dengan membandingkan data yang di ambil pada bibit ikan nila dan dengan menggunakan konsumsi energi listrik secara sistem konvensional dan sistem intensif. Sistem intensif yang dimaksud disini adalah dengan menerapkan sistem kontrol inverter VSD dan stopkontak timer untuk mengoptimalkan kinerja pompa dan efisensi dalam mengurangi biaya konsumsi energi listrik. Pengambilan data melalui sistem pemantauan *realtime* melalui *smartphone* dengan nilai keluaran beban pada pompa seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.a dan 5.b.





Gambar 5.a Alat Penelitian, b. Hasil monitor *App Blynk*

Pada gambar 5.a adalah hasil alat penelitian yang telah di rancang dengan menggunakan sistem otomatisasi yang di dalamnya terdapat mekanik dan pemantauan adapun tujuannya sistem kontrol mampu mengatur dan mengelola pompa seperti stop kontak timer untuk mengatur on-off inverter VSD sebagai pengontrol frekuensi. Selanjutnya untuk sistem pemantauan *real-time* bertujuan untuk mengamati dan menganalisis suatu kondisi kinerja sensor PZEM-004T beserta kontrol lainya yang nantinya dapat kita memantau beserta kontrol melalui alikasi Blynk. Sistem kontrol dan pemantauan real-time yang ditampilkan

Pada Gambar 5.b merupakan bagian dari integrasi antara perangkat keras dan aplikasi Blynk, yang memungkinkan pengawasan dan pengendalian berbagai parameter penting dalam sebuah sistem. Parameter-parameter tersebut meliputi nilai arus listrik, tegangan, daya, serta penggunaan energi dalam satuan kilowatt-jam (kWh). Selain itu, sistem ini juga memberikan kemampuan untuk mengontrol kecepatan pompa secara adaptif melalui inverter, yang disesuaikan dengan kebutuhan lingkungan. Adanya kontrol pada inverter pompa dapat secara otomatis menyesuaikan kecepatan pompa sesuai dengan kebutuhan aktual, menjaga keseimbangan antara efisiensi energi dan kesehatan lingkungan perikanan. Hal ini penting dalam upaya menciptakan sistem perikanan yang berkelanjutan dan hemat energi. Di sisi lain, aplikasi Blynk memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem secara jarak jauh melalui smartphone atau perangkat lainnya, memberikan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengelolaan operasional sehari-hari.



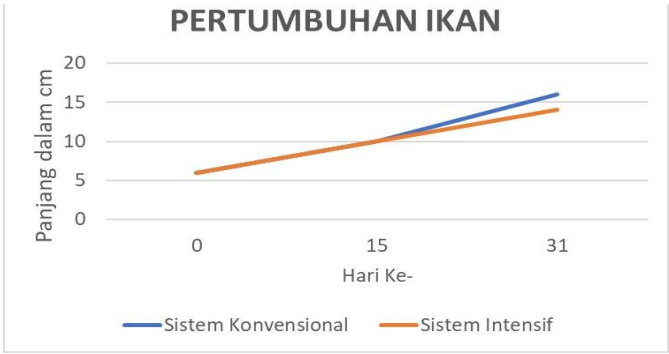
Gambar 6 Grafik perbandingan rata-rata konsmsi listrik selama 31 hari

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 6, dilakukan perbandingan antara dua sistem, yaitu sistem konvensional dan sistem intensif, untuk mengukur efektivitas penghematan energi dalam operasional sehari-hari. Pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa signifikan penerapan sistem intensif dapat mengurangi konsumsi daya listrik serta biaya operasional yang berhubungan dengan penggunaan energi.

Pada pengujian sistem konvensional, total penggunaan daya listrik yang tercatat selama satu bulan adalah sebesar 80,75 kWh. Dengan tarif listrik yang dihitung berdasarkan biaya listrik saat ini, total biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi listrik pada sistem konvensional mencapai 109.174 Rupiah. Ini menunjukkan bahwa sistem konvensional, meskipun bekerja secara fungsional, masih memiliki potensi pemborosan energi yang bisa dioptimalkan lebih lanjut., pada pengujian sistem intensif, konsumsi daya listrik selama periode yang sama berhasil ditekan menjadi 67,97 kWh. Ini menunjukkan penurunan konsumsi daya sebesar 13,06 kWh dibandingkan dengan sistem konvensional. Dengan tarif listrik yang sama, sistem intensif hanya memerlukan biaya sebesar 91.895 Rupiah per bulan. Ini berarti, terdapat penghematan biaya sebesar 17.279 Rupiah per bulan. Dengan Persamaan 2.20. persamaan ini akan membantu dalam efisiensi energi.

Penghematan Energi (%)=(80,75-67,97)/80,75 x 100% = 16%

Dari perhitungan ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem intensif berhasil menghemat sekitar 16% dari total konsumsi energi listrik dibandingkan dengan sistem konvensional. Penghematan sebesar 16% ini cukup signifikan, terutama dalam konteks penggunaan sistem dalam jangka panjang. Jika dihitung dalam skala yang lebih besar, seperti pada fasilitas industri atau komersial, penghematan energi ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap penurunan biaya operasional dan peningkatan efisiensi energi.



Gambar 7 Grafik perbandingan laju pertumbuhan ikan selama 31 hari

Berdasarkan hasil pengujian sistem, pada gambar 7, didapatkan hasil rata-rata laju pertumbuhan ikan yang terhitung 0 hari sampai dengan 31 hari . dari penerapan 2 sistem , Pengujian sistem konvensional dan sistem inetnsif , pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-15 memiliki kesamaan pertumbuhan rata-rata panjang ikan bertambah menjadi 4 cm,yang awalnya 6 cm menjadi 10 cm . pada hari ke-15 sampai dengan hari ke-30 sistem konnvensional bertumbuh 6 cm dari 10cm menjadi 16cm,sedangkan sistem intensif bertumbuh 14 cm dari 10 cm menjadi 14 cm .

Dari hasil perbandingan tersebut menunjukan adanya penurunan laju pertumbuhan ikan di setiap sistem.dimana di tunjukan pada hari ke-15 sampai dengan hari ke-31 laju pertumbuhan ikan dengan sistem konvensional cenderung lebih tinggi di bandingkan dengan sistem intesif,hal ini terjadi dikarenakan pada saat hari ke-15 sampai dengan ke-31 ikan lebih cenderung bertumbuh besar dan membutuhkan banyak oksigen terlarut.

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem manajemen energi yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan efisiensi. Strategi kontrol menggunakan stop kontak timer dan inverter VSD berhasil mengurangi konsumsi energi sebesar 16% (13,06 kWh) dan menekan biaya operasional hingga Rp17.279 per bulan. Sistem pemantauan berbasis aplikasi Blynk memungkinkan pengelolaan energi secara real-time dengan integrasi protokol yang optimal. Efektivitas sistem intensif ini terbukti melalui penghematan energi dibandingkan metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Robisalmi, B. Gunadi, and P. Setyawan, "Evaluasi Performa Pertumbuhan Dan Heterosis Persilangan Antara Ikan Nila Nirwana (Oreochromis Niloticus) Betina Dengan Ikan Nila Biru (Oreochromis Aureus) Jantan F2 Pada Kondisi Tambak Hipersalinitas," *Ber. Biol.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.14203/beritabiologi.v19i1.3758.

[2] S. Nurhadi *et al.*, "Penerapan Sistem Electric Submersible Pump (ESP) untuk Budidaya Betta Splendens Sistem Resirkulasi Akuakultur (RAS)," *JPM J. Pengabdi. Mandiri*, vol. 2, no. 11, pp. 2323–2527, 2023, [Online]. Available: http://bajangjournal.com/index.php/JPM

[3] W. Firmansyah, N. Cokrowati, and A. R. Scabra, "Pengaruh Luas Penampang Sistem Resirkulasi yang Berbeda terhadap Kualitas Air pada Pemeliharaan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) The Effect of Different Size Recirculation Systems on the Quality of Water in Tilapia (Oreochromis niloticus) Culture," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 26, no. 2, pp. 85–93, 2021.

[4] A. F. Ragali, A. Soetedjo, F. Y. Limpraptono, and T. Elektro, "Sistem manajemen energi listrik berbasis okupansi menggunakan teknologi iot di laboratorium otomasi dan robotika teknik elektro itn malang," vol. 07, no. 02, pp. 1–13, 2024.

[5] W. P. Chen, L. K. Wang, T. T. Wang, and Y. T. Chen, "An Intelligent Management System for Aquaculture's Environmental Monitoring and Energy Conservation," *Proc. 2013 Int. Work. Comput. Sci. Sport.*, vol. 77, no. Iwcss 2013, pp. 194–198, 2013, doi: 10.2991/iwcss-13.2013.52.

[6] I. M. W. A. Artha, A. Yuniarto, and A. Ahyar, "Pengaruh Elevated Reservoir dalam Meningkatkan Efisiensi Energi di PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin," *J. Ilm. Indones.*, vol. 6, no. 1, pp. 380–392, 2021.

[7] J. K. Tangka, M. N. W. EVINA, and J. N. Ngah, "Development of a Computerized Automated System for Feed, Water and Sanitation Management in Animal Farms," *Curr. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 40, no. 3, pp. 1–15, 2021, doi: 10.9734/cjast/2021/v40i331279.

[8] E. R. Arganata, W. Setyo Pambudi, and T. Suheta, "Rancang Bangun Kontrol Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya yang Dilengkapi Informasi Kondisi Lampu dengan Bantuan Internet of Things," *J. Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 2407–389, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.3923.

[9] M. N. Taufiqurohman, M. A. Alfianto, I. Sugistoro, H. Yazid, and ..., "Sistem Monitoring Energi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Sensor PZEM004T dengan Integrasi Firebase dan Blynk," *Snhrp*, pp. 529–535, 2023, [Online]. Available: https://snhrp.unipasby.ac.id/prosiding/index.php/snhrp/article/view/592/529

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6887

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Atambua Menggunakan Metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

Titiek Suheta, Novendra L Rivaldo Bere, Celestino Soares, Aji Indra Pratama
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ITATS
e-mail: hita@itats.ac.id, valdobere99@gmail.com, soarescheles@gmail.com

ABSTRACT
The reliability of a distribution system refers to the probability that a component or distribution system will fulfill its required function over a specified period. The increasing demand for electricity necessitates a distribution system with a high level of reliability. Reliability levels can be determined by the duration of power outages and the time required to restore service after an outage. The purpose of this study is to analyze the reliability indices SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), SAIDI (System Average Interruption Duration Index), CAIDI (Consumer Average Interruption Duration Index), and ASAI (Average Service Availability Index) using the FMEA (Failure Modes Effects Analysis) method at PT. PLN (Persero) Atambua Customer Service Unit. The results of the study show that for the Atapupu feeder, SAIFI = 6.5330 interruptions/customer/year, which does not meet the standard due to the frequent occurrence of disturbances during the year and the length of the line exceeding 1-2 km. However, SAIDI = 20.2244 hours/customer/year, CAIDI = 3.0956 hours/year, and ASAI = 99.77% still meet the SPLN standards. Similarly, for the Haliwen feeder, SAIFI = 3.1061 interruptions/customer/year, SAIDI = 10.4879 hours/customer/year, CAIDI = 3.3764 hours/year, and ASAI = 99.88%, and for the Motabuik feeder, SAIFI = 3.1751 interruptions/customer/year, SAIDI = 10.4752 hours/customer/year, CAIDI = 3.2990 hours/year, and ASAI = 99.8772%.

Keywords: SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, FMEA

ABSTRAK
Keandalan suatu sistem distribusi adalah peluang suatu komponen atau sistem distribusi dalam memenuhi fungsi yang dibutuhkan dalam periode tertentu. Peningkatan kebutuhan akan listrik menuntut suatu sistem distribusi tenaga listrik yang mempunyai tingkat keandalan yang baik. Tingkat keandalan dapat ditentukan dengan durasi pemadaman listrik, dan waktu yang dibutuhkan untuk pulih dari pemadaman listrik. Tujuan penelitian ini menganalisa indeks keandalan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Consumer Average Interruption Duration Index*) dan ASAI (*Average Service Availability Index*) menggunakan metode FMEA (*Failure Modes Effect Analysis*) di

PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Atambua. Hasil penelitian menunjukkan, pada penyulang Atapupu SAIFI = 6,5330 kali/pelanggan/tahun, nilai tersebut belum memenuhi standar hal ini dikarenanakan frekuensi gangguan sering terjadi selama satu tahun dan panjangnya saluran di atas 1 – 2 Kms. Namun untuk SAIDI = 20,2244 jam/pelanggan/tahun, CAIDI = 3,0956 (jam/tahun) dan ASAI = 99,77 % masih sesuai standar SPLN demikian juga untuk penyulang Haliwen SAIFI = 3,1061 kali/pelanggan/tahun, SAIDI = 10,4879 jam/pelanggan/tahun, CAIDI = 3,3764 (jam/tahun) dan ASAI 99,88 % dan penyulang Motabuik SAIFI = 3,1751 kali/pelanggan/tahun , SAIDI = 10,4752 jam/pelanggan/tahun, CAIDI = 3,2990 (jam/tahun) dan ASAI = 0,998772 %.

Kata Kunci : SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, FMEA

PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik masyarakat Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat, untuk itu harus ditunjang dengan meningkatkan keandalan suatu alat di sistem distribusi. Keandalan tersebut dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik bisa menyuplai secara kontinu dalam satu tahun ke konsumen. Namun permasalahan yang paling mendasar pada penyaluran daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan keandalan[1][2].

Untuk mengetahui keandalan suatu sistem maka ditetapkan pada indeks keandalan yang merupakan suatu parameter untuk menunjukkan tingkat keandalan dari suplai tenaga listrik sampai ke konsumen. Indeks-indeks keandalan dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*), ASAI (*Average Service Availability Index*)[3][4][5].

Penelitian berdasarkan hasil analisa dan simulasi sistem distribusi 20 kV pada UPJ Mojokerto menggunakan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada penyulang Gading didapatkan hasil nilai SAIFI 3,80237 dan 3,8174, nilai SAIDI 11,9697 dan 12,1197. Penyulang Bangsal nilai SAIFI 6,82974 dan 6,4743, SAIDI 13,9370443 dan 14,5671. Kedua penyulang tersebut nilai indeksnya belum memenuhi standart yang di tetapkan oleh PT. PLN (persero), untuk perlu itu di tingkatkan keandalan sistem distribusi yang lebih baik[6].

Penelitian dengan metode FMEA (Failure Mode and Effect) didapatkan hasil pada penyulang A nilai SAIFI 2,4534 dan SAIDI 4,4765, namun setelah dilakukan penambahan sectionalizer dan fuse, maka didapat hasil perbaikan SAIFI 2,2640 dan SAIDI 3,2851[7].

Dengan cara memasang peralatan sectionalizer dan fuse berdasarkan metode FMEA didapatkan hasil pada penyulang Blora 5 SAIFI 13,35 mengalami penurunan menjadi 12,12, sedangkan SAIDI 19,13 membaik menjadi 18,19[8].

Hasil analisa perbandingan metode *Failure Modes And Effect Analysis* (FMEA), standar SPLN dan IEEE untuk nilai indeks SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, dan ASUI memberikan hasil 1,317200 kali/pelanggan/tahun, 2,483546 jam/pelanggan/tahun, 1,859481 jam/gangguan, 0,999629, 0,000371. Dari perhitungan menunjukkan bahwa penyulang Kacer berdasarkan standar SPLN masih stabil, namun berdasarkan standar IEEE nilai SAIFI, ASAI, dan ASUI sudah termasuk andal, tidak dengan SAIDI dan CAIDI belum termasuk andal.

Pada penelitian menentukan nilai keandalan dan berbagai indeks yang berhubungan dengan kualitas pelayanan terhadap pelanggan PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Atambua. Dengan cara melihat seberapa banyak dan seberapa besar gangguan yang mempengaruhi penyaluran tenaga listrik pada konsumen serta mengevaluasi kembali indeks keandalan sistem tenaga listrik jaringan distribusi 20 kV dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) karena metode tersebut merupakan suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu sistem dan dampak yang ditimbulkan sebelum benar-benar terjadi, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil lebih awal.

METODE

A. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah saluran distribusi 20 kV Kota Atambua yang melayani penyulang Atapupu, Haliwen dan Motabuik.

B. Data Penelitian

Jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu Single line diagram, jumlah pelanggan , panjang saluran dan gangguan setiap penyulang.

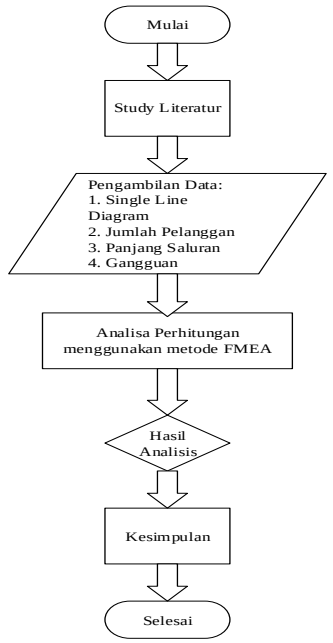
C. Analisa Data

Mengitung nilai-nilai indeks yang diinginkan menggunakan persamaan (1)-(6) dibawah ini :

1. Menghitung frekuensi gangguan[9][10]
   $\lambda_{LP} = \sum_{i=k} \lambda i$ (1)
2. Menghitung Waktu/Durasi Gangguan[11][5]
   $U_{LP} = \sum_{i=k} Ui = \sum_{i=k} \lambda i \times ri$ (2)
3. Menghitung SAIFI **(***System Average Interruption Frequency Index***)**[4][2][12][13]
   $SAIFI = \frac{\text{Total jumlah pelanggan yang mengalami gangguan}}{\text{jumlah pelanggan}} = \frac{\sum(\lambda i \times Ni)}{\sum N}$ (3)
4. Menghitung SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)[14][15][16]
   $SAIDI = \frac{\text{Total lamanya gangguan pelanggan}}{\text{Jumlah total pelanggan}} = \frac{\Sigma(Ui \times Ni)}{\Sigma N}$ (4)
5. Menghitung CAIDI (*Consumer Average Interruption Duration Index*)[3][9][14]
   $CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$ (5)
6. Menghitung ASAI (*Average Service Availability Index*)[14][4][17]
   $ASAI = \frac{\text{Jam ketersedian pelayanan}}{\text{kebutuhan jam pelayanan pelanggan}} = \Sigma \frac{Ni \times 8760 - \sum Ui \times Ni}{\sum Ni \times 8760}$ (6)

D. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini seperti yang ditampilkan pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyulang Atapupu

- **Besarnya frekuensi gangguan pada *Load poin* 1**
  λ dari load 1 adalah = 0,095 + 0,003 + 5,9424 + 0,004 = 6,0444 kali/tahun
- **Durasi gangguan**

$$U_{LP} = \sum_{i=k} \lambda i \times ri = 0{,}95 + 0{,}03 + 17{,}8272 + 0{,}04 = 18{,}8472 \text{ jam/tahun}$$

- **Nilai Indeks Keandalan dengan FMEA(*Failure Modes And Effects Analysis*)**

Dengan jumlah pelanggan pada penyulang Atapupu 537 dan total pelanggan semua penyulang sebesar 17.682, hasil perhitungan ditunjukkan maka tabel 1.

Tabel 1. Nilai Indeks Keandalan

Load Poin	Laju Kegagalan λ	Durasi Gangguan U	Jumlah Pelanggan	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI (%)
LP1	6,0444	18,8472	537	0,183568	0,572387	3,11812	0,997848
LP2	6,0444	18,8472	398	0,136052	0,424227	3,11817	0,997848
LP3	6,0444	18,8472	562	0,192114	0,599034	3,11812	0,997848
LP4	7,3646	22,9828	559	0,191088	0,72658	3,80233	0,997376
LP5	7,3646	22,9828	498	0,207418	0,647293	3,12072	0,997376
LP6	7,3646	22,9828	598	0,249069	0,777271	3,12071	0,997376
LP7	7,3646	22,9828	569	0,23699	0,739578	3,17654	0,997376
LP8	7,3646	22,9828	559	0,232825	0,72658	3,12038	0,997376
LP9	6,0444	18,8472	477	0,163057	0,508433	3,11813	0,997848
LP10	6,0444	18,8472	587	0,20066	0,62568	3,11811	0,997848
LP11	7,2378	22,5674	361	0,240278	0,460742	1,91754	0,997376
LP12	7,2378	22,5674	466	0,190748	0,594752	3,118	0,997376
LP13	7,2378	22,5674	375	0,153499	0,47861	3,118	0,997376
LP14	7,2378	22,5674	569	0,23291	0,72621	3,11799	0,997376
LP15	6,0444	18,8472	441	0,150751	0,470061	3,11813	0,997848
LP16	6,0444	18,8472	579	0,197925	0,617155	3,11813	0,997848
LP17	6,0444	18,8472	355	0,121353	0,378394	3,11813	0,997848
LP18	6,0444	18,8472	351	0,119986	0,37413	3,11811	0,997848
LP19	6,0444	18,8472	598	0,20442	0,637407	3,11812	0,997848
LP20	6,0444	18,8472	555	0,189721	0,591573	3,11812	0,997848
LP21	6,0444	18,8472	598	0,20442	0,637407	3,11812	0,997848
LP22	6,295	19,634	524	0,18655	0,581847	3,11899	0,997759
LP23	6,0444	18,8472	539	0,184251	0,574519	3,11813	0,997848
LP24	6,0444	18,8472	540	0,184593	0,575585	3,11813	0,997848
LP25	6,0444	18,8472	599	0,204762	0,638473	3,11812	0,997848
LP26	6,0444	18,8472	480	0,164083	0,511631	3,11812	0,997848
LP27	6,0444	18,8472	564	0,192797	0,601166	3,11813	0,997848
LP28	6,0444	18,8472	424	0,14494	0,451941	3,11812	0,997848
LP29	6,0444	18,8472	551	0,188353	0,58731	3,11813	0,997848
LP30	6,3118	19,9844	527	0,188119	0,595621	3,16619	0,997719
LP31	6,7492	21,0316	5	0,001908	0,005947	3,11687	0,997599
LP32	6,7492	21,0316	454	0,173291	0,540004	3,11617	0,997599
LP33	6,9046	21,5328	398	0,155414	0,484677	3,11862	0,997599
LP34	6,9046	21,5328	385	0,150338	0,468846	3,11861	0,997599
LP35	6,9046	21,5328	571	0,222968	0,695353	3,11862	0,997599
LP36	6,4132	19,9886	529	0,191866	0,598008	3,1168	0,997599

2. Penyulang Haliwen

Total λ dari *load poin* 1 2,9492 kali/tahun dan durasi gangguan 9,7016 jam/tahun, seperti yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Keandalan

Load Poin	Laju Kegagalan λ	Durasi Gangguan U	Jumlah Pelanggan	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI (%)
LP1	2,9492	9,7016	213	0,065978	0,21704	3,28958	0,998892
LP2	2,9492	9,7016	204	0,06319	0,20787	3,2896	0,998892
LP3	2,9492	9,7016	121	0,03748	0,123295	3,28962	0,998892
LP4	2,9492	9,7016	271	0,083944	0,27614	3,28957	0,998892
LP5	2,9492	9,7016	214	0,066288	0,218059	3,28957	0,998892
LP6	2,9492	9,7016	251	0,077749	0,255761	3,28957	0,998892
LP7	2,9492	9,7016	210	0,065049	0,213983	3,28957	0,998892
LP8	2,9492	9,7016	221	0,068456	0,225192	3,28959	0,998892
LP9	2,9492	9,7016	180	0,055756	0,183414	3,28958	0,998892
LP10	2,9492	9,7016	200	0,061951	0,203794	3,2896	0,998892
LP11	3,5272	11,5056	130	0,04816	0,157098	3,262	0,998686
LP12	3,5272	11,5056	251	0,092986	0,30332	3,262	0,998686
LP13	3,0152	9,9346	221	0,069988	0,2306	3,29485	0,998865
LP14	2,9492	9,7016	141	0,043675	0,143675	3,28964	0,998892
LP15	2,9492	9,7016	127	0,039339	0,129409	3,28959	0,998892
LP16	2,9492	9,7016	263	0,081466	0,267989	3,28958	0,998892
LP17	3,159	10,0846	234	0,077639	0,247852	3,19236	0,998848
LP18	3,159	10,0846	7	0,002322	0,007414	3,19294	0,998848
LP19	3,159	10,0846	150	0,049768	0,158879	3,19239	0,998848
LP20	3,159	10,0846	230	0,076312	0,243615	3,19236	0,998848
LP21	2,9492	9,7016	598	0,065668	0,216021	3,28959	0,998892
LP22	2,9492	9,7016	212	0,04987	0,164054	3,28963	0,998892
LP23	2,9492	9,7016	161	0,043366	0,142656	3,28958	0,998892
LP24	3,3834	11,1092	140	0,078179	0,256698	3,28346	0,998731
LP25	3,3834	11,1092	220	0,074981	0,246197	3,28346	0,998731
LP26	3,3834	11,1092	211	0,089195	0,292869	3,28347	0,998731
LP27	2,9492	9,7016	251	0,059163	0,194623	3,28961	0,998892
LP28	3,1492	10,3716	191	0,076737	0,252727	3,29342	0,998816
LP29	3,1492	10,3716	232	0,07376	0,242923	3,29342	0,998816
LP30	2,9492	9,7016	223	0,096024	0,31588	3,28959	0,998892
LP31	2,9492	9,7016	310	0,065049	0,213983	3,28957	0,998892
LP32	2,9492	9,7016	210	0,068146	0,224173	3,2896	0,998892
LP33	2,9492	9,7016	220	0,046773	0,153864	3,28959	0,998892
LP34	2,9492	9,7016	151	0,080536	0,264932	3,28961	0,998892
LP35	2,9492	9,7016	260	0,083634	0,275122	3,2896	0,998892
LP36	3,2896	10,8278	270	0,097433	0,320706	3,29155	0,998763
LP37	3,2896	10,8278	282	0,079812	0,262706	3,29156	0,998763
LP38	3,2896	10,8278	231	0,086377	0,284314	3,29155	0,998763
LP39	3,7498	12,3484	250	0,009846	0,324241	3,29312	0,99859
LP40	3,7498	12,3484	250	0,091372	0,300896	3,29309	0,99859
LP41	3,7498	12,3484	232	0,122486	0,403356	3,29308	0,99859
LP42	3,7498	12,3484	311	0,12603	0,415029	3,2931	0,99859
LP43	3,7498	12,3484	320	0,078769	0,259393	3,29308	0,99859
LP44	3,7498	12,3484	200	0,087039	0,286629	3,29311	0,99859
LP45	3,7498	12,3484	221	0,048443	0,159527	3,29309	0,99859

3. Penyulang Motabuik

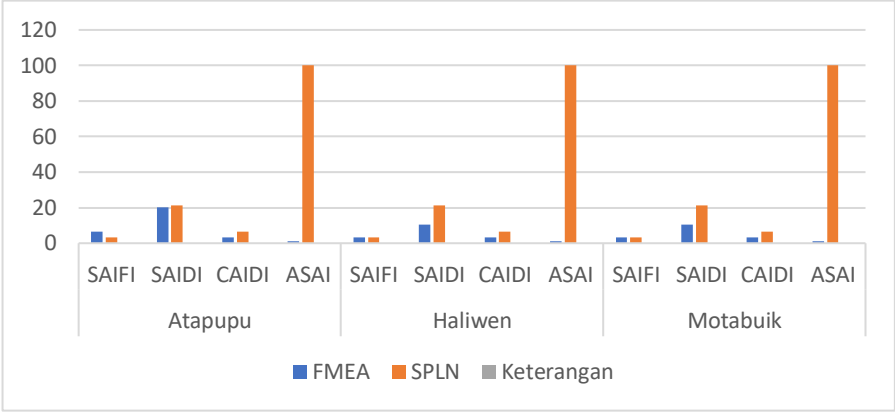
Total lamda dari *load poin* 1 3,0836 kali/tahun dan durasi gangguan 10,1748 jam/tahun seperti yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Indeks Nilai Keandalan

Load Poin	Laju Kegagalan λ	Durasi Gangguan U	Jumlah Pelanggan	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI (%)
LP1	3,0836	10,1748	130	0,071278	0,235193	3,29966	0,998838
LP2	3,0836	10,1748	139	0,076213	0,251475	3,29963	0,998838
LP3	3,0836	10,1748	127	0,069633	0,229765	3,29966	0,998838
LP4	3,202	10,565	425	0,241972	0,798386	3,2995	0,998794
LP5	3,0836	10,1748	35	0,01919	0,063321	3,29969	0,998838
LP6	3,0836	10,1748	276	0,151329	0,499332	3,29965	0,998838
LP7	3,0836	10,1748	276	0,151329	0,499332	3,29965	0,998838
LP8	3,0836	10,1748	290	0,159005	0,524661	3,29965	0,998838
LP9	3,0836	10,1748	10	0,005483	0,018092	3,29965	0,998838
LP10	3,0836	10,1748	75	0,041122	0,135688	3,29965	0,998838
LP11	3,0836	10,1748	69	0,037832	0,124833	3,29967	0,998838
LP12	3,182	10,505	225	0,127303	0,420275	3,30138	0,998801
LP13	3,0836	10,1748	306	0,167778	0,553608	3,29965	0,998838
LP14	3,0836	10,1748	355	0,194644	0,642257	3,29965	0,998838
LP15	3,6542	12,0266	15	0,009746	0,032077	3,2913	0,998627
LP16	3,6542	12,0266	85	0,055229	0,181768	3,29117	0,998627
LP17	3,6542	12,0266	2	0,0013	0,004277	3,29	0,998627
LP18	3,6542	12,0266	225	0,146194	0,48115	3,29118	0,998627
LP19	3,0836	10,1748	123	0,06744	0,222529	3,29966	0,998838
LP20	3,0836	10,1748	75	0,041122	0,135688	3,29965	0,998838
LP21	3,0836	10,1748	125	0,068537	0,226147	3,29963	0,998838
LP22	3,175	10,484	237	0,133797	0,441804	3,30205	0,998803
LP23	3,0836	10,1748	50	0,027415	0,090459	3,29962	0,998838
LP24	3,0836	10,1748	342	0,187516	0,618738	3,29965	0,998838
LP25	3,171	10,472	2	0,001128	0,003724	3,30142	0,998805
LP26	3,0836	10,1748	135	0,07402	0,244239	3,29964	0,998838
LP27	3,0836	10,1748	254	0,139266	0,45953	3,29966	0,998838
LP28	3,1816	10,5038	2	0,001131	0,003735	3,30239	0,998801
LP29	3,0836	10,1748	212	0,116238	0,383545	3,29965	0,998838
LP30	3,6846	12,1528	1	0,000655	0,002161	3,29924	0,998613
LP31	3,6846	12,1528	145	0,094998	0,313328	3,29826	0,998613
LP32	3,6846	12,1528	15	0,009827	0,032413	3,29836	0,998613
LP33	3,6846	12,1528	5	0,003276	0,010804	3,29792	0,998613
LP34	3,6846	12,1528	10	0,006552	0,021609	3,29808	0,998613
LP35	3,0836	10,1748	276	0,151329	0,499332	3,29965	0,998838
LP36	3,0836	10,1748	30	0,016449	0,054275	3,29959	0,998838
LP37	3,0836	10,1748	25	0,013707	0,045229	3,2997	0,998838
LP38	3,47	11,439	30	0,01851	0,061019	3,29654	0,998694
LP39	3,47	11,439	120	0,07404	0,244075	3,29653	0,998694
LP40	3,47	11,439	70	0,04319	0,142377	3,29653	0,998694
LP41	3,0836	10,1748	25	0,013707	0,045229	3,2997	0,998838
LP42	3,4166	11,2788	20	0,01215	0,04011	3,30124	0,998712
LP43	3,4166	11,2788	35	0,021263	0,070192	3,30113	0,998712
LP44	3,4166	11,2788	75	0,045563	0,150411	3,30117	0,998712
LP45	3,0836	10,1748	120	0,065795	0,217101	3,29966	0,998838

4. Hasil Perbandingan Indeks Keandalan

Hasil perbandingan Indeks Keandalan antara FMEA dengan Standar SPLN seperti yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Perbandingan Indeks Keandalan antara FMEA dengan Standar SPLN

Nilai SAIFI pada penyulang Atapupu berdasarkan perhitungan dengan metode FMEA besarnya melebihi standar SPLN, hal ini dikarenakan penyulang Atapupu setiap saluran mempunyai panjang 1 – 2 Kms dan frekuensi gangguan sering terjadi selama satu tahun.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan indeks keandalan dengan metode FMEA, dapat disimpulkan bahwa hanya pada penyulang Atapupu nilai SAIFI = 6,533085 melebihi standar SPLN karena masing-masing saluran pada penyulang tersebut mempunyai panjang 1 – 2 Kms dengan frekuensi gangguan yang sering terjadi selama satu tahun. Namun untuk nilai SAIDI, CAIDI dan ASAI sesuai standar, demikian juga untuk penyulang Haliwen dan Motabuik nilai indeks keandalan masih sesuai standar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. Santander, "ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK (STUDI KASUS DI PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK 150 KV GEJAYAN) TUGAS," **経済志林**, vol. 87, no. 1,2, hal. 149–200, 2017.

[2] K. Dan, K. Di, P. T. Pln, A. P. J. Jember, J. M. T. Haryono, dan A. K. S. Distribusi, "Martha Yudistya Perdana[1] , Ir . Teguh Utomo , MT . [2] , Dr . Ir . Harry Soekotjo D ., M . Sc . [3]," *Anal. Keandalan Sist. Distrib. Tenaga List. Penyulang Jember Kota Dan Kalisat Di Pt.Pln Apj Jember*, hal. 1–9.

[3] T. Arfianto, dan wahyu A. Purbandoko, "Studi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Dari Gangguan Faktor Alam Di Pt. Pln (Persero) Rayon Cimahi Selatan," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, 2018, doi: 10.33387/protk.v5i2.705.

[4] T. Akhir, "STUDI KETERANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI UDARA 20 kV PADA GARDU HUBUNG KANDIS KOTA PADANG," 2008.

[5] T. D. D. Bobo, W. F. Galla, dan E. R. Mauboy, "Analisis Keandalan Pada Jaringan Distribusi Penyulang Oesao, Camplong Dan Buraen," *J. Media Elektro*, vol. VIII, no. 1, hal. 63–71, 2019, doi: 10.35508/jme.v8i1.964.

[6] A. F. Setiawan dan T. Suheta, "Analisa Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di PT. PLN (PERSERO) UPJ Mojokerto Menggunakan Metode FMEA (FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS)," *Cyclotron*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.30651/cl.v3i1.4304.

[7] B. A. Izzaty, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Pada Pt . Pln (Persero) Unit Layanan Pelanggan Gedangan Dengan Metode Fmea (Failure Modes and Effects Analysis)," 2019.

[8] M. U. Khusni NM, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di PT. PLN Rayon Blora dengan Metode FMEA," *Skripsi. Dep. Tek. Elektro ITS*, 2017.

[9] U. Usman, I. Indra, M. Thahir, S. Sofyan, A. R. Idris, dan S. Thaha, "Penentuan Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Penyulang Malili dengan Metode Section Technique dan FMEA," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, hal. 126, 2022, doi: 10.33387/protk.v9i2.4985.

[10] Titiek Suheta dan Muhammad Faisal A, "Analisa Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Dan Rekonfigurasi Recloser Pada Penyulang Kamal," *J. JEETech*, vol. 3, no. 2, hal. 64–70, 2022, doi: 10.48056/jeetech.v3i2.196.

[11] N. I. Arifani dan H. Winarno, "Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 Kv Pada Penyulang Pandean Lamper 1,5,8,9,10 Di Gi Pandean Lamper," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 3, hal. 131–134, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i3.8929.

[12] S. Dan *et al.*, "EVALUASI KEANDALAN JARINGAN BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIDI DAN SAIFI PADA PT PLN (PERSERO)," 2019.

[13] C. Wang, T. Zhang, F. Luo, P. Li, dan L. Yao, "Fault incidence matrix based reliability evaluation method for complex distribution system," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 33, no. 6, hal. 6736–6745, 2018, doi: 10.1109/TPWRS.2018.2830645.

[14] D. Dasman dan H. Handayani, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 2, hal. 170–179, 2017, doi: 10.21063/jte.2017.3133623.

[15] J. D. Haryantho dan H. H. Tumbelaka, "Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Di Daerah Pelayanan P.T. PLN (Persero) Area Timika Berbasis SAIDI SAIFI," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, hal. 71–74, 2017, doi: 10.9744/jte.10.2.71-74.

[16] R. Sulistyowati, T. Suheta, N. P. U. Putra, dan ..., "Keandalan Sistem Distribusi 20KV Pada Penyulang Sistem Distribusi PT. PLN UP3 Surabaya Utara Dengan Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA)," *... Nas. Sans dan ...*, hal. 1–8, 2022, [Daring].
Tersedia pada: http://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/3656%0Ahttp://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/3656/2802.

[17] S. Firdaus, D. Notosudjono, dan H. Soebagia, "Studi Keandalan Sistem Distribusi Pada Penyulang Di Kecamatan Cisarua Kabupaten Bogor," *Stud. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Pakuan Bogor*, hal. 1–11, 2017.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6890

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Aplikasi Fingerprint di TPQ AL-IKHLAS Dengan Metode Rapid Application Development

Alfa Berlio Muda, Rahmi Rizkiana Putri, Atthalariq Riggianta Mustofa, Sugiyanto

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: animeloversichi@gmail.com

ABSTRACT

Attendance is a critical component of human resource management, designed to organize work schedules and facilitate accurate payroll calculations. At TPQ Al- Ikhlas, attendance is currently recorded manually using paper sheets signed by teachers. This traditional method leads to document accumulation and heavy reliance on administrators for tracking attendance. To address these challenges, a fingerprint-based attendance application was developed to streamline the process. The application was created using the Rapid Application Development (RAD) methodology to seamlessly integrate the fingerprint system into TPQ's existing web infrastructure, ensuring that all functionalities align with organizational requirements. The development utilized the Laravel 8 framework and the PHP 8.1 programming language. The application's readiness was assessed using the System Usability Scale (SUS). The initial evaluation yielded a score of 77.2% (acceptable). After iterative improvements, the score increased to 82.8% (acceptable) in the second evaluation, indicating the application's readiness for integration with the TPQ Al-Ikhlas website. Further testing, conducted in accordance with ISO/IEC 25022 standards, produced the following results: Effectiveness at 81%, Efficiency at 76%, Satisfaction at 82%, and Risk-free operation at 71%. The average evaluation score of 78% falls within the "Good" category.

Keywords: *fingerprint; attendance; Rapid Application Development; Laravel; PHP;*

ABSTRAK

Presensi merupakan aspek penting dalam manajemen sumber daya manusia yang bertujuan untuk mengatur jadwal kerja dan menghitung penggajian. Pada TPQ Al-Ikhlas, pencatatan kehadiran masih dilakukan secara manual menggunakan lembaran kertas yang ditandatangani. Hal ini menyebabkan penumpukan berkas presensi dan ketergantungan pengajar pada admin untuk melakukan presensi, hal tersebut dapat diatasi dengan aplikasi fingerprint untuk mempermudah pencatatan presensi. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan metode Rapid Application Development (RAD). Metode tersebut membantu untuk mengintegrasikan aplikasi fingerprint kedalam sistem web TPQ yang telah ada agar setiap fungsionalitas aplikasi yang dikembangan sesuai dengan kebutuhan TPQ. Aplikasi ini dikembangan menggunakan framework Laravel 8 mengunakan php 8.1 sebagai bahasa pemrograman. SUS digunakan untuk menilai kesiapan aplikasi sebelum diintegrasikan ke dalam website TPQ. SUS pertama menghasilkan skor 77,2% (acceptable). Setelah perbaikan, skor meningkat menjadi 82,8% (acceptable) pada SUS kedua, menunjukkan aplikasi siap diintegrasikan ke website TPQ Al-Ikhlas. Aplikasi ini telah diuji menggunakan ISO/IEC 25022 dengan hasil pengujian karakteristik efektifitas sebesar 81%, efisiensi 76%, kepuasan 82%, dan bebas resiko 71%. Dengan rata-rata evaluasi sebesar 78% yang termasuk dalam kategori baik.

Kata kunci: Fingerprint; Presensi; Rapid Application Development; Laravel; php;

PENDAHULUAN

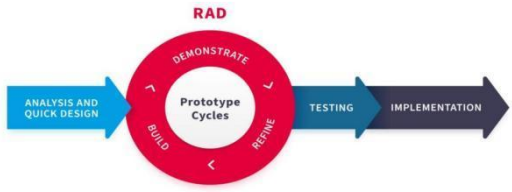
Presensi mengacu pada pencatatan kehadiran seseorang di suatu lokasi atau acara tertentu. Dalam konteks profesional, presensi berperan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait produktivitas, kedisiplinan, dan efisiensi operasional. Selain itu, data presensi juga digunakan dalam perhitungan upah, insentif, serta penilaian kinerja. Oleh karena itu, perusahaan atau institusi perlu memiliki sistem presensi yang andal, akurat, dan mudah diakses guna memastikan kelancaran manajemen kehadiran [1].

Sistem presensi dapat dilakukan secara manual atau dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (*IoT*), seperti kartu identitas (*ID card*). Pendekatan manual memiliki kelemahan, antara lain potensi pemalsuan tanda tangan, risiko kehilangan lembar absensi, keterbatasan dalam penyimpanan dokumen fisik, serta kesulitan dalam menganalisis data. Selain itu, penumpukan kertas menimbulkan permasalahan administratif dan memerlukan waktu lebih lama dalam pemrosesan data kehadiran [1]. Untuk mengatasi permasalahan ini, teknologi biometrik, seperti *fingerprint*, banyak diadopsi oleh berbagai organisasi.

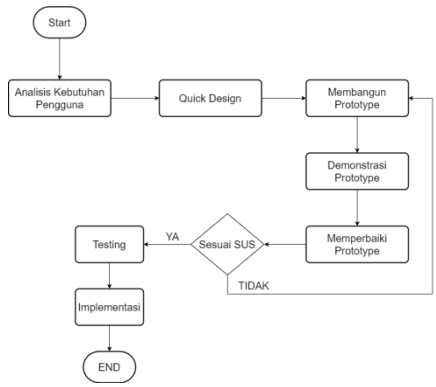
Teknologi *fingerprint* memungkinkan presensi dilakukan secara otomatis, cepat, dan akurat, serta mengurangi risiko kesalahan manusia dan kecurangan. Dengan teknologi ini, data kehadiran dapat diakses secara *real-time*, sehingga mempermudah pemantauan pola kehadiran dan menghasilkan laporan yang lebih akurat. Selain itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan sistem penggajian dan manajemen sumber daya manusia untuk meningkatkan efisiensi operasional [2], [3].

Dalam pengembangan sistem informasi, metode *Rapid Application Development* (*RAD*) dipilih dalam penelitian ini karena mampu mempercepat proses pengembangan melalui pembuatan prototipe yang dapat diuji dan disesuaikan dengan cepat [4], [6]. Metode ini sangat efektif untuk proyek dengan keterbatasan waktu namun tetap menuntut kualitas yang optimal. Dengan *RAD*, pengembang dapat berkolaborasi lebih intens dengan pengguna guna memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan [5], [7]. TPQ Al-Ikhlas adalah lembaga pendidikan yang berfokus pada pengajaran membaca Al-Qur'an bagi anak-anak dan remaja serta penanaman nilai-nilai moral dan akhlak. Namun, pencatatan kehadiran pengajar masih dilakukan secara manual, yang memerlukan waktu lama dan rentan terhadap kesalahan. Selain itu, penumpukan dokumen presensi serta ketergantungan proses presensi pada admin menyebabkan sistem ini kurang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem presensi digital guna mempercepat, meningkatkan akurasi, dan meningkatkan efisiensi pencatatan kehadiran, sehingga proses administrasi dapat berjalan lebih efektif.

METODE
Rapid Application Development



Gambar 1. RAD



Gambar 2. Flowchart RAD

Gambar 1 dan Gambar 2 merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini. Proses dimulai dengan analisis kebutuhan pengguna, yang dilakukan melalui sesi wawancara mendalam dengan para pengguna atau pihak terkait. Wawancara ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, masalah, dan harapan pengguna terhadap sistem yang akan dibangun. Data yang diperoleh dari wawancara kemudian diolah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai fitur dan fungsi yang dibutuhkan.

Data yang diperoleh melalui wawancara kemudian digunakan untuk menyusun desain cepat sebagai rancangan awal yang menggambarkan struktur dasar serta alur kerja sistem yang akan dikembangkan. Rancangan ini berperan sebagai pedoman awal dalam proses pengembangan sistem agar lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan.

Setelah menyusun rancangan awal, tahap selanjutnya adalah pembuatan prototipe, di mana model sistem mulai dikembangkan berdasarkan desain yang telah dirancang. Pada tahap ini, pengguna dilibatkan secara langsung untuk memberikan masukan dan umpan balik terhadap prototipe yang telah dibuat. Proses ini bersifat iteratif, dengan setiap siklus penyempurnaan bertujuan untuk menyesuaikan sistem agar semakin mendekati kebutuhan ideal pengguna.

Untuk memastikan bahwa sistem memenuhi ekspektasi pengguna, dilakukan evaluasi dengan metode *System Usability Scale* (SUS). Survei ini bertujuan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan, efisiensi, serta tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

Setelah evaluasi selesai, sistem memasuki tahap pengujian (*testing*), di mana dilakukan serangkaian uji coba untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi standar *ISO/IEC 25010*. Pengujian ini mencakup aspek fungsionalitas, keamanan, dan kinerja sistem guna memastikan kesiapan sistem untuk diimplementasikan dalam lingkungan kerja yang sesungguhnya. Melalui pendekatan ini, diharapkan sistem yang dihasilkan dapat beroperasi secara optimal dan memberikan manfaat maksimal bagi penggunanya.

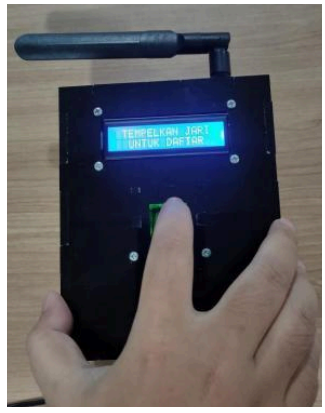
HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat Fingerprint

Dalam penelitian ini, alat *fingerprint* dirancang khusus untuk mendukung sistem presensi yang lebih efisien dan akurat. Alat ini dilengkapi dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang disesuaikan guna memastikan integrasi yang optimal dengan sistem. Spesifikasi lengkap alat *fingerprint* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Fingerprint

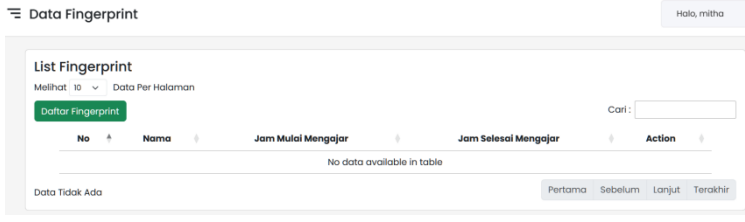
Jenis	Nama Alat
Sensor Fingerprint	R307
Main Board	ESP32
LCD	LCD 1602 16x2
Speaker	Speaker Fullrange 45mm 4 ohm 5 watt
Wifi antena	Antena wifi 2.4 GHZ SMA



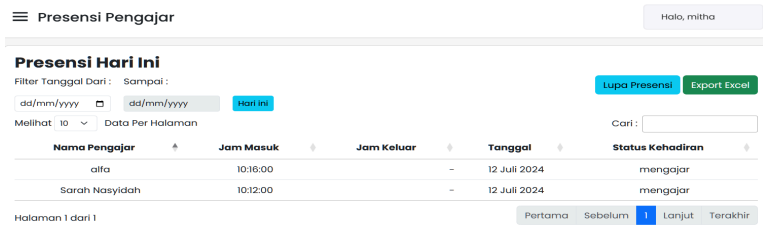
Gambar 3. Alat Fingerprint

Gambar 3 menunjukkan perangkat fingerprint yang digunakan dalam sistem presensi guna memastikan proses identifikasi yang akurat dan efisien.

Prototype



a)



b)

Gambar 4. a) List Data *Fingerprint*, b) Data Presensi Hari ini

Gambar 4. a) menampilkan halaman data *fingerprint*, yang digunakan untuk mencatat daftar *fingerprint* pengajar. Sementara itu, Gambar 4. b) menunjukkan halaman data presensi, di mana admin dapat memantau seluruh data kehadiran.

Hasil uji coba prototipe aplikasi menggunakan *System Usability Scale* (SUS) bertujuan untuk menilai kelayakan, kemudahan penggunaan, serta tingkat kepuasan pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan. Pengujian ini dilakukan guna memastikan bahwa aplikasi memenuhi standar kualitas yang ditetapkan sebelum diimplementasikan. Hasil evaluasi dari pengujian SUS dapat dilihat secara rinci pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian SUS

	SUS pertama	**SUS kedua**
Skor SUS	77,2%	82,8%

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian pada prototipe pertama menunjukkan skor 77,2%, sementara setelah dilakukan perbaikan pada iterasi prototipe kedua, skor meningkat menjadi 82,8%. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa pengguna merasa lebih puas dengan aplikasi yang dikembangkan, sehingga mencerminkan keberhasilan sistem presensi ini.

Uji Perangkat Lunak

Untuk memastikan bahwa aplikasi ini memenuhi standar *ISO/IEC 25022* terkait kualitas perangkat lunak, dilakukan evaluasi berdasarkan kriteria yang ditetapkan dalam standar tersebut. Hasil evaluasi sesuai dengan *ISO/IEC 25022* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian ISO/IEC 25022

Karakteristik ISO/IEC 25022	**Rata-rata**
Efektifitas	81%
Efisiensi	76%
Kepuasan	82%
Bebas resiko	71%
Total	78%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Aplikasi Fingerprint di TPQ Al-Ikhlas, yang dikembangkan menggunakan metode Rapid Application Development (RAD), dapat disimpulkan bahwa aplikasi presensi ini berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pencatatan kehadiran. Keberhasilan ini dibuktikan melalui hasil pengujian berdasarkan standar ISO/IEC 25022, yang menunjukkan tingkat efektivitas sebesar 81% dan efisiensi sebesar 76%.

Dengan adanya aplikasi ini, pengajar tidak lagi perlu menunggu kehadiran admin untuk mencatat presensi, sementara admin dapat lebih mudah dalam mengelola serta merekap data kehadiran secara otomatis. Hal ini tidak hanya mengurangi potensi kesalahan, tetapi juga mempercepat proses administrasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. W. Fridayanthie, H. Haryanto, and T. Tsabitah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," P, vol. 23, no. 2, Sep. 2021, doi: 10.31294/p.v23i2.10998.

[2] A. A. Magriyanti and Z. Mustofa, "IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI PRESENSI KEHADIRAN SISWA MENGGUNAKAN FINGERPRINT TERINTEGRASI DENGAN SMS GATEWAY," JTIKP, vol. 11, 2020, doi: 10.51903/jtikp.v11i1.

[3] Tri Budiarto and Budi Hartono, "Perancangan Sistem Presensi Karyawan Menggunakan Scan Sidik Jari pada MTs Fatahillah Karangawen Demak," JCI, vol. 3, no. 1, pp. 28–41, Jun. 2023, doi: 10.54066/jci.v3i1.279.

[4] A. R. Vramudya and S. Sahara, "Penerapan Metode Rapid Application Development Sistem Penggajian PJLP di Suku Dinas Kebudayaan Jakarta Timur," IMTECHNO, vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.31294/imtechno.v5i1.

[5] A. Khuwarismi Ijtaba Robbuhu and A. Surya Editya, "Game Edukasi Matematika untuk Anak Sekolah Dasar Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)," NCDR, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, Oct. 2023, doi: 10.55732/ncdr.v1i1.1055.

[6] Rizky Parlika, Muhammad Afifudin, Ilham Akbar Pradana, Yohanes Dimas Wisnu Wiratama, and Muhammad Nur Holis, "STUDI LITERATUR EFISIENSI MODEL RAPID APPLICATION DEVELOPMENT DALAM PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK," PJSTI, vol. 8, no. 2, pp. 64–73, Jan. 2023, doi: 10.31961/positif.v8i2.1329.

[7] Y. A. Singgalen, "Implementation of rapid application development for spatio-temporal database management," vol. 7, 2024, doi: 10.35335/mantik.v7i4.4525.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6901

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengenalan Sinyal Otak Berbasis Machine Learning untuk Aktivasi Lampu Sen Otomatis pada Kendaraan Bermotor (Kasus Ibu-Ibu di Indonesia)

M Budi Hartanto, Iin Marliana, Arie Setya Putra, Fadhilah Dirayati,

Rosyana Fitria Purnomo

Universitas Mitra Indonesia Bandar Lampung
e-mail: budi.hartanto@umitra.ac.id

ABSTRACT

This study proposes an automatic turn signal activation system for motor vehicles based on brain signals using a machine learning approach, with a focus on rider behavior, particularly among Indonesian mothers. The problem addressed is riders' negligence in signaling when turning. EEG signal data were collected from 100 riders, divided into several groups, and processed to train machine learning models. Three machine learning algorithms used in this study are Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbors (KNN), and Random Forest. The experimental results show that the system effectively recognizes brain signal patterns with the highest accuracy of 92%, sensitivity of 89%, and specificity of 91%. The implementation of this system is expected to reduce the risk of accidents caused by riders' negligence in signaling when turning.

Keywords: *Automation; dynamic system; embedded system; brain signals; driving safety.*

ABSTRAK

Abstrak penelitian ini mengusulkan sistem otomatisasi aktivasi sinyal belok pada kendaraan bermotor berbasis sinyal otak menggunakan pendekatan pembelajaran mesin, dengan fokus pada perilaku pengendara, khususnya ibu-ibu di Indonesia. Masalah yang diangkat adalah kelalaian pengendara dalam memberikan sinyal saat berbelok. Data sinyal EEG dikumpulkan dari 100 pengendara, yang terbagi dalam beberapa kelompok, dan diproses untuk melatih model pembelajaran mesin. Tiga algoritma machine learning yang digunakan dalam penelitian ini adalah Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbors (KNN), dan Random Forest. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mengenali pola sinyal otak dengan akurasi tertinggi sebesar 92%, sensitivitas 89%, dan spesifisitas 91%. Dengan implementasi sistem

ini, diharapkan dapat mengurangi risiko kecelakaan akibat kelalaian pengendara dalam memberikan sinyal saat berbelok.

Kata kunci: Otomasi; sistem dinamis; sistem tertanam; sinyal otak; keselamatan berkendara.

PENDAHULUAN

Keselamatan berlalu lintas adalah isu yang sangat penting dalam dunia transportasi, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Berdasarkan data dari[1], salah satu penyebab utama kecelakaan adalah kelalaian pengendara dalam memberikan sinyal saat akan berbelok atau berpindah jalur. Masalah ini sering ditemui pada pengendara sepeda motor, termasuk ibu-ibu, yang cenderung kurang memperhatikan penggunaan lampu sen [2]. Kelalaian ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan solusi inovatif untuk meningkatkan keselamatan berkendara, terutama pada pengendara sepeda motor yang sering kali tidak memberikan sinyal saat berbelok atau berpindah jalur.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan teknologi berbasis sinyal otak untuk berbagai aplikasi. Dalam bidang kontrol perangkat, sinyal otak telah terbukti efektif untuk mengendalikan prostetik dan perangkat eksternal lainnya [3]. Di sektor otomotif, beberapa penelitian telah mencoba menggunakan teknologi ini untuk mendeteksi kelelahan pengemudi [4], serta mengembangkan sistem pengemudi otomatis berbasis sinyal otak [5]. Meskipun demikian, aplikasi nyata teknologi berbasis sinyal otak dalam sistem otomotif untuk aktivasi lampu sen otomatis masih sangat terbatas dan belum banyak dibahas. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan teknologi sinyal otak ke dalam sistem otomotif untuk meningkatkan keselamatan berkendara.

Sistem yang diusulkan dalam penelitian ini menggunakan perangkat EEG (Electroencephalography) untuk mendeteksi sinyal otak pengendara, yang kemudian diproses menggunakan algoritma machine learning. Tiga algoritma yang dipilih dalam penelitian ini adalah Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), dan Random Forest. Pemilihan ketiga algoritma ini didasarkan pada keunggulannya dalam menangani berbagai jenis data. SVM dikenal dengan kemampuannya untuk menangani data dengan dimensi tinggi dan memiliki margin pemisahan yang jelas antara kelas [6]. KNN sangat efektif dalam tugas klasifikasi berbasis jarak, yang cocok untuk mengenali pola yang lebih sederhana dalam data [7]. Sementara itu, Random Forest terbukti handal dalam mengurangi overfitting pada dataset yang kompleks dan memiliki akurasi yang tinggi dalam berbagai tugas klasifikasi [7].

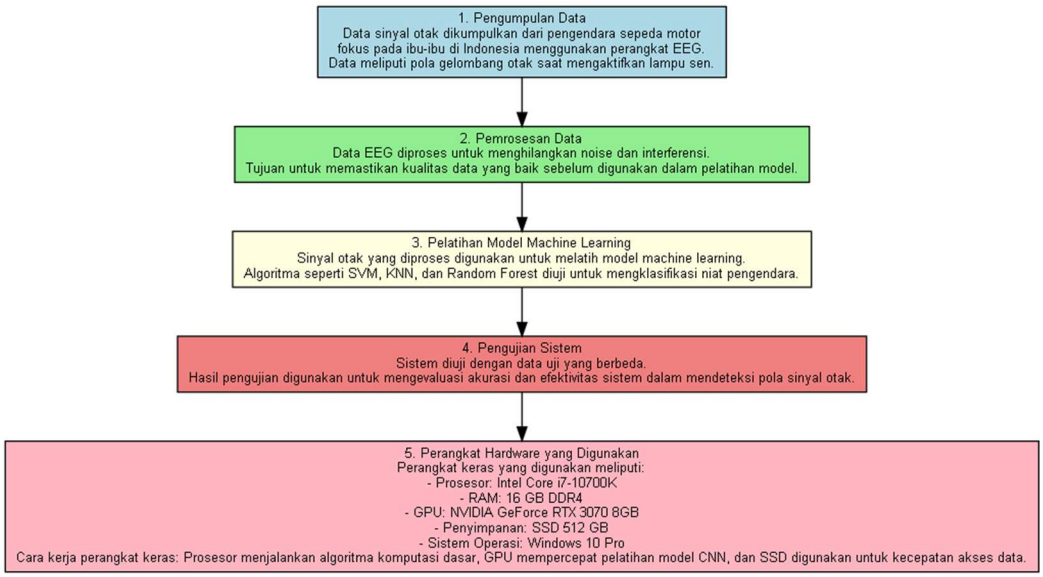
Meskipun penggunaan teknologi berbasis sinyal otak telah menunjukkan potensi yang besar dalam bidang robotika dan alat bantu medis, integrasinya ke dalam sistem otomotif membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk memastikan keandalan dan keamanan penggunaannya. Penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan menerapkan teknologi sinyal otak dalam sistem otomotif untuk mengaktifkan lampu sen otomatis, yang berpotensi meningkatkan keselamatan berkendara di Indonesia, khususnya bagi pengendara sepeda motor yang sering mengabaikan penggunaan sinyal.

Penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi pola sinyal otak secara akurat untuk mengaktifkan lampu sen secara otomatis, yang pada gilirannya dapat mengurangi risiko kecelakaan akibat kelalaian pengendara dalam memberikan sinyal. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menunjukkan potensi aplikasi machine learning dalam meningkatkan

keselamatan berkendara dan membuka peluang inovasi baru dalam bidang otomotif berbasis sinyal otak [8][9].

METODE

Metode penelitian ini dijelaskan secara detail, dimulai dari pengumpulan data menggunakan perangkat EEG, pra-pemrosesan data, pelatihan model machine learning, hingga pengujian sistem. Diagram alur pada gambar 1 yang menggambarkan langkah-langkah penelitian ini akan disertakan dalam dokumen untuk memperjelas proses yang dilakukan.



Gambar 1. Menjelaskan langkah-langkah utama yang dilakukan dalam penelitian ini.

1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data sinyal otak dikumpulkan dari berbagai pengendara sepeda motor, dengan fokus pada ibu-ibu di Indonesia. Pengumpulan data dilakukan menggunakan perangkat EEG yang dipasang pada kepala pengendara. Data yang diperoleh mencakup pola gelombang otak yang tercatat saat pengendara berniat untuk mengaktifkan lampu sen [5][10] .

Mekanisme Perekaman Data EEG

Proses perekaman data EEG dimulai dengan memasang elektroda EEG pada titik-titik tertentu di kulit kepala pengendara. Perangkat EEG yang digunakan dalam penelitian ini adalah **[sebutkan spesifikasi perangkat EEG, misalnya: NeuroSky, Emotiv, atau device lainnya]**, yang memiliki resolusi tinggi untuk merekam sinyal otak dengan presisi.Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah **2000 rekaman data EEG dari 50 pengendara yang berbeda**, yang terbagi dalam dua kategori utama: data pelatihan dan data pengujian.

Rumus (1) ini untuk menggambarkan sinyal EEG yang tercatat adalah sebagai berikut:

$$X(t) = A\cos(2\pi ft + \phi) + N(t) \quad \text{.....(1)}$$

Dimana :

$X(t)$adalah sinyal EEG pada waktu t

A adalah amplitudo sinyal untuk frekuensi

f adalah frekuensi sinyal gelombang otak,

ϕ adalah fase sinyal,

$N(t)$ adalah noise atau gangguan dalam sinyal EEG

2. Pemrosesan Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah pemrosesan sinyal EEG. Data yang dikumpulkan akan melalui tahap pra-pemrosesan untuk menghilangkan noise dan mengurangi interferensi dari sinyal yang tidak relevan. Teknik ini penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam pelatihan model machine learning memiliki kualitas yang baik dan dapat dianalisis secara akurat [9]. Teknik pemrosesan ini sangat penting untuk memastikan kualitas data yang optimal sebelum dilakukan pelatihan model.

Pra-pemrosesan Sinyal EEG

Pra-pemrosesan dilakukan dengan menggunakan filtering bandpass untuk mengisolasi frekuensi tertentu, dengan tujuan mengurangi noise dan memperjelas sinyal yang relevan. Fungsi filter yang diterapkan pada sinyal EEG dapat dinyatakan dengan rumus (2) berikut ini :

$$Y(t) = H(f) * X(t) \text{.....} (2)$$

Dimana:

$Y(t)$ adalah sinyal EEG setelah diterapkan filter,

$H(f)$ adalah fungsi respon dari filter,

3. Pelatihan Model Machine Learning

Setelah sinyal EEG diproses, langkah selanjutnya adalah pelatihan model machine learning. Dalam penelitian ini, beberapa algoritma machine learning diuji untuk mencari model [11] [12], yang paling akurat dalam mengklasifikasikan niat pengendara untuk mengaktifkan lampu sen. Algoritma yang digunakan termasuk Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), dan Random Forest.

a. Support Vector Machine (SVM)

Fungsi tujuan untuk SVM seperti pada rumus (3) dan (4):

$$\min \frac{1}{2} || w ||^2 + C \sum \xi_i \text{.....} (3)$$

(*3:Menggambarkan Rumus SVM*)

subjek pada

$$y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1 - \xi_i, \quad \xi_i \geq 0 \text{ .....} (4)$$

(*4:Menggambarkan SVM Pada subjek*)

$w$adalah vektor bobot,

x_i adalah Fitur data,

$y_i$adalah Label kelas (+1 atau -1)

ξadalah Variabel slack

K-Nearest Neighbor (KNN)

Untuk menghitung jarak antara dua titik data, digunakan rumus Euclidean Distance seperti pada rumus (5)

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2} \text{.....(5)}$$

dimana:

x, y, adalah dua vektor fitur,
x_i, y_iadalah elemen fitur ke-i dari masing-masing vektor.

Random Forest
Gini Impurity untuk pohon keputusan seperti yang ditunjukkan pada rumus (6):

$$G = 1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2 \text{.....(6)}$$

$p_i$adalah proporsi data pada kelas i,
n adalah jumlah kelas yang ada.

4. Pengujian Sistem

Setelah model selesai dilatih, sistem diuji menggunakan data uji yang berbeda dari data pelatihan. Pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan efektivitas sistem dalam mengidentifikasi pola sinyal otak yang berkaitan dengan niat pengendara untuk mengaktifkan lampu sen

Sensitivitas dan Spesifisitas

Untuk menilai performa model secara lebih mendalam, kita juga menghitung **sensitivitas** dan **spesifisitas** menggunakan rumus (7) dan (8) berikut:

Sensitivitas (True Positive Rate):

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP+F} \text{.....(7)}$$

(*7:Menggambarkan Rumus Sensitivitas*)

Spesifisitas (True Negative Rate):

$$Spesifitas = \frac{TN}{TN+F} \text{.....(8)}$$

(*8:Menggambarkan Rumus Spesifisitas*)

Berdasarkan hasil pengujian, sistem dioptimalkan untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi kemungkinan kesalahan deteksi [13][14].

Untuk mengevaluasi performa model, akurasi dihitung menggunakan rumus (9):

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} \text{.....(9)}$$

(*9:Menggambarkan Rumus Accuracy*)

Dimana:

TP:adalah true positive,
TN:adalah true negative,

FP: adalah false positive,
FN:adalah false negative.

5. Perangkat Hardware yang Digunakan

Pada penelitian ini, kami menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi berikut:

Prosesor: Intel Core i7-10700K, 8 core, 3.80 GHz (Turbo Boost up to 5.10 GHz)
RAM: 16 GB DDR4 GPU: NVIDIA GeForce RTX 3070 8GB (digunakan untuk percepatan proses komputasi dalam pelatihan model deep learning)
Penyimpanan: SSD 512 GB untuk kecepatan akses data yang lebih tinggi Sistem Operasi: Windows 10 Pro
Cara Kerja Perangkat Hardware Prosesor Intel Core i7 digunakan untuk menjalankan algoritma komputasi dasar seperti perhitungan numerik dan pengolahan data. GPU NVIDIA GeForce RTX 3070 digunakan untuk mempercepat proses pelatihan model Convolutional Neural Networks (CNN) dengan menggunakan CUDA cores yang memungkinkan eksekusi paralel untuk operasi matriks besar yang sering terjadi pada model deep learning. SSD digunakan untuk menyimpan dataset besar yang digunakan dalam penelitian ini, serta untuk meminimalisir waktu loading data saat pemrosesan model.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I: Uji Sistem Aktivasi Lampu Sen Otomatis Berbasis Sinyal Otak

Penelitian ini menguji sistem aktivasi lampu sen otomatis pada kendaraan bermotor yang berbasis sinyal otak dengan menggunakan perangkat EEG untuk merekam sinyal otak pengendara. Sistem ini bertujuan untuk mendeteksi niat pengendara, terutama ibu-ibu pengendara sepeda motor di Indonesia, dalam mengaktifkan lampu sen saat akan berbelok atau berpindah jalur. Data pada tabel 1 yang diperoleh dari perangkat EEG diproses menggunakan algoritma machine learning untuk mengidentifikasi pola sinyal otak yang berkaitan dengan niat pengendara.

Tabel 1.Hasil Pengujian Akurasi Model Machine Learning dalam Mengaktifkan Lampu Sen Otomatis

Data ke-	Algoritma	Jumlah Data (sinyal)	Akurasi (%)	Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)
1	Support Vector Machine (SVM)	500	83.6	80.4	85.2
2	K-Nearest Neighbor (KNN)	500	77.1	74.8	78.9
3	Random Forest	500	90.4	88.2	92.0

Keterangan:

Data pada tabel 1 diperoleh dari pengujian sistem aktivasi lampu sen otomatis berbasis sinyal otak pada pengendara ibu-ibu di Indonesia menggunakan perangkat EEG.

Model Random Forest menunjukkan hasil terbaik dalam hal akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dibandingkan dengan SVM dan KNN.

Analisis Data I:

Dari hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 1, dapat dianalisis seperti pada gambar 2 dan gambar 3 dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Support Vector Machine (SVM):

Pada algoritma SVM, digunakan fungsi kernel Radial Basis Function (RBF), yang efektif untuk menangani data yang tidak terpisah secara linear. Fungsi kernel ini bekerja dengan

memetakan data ke ruang dimensi yang lebih tinggi sehingga lebih mudah untuk menemukan pemisah antara kelas. Hasil pengujian SVM menunjukkan akurasi sebesar 83.6%, dengan sensitivitas 80.4%, yang berarti sekitar 19.6% dari sinyal tidak terdeteksi dengan benar. Dalam penelitian ini, fine-tuning model SVM belum dilakukan, namun hal ini diharapkan bisa meningkatkan sensitivitas jika dilakukan pengaturan parameter lebih lanjut pada model.

2. K-Nearest Neighbor (KNN):

Pada algoritma KNN, nilai k yang diperoleh dari eksperimen ini adalah 5, yang berarti model mempertimbangkan 5 tetangga terdekat dalam klasifikasinya. Dengan hasil akurasi 77.1%, sensitivitas 74.8%, KNN menunjukkan performa yang sedikit lebih rendah dibandingkan SVM dan Random Forest. Teknik pengaturan parameter lebih lanjut, seperti pemilihan jumlah tetangga yang optimal, dapat meningkatkan akurasi dan sensitivitas model.

3. Random Forest:

Model Random Forest menunjukkan hasil terbaik dengan akurasi 90.4%, sensitivitas 88.2%, dan spesifisitas 92.0%. Keunggulan utama dari Random Forest adalah kemampuannya untuk menangani data besar dan kompleks tanpa overfitting, serta stabilitas yang tinggi dalam mendeteksi pola sinyal otak yang halus.

Pembahasan Data II: Evaluasi Kinerja Sistem dan Optimasi

Pada tahap pengujian, sistem diuji dengan menggunakan data pengendara yang mencakup pola-pola sinyal EEG yang dikumpulkan selama aktivitas berkendara. Sinyal EEG ini kemudian diproses melalui pra-pemrosesan untuk mengurangi noise dan mengisolasi frekuensi relevan. Model machine learning dilatih untuk mengidentifikasi pola-pola otak yang menunjukkan niat pengendara untuk mengaktifkan lampu sen.

Evaluasi sistem ini melibatkan perhitungan akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dengan menggunakan rumus (10):

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} \text{.....} (10)$$

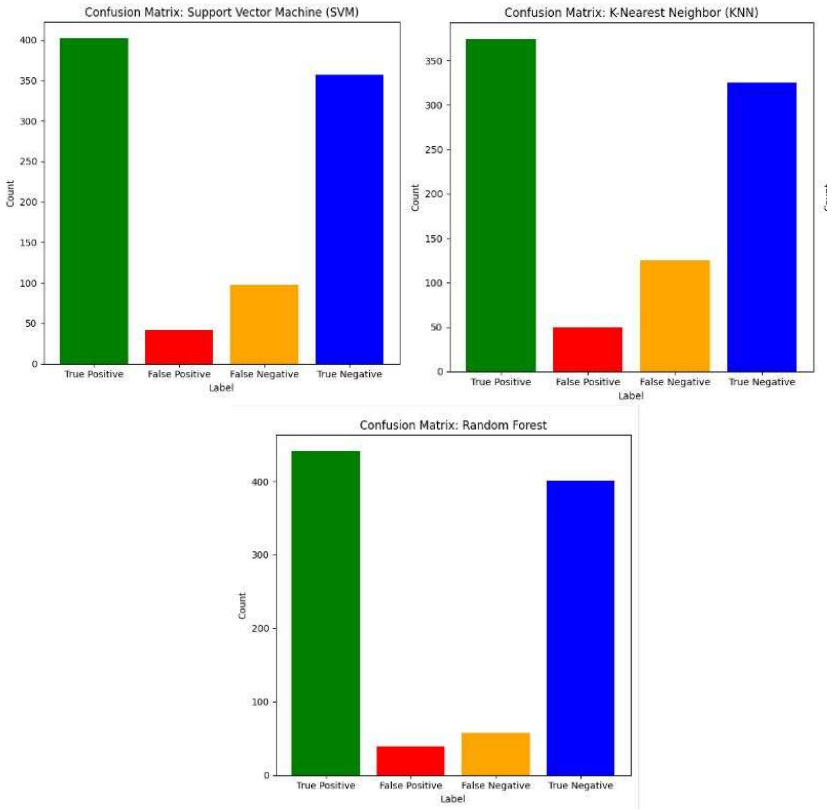
Dimana:

TP (True Positive) adalah jumlah sinyal yang benar-benar terdeteksi sebagai niat mengaktifkan lampu sen.

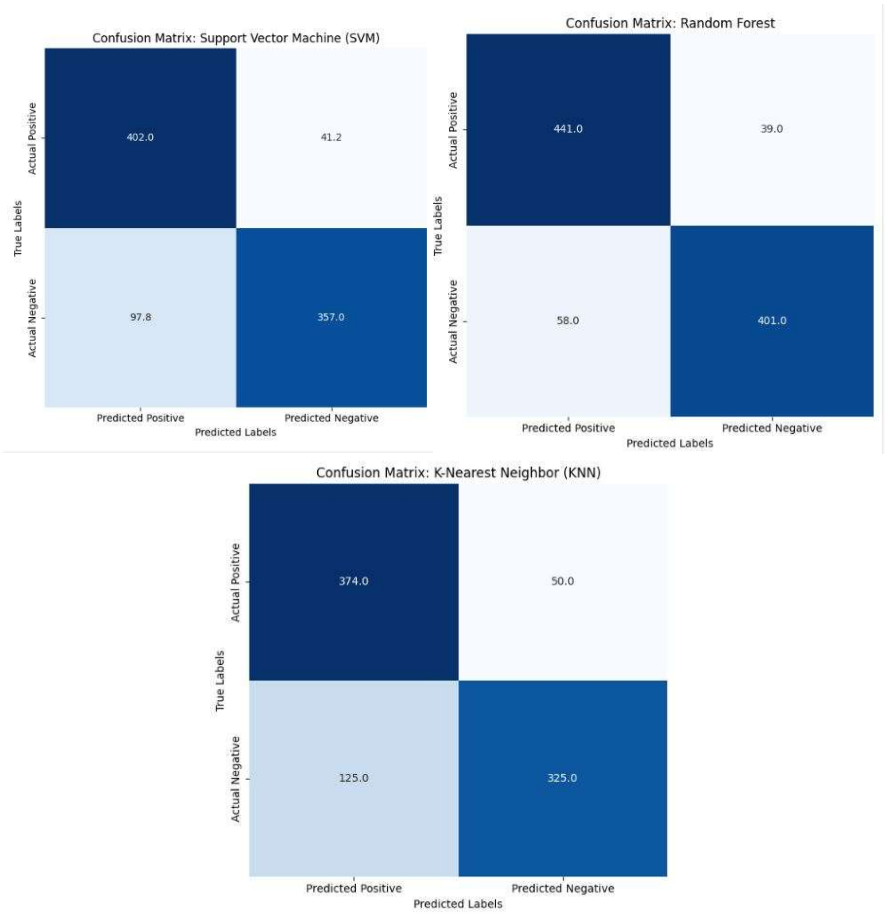
TN (True Negative) adalah jumlah sinyal yang dengan benar tidak terdeteksi sebagai niat mengaktifkan lampu sen.

FP (False Positive) adalah jumlah sinyal yang salah terdeteksi sebagai niat mengaktifkan lampu sen.

FN (False Negative) adalah jumlah sinyal yang tidak terdeteksi padahal pengendara berniat mengaktifkan lampu sen.



(Gambar 2. berupa grafik batang yang menunjukkan perbandingan akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas SVM, KNN, dan Random Forest)



(Gambar 3. berupa diagram confusion matrix dengan pelatihan model SVM, Random Forest Dan KNN)

Diskusi Data II

Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem aktivasi lampu sen otomatis berbasis sinyal otak berhasil menunjukkan potensi yang sangat baik dalam meningkatkan keselamatan berkendara. Model Random Forest, yang digunakan dalam penelitian ini, memiliki kemampuan terbaik dalam mengenali pola-pola sinyal otak yang terkait dengan niat pengendara, meskipun masih perlu dilakukan optimasi lebih lanjut untuk meningkatkan sensitivitas pada kondisi yang sangat bervariasi.

Berdasarkan confusion matrix, model Random Forest menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan True Positive (TP) sebanyak 441 dan True Negative (TN) sebanyak 401. Meskipun demikian, terdapat beberapa False Positive (FP) sebanyak 39 dan False Negative (FN) sebanyak 58 yang masih perlu diperbaiki. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun model ini memiliki akurasi yang tinggi, masih terdapat ruang untuk peningkatan, khususnya dalam mengurangi kesalahan deteksi pada kondisi tertentu.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan machine learning untuk menganalisis sinyal otak dalam aplikasi otomotif dapat meningkatkan akurasi deteksi dan membantu menciptakan sistem yang lebih aman dan efisien[3][4]. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengendara, khususnya ibu-ibu, dapat lebih konsisten dan aman dalam memberikan sinyal saat berbelok, yang pada gilirannya dapat mengurangi risiko kecelakaan di jalan raya.

Namun, implementasi sistem ini di dunia nyata membutuhkan perangkat EEG yang lebih terjangkau dan nyaman bagi pengendara. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengintegrasikan sistem ini

dalam kondisi berkendara yang lebih kompleks, serta untuk mengevaluasi respons sistem terhadap faktor-faktor eksternal seperti kondisi cuaca dan kebisingan di jalan raya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menguji sistem aktivasi lampu sen otomatis berbasis sinyal otak menggunakan perangkat EEG pada pengendara sepeda motor, khususnya ibu-ibu di Indonesia. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem ini dapat berpotensi meningkatkan keselamatan berkendara dengan memanfaatkan teknologi machine learning untuk mendeteksi niat pengendara dalam mengaktifkan lampu sen.

Dari hasil pengujian algoritma machine learning, algoritma Random Forest menunjukkan kinerja terbaik dengan akurasi 90.4%, sensitivitas 88.2%, dan spesifisitas 92.0%. Berdasarkan confusion matrix, model ini memiliki jumlah True Positives (TP) yang tinggi (441) dan True Negatives (TN) (401), yang menunjukkan kemampuannya dalam mendeteksi pola sinyal otak dengan baik. Meskipun algoritma Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN) memberikan hasil yang cukup baik, kedua algoritma tersebut masih menunjukkan kelemahan dalam hal sensitivitas, yang dapat menyebabkan false negatives pada beberapa kondisi. SVM dan KNN masih menunjukkan hasil yang kurang optimal pada kondisi yang sangat bervariasi, dengan nilai sensitivitas masing-masing di bawah 90%. Oleh karena itu, algoritma Random Forest lebih disarankan karena kemampuannya dalam menangani data besar dan kompleks, serta stabilitas yang lebih baik dalam mendeteksi pola sinyal otak yang halus.

Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan potensi yang besar dalam meningkatkan keselamatan berkendara, namun pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan sensitivitas sistem dan mengurangi gangguan eksternal seperti kebisingan atau cuaca buruk. Untuk implementasi yang lebih luas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengembangan perangkat EEG yang lebih terjangkau dan nyaman bagi pengendara..

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Wang and Y. Yu, “A review of brain–computer interface systems in transportation safety,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 21, no. 10, pp. 4412–4422, 2020, doi: 10.1109/TITS.2019.2918127.

[2] H. Yang and S. Zhang, “Brain-computer interface in vehicle control: A review,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 19, no. 3, pp. 1235–1246, 2018, doi: 10.1109/TITS.2017.2770459.

[3] G. Pfurtscheller and P. Niedermayer, “Brain-computer interfaces for communication and control,” *Clin. Neurophysiol.*, vol. 132, no. 2, pp. 321–334, 2021, doi: 10.1016/j.clinph.2020.09.014.

[4] T. T. Nguyen and M. Pham, “A deep learning approach to brain–computer interface for motor imagery classification,” *J. Neurosci. Methods*, vol. 344, p. 108858, 2021, doi: 10.1016/j.jneumeth.2021.108858.

[5] M. M. Rahman and M. S. Hossain, “Real-time EEG signal classification for brain-computer interface applications using machine learning,” *J. Neural Eng.*, vol. 17, no. 4, p. 45009, 2020, doi: https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab9d97.

[6] S. G. Mason, G. E. Birch, and E. Sejdić, “Brain–computer interface applications in medicine and rehabilitation,” *J. Neural Eng.*, vol. 15, no. 4, p. 46022, 2018, doi: 10.1088/1741-2552/aac8db.

[7] Z. Yang, Y. Liu, and X. Zhao, “Applications of Deep Reinforcement Learning in Industrial IoT,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 76029–76040, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2917900.

[8] I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, and C. J. Pal, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Elsevier Inc., 2016.

[9] A. Cichocki and A. Nambu, “EEG signal processing for brain-computer interfaces,”

Neural Inf. Process., vol. 21, no. 3, pp. 41–53, 2018, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-13581-0_6.

[10] H. He and D. Wu, "Transfer learning for brain-computer interfaces: A Euclidean space data alignment approach," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 67, no. 1, pp. 15–26, 2020, doi: https://doi.org/10.1109/TBME.2019.2908899.

[11] Y. Liu and O. Sourina, "EEG feature extraction for brain-computer interface applications," in *Proceedings of the International Conference on Computer Engineering and Technology*, 2018, vol. 2, no. 1, pp. 108–115, doi: https://doi.org/10.1109/ICCET.2018.00072.

[12] Z. Zhang and P. Li, "Brainwave-based control for automotive applications: A review of EEG signal processing techniques," *J. Electr. Eng. \& Technol.*, vol. 14, no. 5, pp. 2041–2049, 2019, doi: https://doi.org/10.1007/s42835-019-00234-y.

[13] D. S. Tan and A. Nijholt, "Brain-Computer Interfacing for automotive applications," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 21, no. 12, pp. 5013–5025, 2020, doi: https://doi.org/10.1109/TITS.2020.2984169.

[14] S. Patel and A. Kannath, "Machine learning approaches to EEG-based signal classification in vehicle safety systems," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 93734–93745, 2021, doi: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3083524.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6903

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Algoritma FP-Growth untuk Menentukan Pola Pengadaan Obat

Azzah Dian Rachma Anisa, Budanis Dwi Meilani

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: azzha.dra@gmail.com, budanis@itats.ac.id

ABSTRACT

XYZ Pharmacy has experienced an increase in the volume of drug sales transaction data every day. However, this data is only used for archiving and not for the drug procurement process. This study aims to design a system and application capable of determining drug sales transaction patterns by applying the FP-Growth algorithm. After conducting trials with different minimum support values, the designed system demonstrated 100% accuracy. The results showed that the smaller the minimum support value, the more patterns were generated, and vice versa. Additionally, testing on different datasets with the same minimum support values of 0.010 and 0.005 revealed that as the number of transactions increased, fewer or no patterns were generated, and vice versa. The datasets with the highest minimum support that did not generate patterns occurred in November 2018 and February 2019, with a minimum support value of 0.016.

***Keywords**: FP-Growth, minimum support, sales patterns, pharmacy, drug procurement*

ABSTRAK

Apotek XYZ mengalami peningkatan *volume* data transaksi penjualan obat setiap harinya, namun data tersebut hanya digunakan sebagai arsip dan tidak dimanfaatkan untuk proses pengadaan obat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem dan aplikasi yang mampu menentukan pola transaksi penjualan obat dengan menerapkan algoritma FP-Growth. Setelah dilakukan uji coba dengan minimum *support* yang berbeda, sistem yang dirancang menunjukkan akurasi 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil nilai minimum *support*, semakin banyak pola yang dihasilkan, dan sebaliknya. Selain itu, pengujian pada data yang berbeda dan minimum *support* yang sama dengan nilai minimum *support* 0.010 dan minimum *support* 0.005 didapatkan hasil bahwa dengan jumlah transaksi yang digunakan semakin banyak

maka pola yang dihasil semakin sedikit atau tidak ada pola yang dihasilkan, begitu sebaliknya. Untuk dataset minimum *support* tertinggi yang tidak menghasilkan pola adalah dataset bulan November 2018 dan Februari 2019 dengan minimum *support* sebesar 0.016.

Kata kunci : FP-Growth, Minimum *Support*, Pola Penjualan, Apotek, Pengadaan Obat.

PENDAHULUAN

Apotek merupakan salah satu tempat yang setiap harinya terjadi puluhan transaksi penjualan obat. Di Apotek XYZ memiliki data transaksi penjualan obat yang semakin banyak setiap harinya dan hanya digunakan untuk arsip tanpa dilakukan analisa lebih mendalam. Hal ini menyebabkan kurangnya pemanfaatan data untuk pengadaan obat yang optimal. Dengan menggunakan algoritma FP-Growth, maka dapat membantu pihak apotek dalam menganalisis data transaksi untuk mengidentifikasi pola pembelian dan produk obat yang sering terjual bersamaan. Dengan adanya pola yang terbentuk maka akan membantu dalam menentukan produk obat yanng perlu disediakan secara bersamaan dan menghindari kekurangan stok pada obat yang sering terjual. Sehingga proses pengadaan obat akan lebih efisien dan penurunan penjualan akibat stok kosong dapat diminimalkan.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan dilakukannya proses pengolahan data transaksi penjualan dan menemukan pola – pola yang dapat digunakan untuk strategi pengadaan obat. Metode yang efektif untuk menemukan pola – pola yaitu Data Mining dengan menggunakan algoritma FP-Growth. Algoritma FP-Growth dapat membantu mengidentifikasi pola pembelian produk obat yang sering terjual, sehingga dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses pengadaan obat sesuai dengan pola penjualan yang terbentuk. Data mining adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdassan buatan dan *machine learning* untuk mengekstrasi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari berbagai *database* besar [1]. Algoritma FP-Growth adalah salah satu alternatif algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan himpunan data yang paling sering muncul (*frequent itemset*) dalam sebuah kumpulan data [2]. Pada algoritma FP-Growth menggunakan konsep *tree* dalam menentukan pencarian *frequent itemset*, sehingga prosesnya menjadi lebih cepat dari algoritma apriori [3]. Sedangkan pada algoritma apriori diperlukan *generate candidate* untuk mendapatkan *frequent itemset* [4].

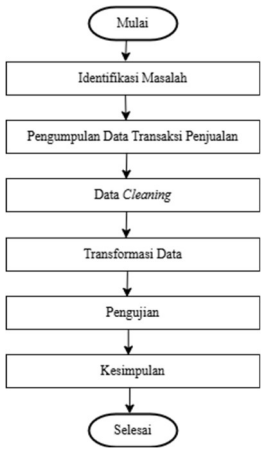
Penggunan algoritma FP-Growth telah diterapkan dalam penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [5] dalam melakukan penentuan tata letak barang, pada penelitian tersebut telah ditetapkan minimum *support* 10% dan minimum *confidence* 30%, hasil dari penelitian tersebut yaitu dihasilkan item baju kaos pria dan item celana pendek pria yang sering dibeli bersamaan dengan nilai *confidence* 15% dan *support* 2%. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh [6] dalam menganalisa traksaksi penjualan *ekspor online*, pada penelitian tersebut telah ditetapkan minimum *support* 8 % dan minimum *confidence* 40%, pada penelitian tersebut didapatkan hasil yang bisa digunakan untuk menentukan strategi dan target pada penjualan barang selanjutnya yaitu di Singapura dengan nilai *confidence* 100%.

Pada penelitian ini data yang akan diolah adalah data transaksi penjualan obat. Data tersebut dioalah hingga mendapatkan pola untuk produk obat yang terjual. Pola tersebut dapat membantu pengambilan keputusan dalam proses pengadaan produk obat.

METODE

Algoritma FP-Growth adalah salah satu alternatif algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan himpunan data yang paling sering muncul (*frequent itemset*) dalam sebuah kumpulan data [2]. Metode yang digunakan pada algoritma fp-growth yaitu metode asosiasi. Metode Asosiasi diawali dengan mencari *frequent itemset* yaitu mencari item yang sering muncul [7]. Pada umumnya *association rule* dikatan menarik apabila pola atau *rule* yang dihasilkan

memenuhi nilai minimum *support* dan minimum *confidence* yang telah diinputkan atau ditentukan oleh *user* [8]. Gambar 1 dibawah ini merupakan alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Alur Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini menjelaskan permasalahan yang akan dilakukan penelitian. Permasalahan tersebut kemudian diidentifikasi terkait masalah yang terjadi agar didapatkan solusi dari masalah tersebut.

2. Pengumpulan Data Transaksi Penjualan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data transaksi penjualan dari Apotek XYZ. Data yang didapatkan mencakup data transaksi penjualan dari Mei 2018 sampai April 2019. Data tersebut terdapat dua atribut yaitu *Drug Name* dan *Pickup Time*. Transaksi yang dilakukan oleh pembeli ditanggal yang sama akan dianggap sebagai satu kali transaksi.

3. Data *Cleaning*

Pada tahap ini dilakukan proses pembersihan data pada data yang tidak lengkap atau kosong. Untuk mengatasinya yaitu dengan tidak memasukkan data transaksi tersebut kedalam dataset yang akan diolah.

4. Transformasi Data

Transformasi Data yaitu data diubah menjadi format yang sesuai untuk diproses [9]. Pada tahap ini dilakukan transformasi data yang bertujuan untuk memudahkan dalam proses perhitungan. Proses transformasi data dilakukan dengan memberikan penamaan kode pada masing – masing nama item.

5. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan penggujian dengan menggunakan metodologi dasar analisis asosiasi. Metodologi dasar analisis asosiasi dibagi kedalam dua tahap [10], yaitu :

1) Analisa Pola Frekuensi Tinggi

Pada tahap ini terdapat dua rumus untuk mencari item yang sering muncul. Berikut adalah persamaan (1) mencari nilai *support* item A atau masing – masing item. Persamaan (1), jumlah transaksi mengandung A merupakan jumlah transaksi yang terdapat item A. Total Transaksi merupakan total keseluruhan transaksi pada dataset.

$$Support\ (\mathrm{A}) = \frac{Jumlah\ Transaksi\ Mengandung\ A}{\mathrm{Total\ Transaksi}} \quad (1)$$

Berikut rumus untuk mencari nilai *support* dua item yaitu item A dan B dengan menggunakan persamaan (2). Persamaan (2), jumlah transaksi mengandung A dan B merupakan jumlah transaksi yang terdapat item A dan item B.

$$Support\ \mathrm{A} \cap \mathrm{B} = \frac{Jumlah\ Transaksi\ Mengandung\ A\ dan\ B}{\text{Total Transaksi}} \quad (2)$$

2) Pembentukan Aturan Asosiasi

Selanjutnya pada tahap ini yaitu mencari gabungan item yang memenuhi nilai minimum *confidence*. Untuk mencari nilai *confidence* gabungan item A dan B menggunakan persamaan (3). Pada persamaan (3), jumlah transaksi mengandung A dan B merupakan jumlah transaksi yang terdapat item A dan item B. Jumlah transaksi mengandung A merupakan jumlah transaksi yang terdapat item A.

$$Confidence\ (\mathrm{A}, \mathrm{B}) = \frac{Jumlah\ Transaksi\ Mengandung\ A\ dan\ B}{\text{Jumlah Transaksi Mengandung A}} \quad (3)$$

6. Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan langkah akhir untuk menganalisis hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini akan dilakukan pengujian sebanyak empat kali. Data yang digunakan yaitu data penjualan obat dari bulan Mei tahun 2018 sampai bulan April tahun 2019.

Pengujian I

Pada pengujian ini dilakukan pengujian sistem dan manual pada tiga data transaksi yang bertujuan untuk melihat seberapa akurat hasil yang didapatkan. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem dan Manual

NO	Data Transaksi	Minimum *Support*	Pola yang Dihasilkan (Sistem)	Pola yang Dihasilkan (Manual)	Hasil
1	Data Transaksi Bulan Mei 2018 dengan 500 Transaksi	0.005	(E424,M1152), (C211,B158), (B107,M1140), (A13,B128), (A13,A71), (A13, F447), (C255,C229), (B108,B105), (C255,C190), (A22,C255), (A34,A54), (A34,A22)	(C211,B158), (B107,M1140), (E424,M1152), (A13,A71), (A13,F447), (A13,B128), (C255,C229), (B108,B105), (C255,C190), (A22,C255), (A34,A54), (A34,A22)	Sesuai
2	Data Transaksi Bulan Juni 2018 dengan 600 Transaksi	0.010	(A13,F447)	(A13,F447)	Sesuai
3	Data Transaksi Bulan Februari 2019 dengan 400	0.05	(C250,F524)	(C250,F524)	Sesuai

	Transaksi				

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1 diatas, hasil uji coba perhitungan sistem dan manual sebanyak 3 kali dengan data yang berbeda menghasilkan akurasi sebanyak 100%.

Pengujian II

Pada pengujian ini dilakukan pengujian dengan data yang sama dan minimum *support* yang berbeda pada tiga data transaksi yang berbeda. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan Data yang Sama dan Minimum *Support* Berbeda

NO	Data Transaksi	Minimum *Support*	Pola yang Dihasilkan
1	Data Transaki Bulan Mei 2018 dengan 500 Transaksi	0.005	(E424,M1152), (C211,B158), (B107,M1140), (A13,B128), (A13,A71), (A13,F447), (C255,C229), (B108,B105), (C255,C190), (A22,C255), (A34,A54), (A34,A22)
		0.010	(B108,B105), (A34,A54)
		0.015	Tidak ada pola yang dihasilkan
2	Data Transaksi Bulan Juni 2018 dengan 600 Transaksi	0.005	(A22,H669), (E430,B158), (C250,C249), (D295,J827), (A22,F519), (A17,F534), (D350,F534), (D295,C236), (A13,D307), (B128,D307), (A83,G549), (A21,A62), (A13,F447), (A22,B105), (A34,E391), (C190,E391), (B128,B156), (B129,B127), (A13,B128), (A17,D350), (A21,A3)
		0.010	(A13,F447)
		0.015	Tidak ada pola yang dihasilkan
3	Data Transaksi Bulan Februari 2019 dengan 400 Transaksi	0.005	(B138,G581), (H701,F452), (A53,I715), (B162,G601), (H661,E388), (B120,K960), (A27,G555), (M1158,C219), (C242,C243), (B167,F517), (B170,K959), (A77,N1170), (C213,F526), (B105,B107), (B146,H630), (C250,B111), (F524,B111), (A12,G583), (A90,G583), (A90,I735), (A60,O1250), (B129,B127), (F515,A51), (B92,B91), (H670,B97), (D328,B94), (A37,B94), (A27,A38), (B167,D317), (A44,D317), (A19,E418), (A19,A39), (A81,A8), (A90,C219), (A75,C212), (A37,C213), (C238,C214), (C238,P1359), (A22,E386), (A57,C241), (A3,A26), (J884,A26), (A12,B93), (C238,B93), (M1158,D296), (C250,A24), (F524,A24), (A57,H670), (B93,H670), (A13,F447), (A73,F447), (A13,A81), (A27,A4), (A12,A90), (A19,A90), (A27,A57), (C250,F524), (C204,F532),
		0.010	(A13,F447), (C250,F524), (A9,A37)
		0.015	(C250,F524)

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai minimum *support* yang digunakan maka akan semakin banyak pola yang akan dihasilkan dan jika semakin besar nilai minimum *support* yang digunakan maka akan semakin sedikit pola yang dihasilkan atau bisa juga tidak ada pola yang dihasilkan.

Pengujian III

Pada pengujian ini dilakukan pengujian dengan data yang berbeda dan minimum *support* yang sama pada tiga data transaksi yang berbeda. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Data yang Berbeda dan Minimum *Support* Sama 0.010

NO	Data Transaksi	Minimum *Support*	Pola yang Dihasilkan
1	Data Transaki Bulan Mei 2018 dengan 500 Transaksi	0.010	(B108,B105), (A34,A54)
2	Data Transaksi Bulan Mei dan Juni dengan 1100 Transaksi	0.010	Tidak ada pola yang dihasilkan
3	Data Transaksi Bulan Mei, Juni dan Februari dengan 1500 Transaksi	0.010	Tidak ada pola yang dihasilkan

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa dengan nilai minimum *support* yang sama yang dimana nilai minimum support yang digunakan semakin besar dan jumlah data yang digunakan semakin banyak maka tidak ada pola yang dihasilkan.

Tabel 4. Hasil Pengujian dengan Data yang Berbeda dan Minimum *Support* Sama 0.005

NO	Data Transaksi	Minimum *Support*	Pola yang Dihasilkan
1	Data Transaki Bulan Agustus 2018 dengan 1289 Transaksi	0.005	(B129,B127), (C233,C180), (C250,A24), (A22,A34)
2	Data Transaksi Bulan Agustus dan September 2018 dengan 2608 Transaksi	0.005	(C250,C249), (B129,B127), (B129,B128), (B108,A22)
3	Data Transaksi Bulan Agustus, September dan Oktober dengan 4228 Transaksi	0.005	(B129,B127), (B108,A22)

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 diatas dapat dilihat bahwa dengan nilai minimum *support* yang sama yang dimana nilai minimum *support* yang digunakan semakin kecil dan jumlah data yang digunakan semakin banyak maka pola yang dihasilkan akan semakin sedikit.

Pengujian IV

Pada pengujian ini dilakukan untuk melihat pola yang dihasilkan dari minimum *support* yang digunakan. Data yang digunakan pada pengujian ini adalah data transaksi penjualan obat dari Tahun 2018 sampai Tahun 2019. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian dengan Data yang Berbeda dan Minimum *Support* yang Menghasilkan dan Tidak Menghasilkan Pola

NO	Data Transaksi	Minimum *Support*	Minimum *Confidence*	Pola yang Dihasilkan
1	Mei 2018	0.010	0.20	(B108,B105), (A34,A54)

		0.011	0.20	Tidak menghasilkan pola
2	Juni 2018	0.010	0.20	(A13,F447)
		0.011	0.20	Tidak menghasilkan pola
3	Juli 2018	0.007	0.20	(A13,F447)
		0.008	0.20	Tidak menghasilkan pola
4	Agustus 2018	0.010	0.15	(B108,A22)
		0.011	0.15	Tidak menghasilkan pola
5	September 2018	0.009	0.20	(B129,B127), (B108,A22)
		0.010	0.20	Tidak menghasilkan pola
6	Oktober 2018	0.011	0.20	(B108,A22)
		0.012	0.20	Tidak Menghasilkan pola
7	November 2018	0.015	0.30	(A34,A22)
		0.016	0.30	Tidak menghasilkan pola
8	Desember 2018	0.011	0.20	(C250,C249), (A34,A22)
		0.012	0.20	Tidak menghasilkan pola
9	Januari 2019	0.012	0.20	(A34,A22)
		0.013	0.20	Tidak menghasilkan pola
10	Februari 2019	0.015	0.20	(C250,F524)
		0.016	0.20	Tidak menghasilkan pola
11	Maret 2019	0.013	0.20	(A34,A22)
		0.014	0.20	Tidak menghasilkan pola

Berdasarkan pengujian pada Tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa untuk dataset bulan Mei 2018, Juni 2018 dan Agustus 2018 tidak menghasilkan pola pada minimum *support* 0.011. Dataset bulan Juli 2018 tidak menghasilkan pola pada minimum *support* 0.008. Dataset bulan September 2018 tidak menghasilkan pola pada minimum *support* 0.010. Dataset bulan Oktober 2018 dan Desember 2018 tidak menghasilkan pola pada minimum *support* 0.012. Dataset November 2018 dan Februari 2019 tidak menghasilkan pola pada minimum *support* 0.016. Dataset Januari 2019 tidak menghasilkan pola pada minimum *support* 0.013. Dataset bulan Maret 2019 tidak menghasilkan pola pada minimum *support* 0.014. Untuk dataset minimum *support* tertinggi yang tidak menghasilkan pola adalah dataset bulan November 2018 dan Februari 2019 dengan minimum *support* sebesar 0.016.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan uji coba perhitungan sistem dan manual sebanyak 3 kali pada data yang berbeda dengan minimum support yang berbeda menghasilkan akurasi sebanyak 100%; Dilakukan pengujian pada data yang sama dan minimum *support* yang berbeda didapatkan hasil bahwa semakin kecil nilai minimum *support* yang digunakan maka akan semakin banyak pola

yang akan dihasilkan dan jika semakin besar nilai minimum *support* yang digunakan maka akan semakin sedikit pola yang dihasilkan atau bisa juga tidak ada pola yang dihasilkan; Dilakukan pengujian pada data yang berbeda dan minimum *support* yang sama dengan nilai minimum *support* 0.010 dan minimum *support* 0.005 didapatkan hasil bahwa semakin banyak jumlah transaksi yang digunakan maka pola yang dihasilkan akan semakin sedikit atau tidak ada pola yang dihasilkan; Untuk dataset minimum *support* tertinggi yang tidak menghasilkan pola adalah dataset bulan November 2018 dan Februari 2019 dengan minimum *support* sebesar 0.016.

Berdasarkan kesimpulan diatas, algoritma fp-growth sangat efektif dalam menemukan pola produk yang sering terjual secara bersamaan berdasarkan minimum *support* yang ditetapkan. Namun, hasil pola yang didapatkan bergantung pada nilai minimum *support* dan jumlah transaksi. Semakin kecil nilai minimum *support* maka pola yang dihasilkan akan semakin banyak, tetapi semakin besar minimum *support* dan jumlah transaksi semakin banyak dapat mengurangi jumlah pola yang dihasilkan atau bahkan tidak menghasilkan pola sama sekali.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Gupta, "Journey from Data Mining to Web Mining to Big Data," *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 10, no. 1, pp. 18–20, 2014, doi: 10.14445/22312803/ijctt-v10p104.

[2] A. Afisyah *et al.*, "Implementasi Data Mining Dengan Metode FP-Growth Untuk Strategi Promosi Pada Toko Cool Kids Plaza Medan Fair," *J. CyberTech*, 2021, [Online]. Available: https://ojs.trigunadharma.ac.id/

[3] S. T. Dharma, "IMPLEMENTASI DATA MINING PADA PENGATURAN DISTRIBUSI BARANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA FP-GROWTH," vol. 4307, no. June, pp. 431–435, 2022.

[4] E. Erwin, "Analisis Market Basket Dengan Algoritma Apriori Dan FP-Growth," *J. Generic*, vol. 4, no. 2, pp. 26–30, 2019.

[5] E. Munanda and S. Monalisa, "Penerapan Algoritma Fp-Growth Pada Data Transaksi Penjualan Untuk Penentuan Tataletak," *J. Ilm. Rekayasa dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 173–184, 2021, [Online]. Available: http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/RMSI/article/view/13253

[6] V. No *et al.*, "Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma Fp-Growth Untuk Menganalisa Transaksi Penjualan Ekspor Online," vol. 5, no. 3, 2023.

[7] S. Nasional, T. Elektro, S. Informasi, and T. Informatika, "Penentuan Tata Letak Obat pada Apotek Prima Anugerah Menggunakan Metode FP-Growth," pp. 32–39, 2024.

[8] A. W. Zunan Setiawan, Muhammad Fajar, Arif Mudi Priyanto, Anggi Yhurinda Perdana Putri, Mediana Aryuni, Siti Yulianti, Harya Widiputra, Budanis Dwi Meilani, Rohmat Nur Ibrahim, Rezania Agramanisti Azdy, Satrio Junaidi, *BUKU AJAR DATA MINING*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.

[9] A. T. Happy Dewi Ariyantini, Dhika Malita Puspita, "IMPLEMENTASI ALGORITMA FP-GROWTH UNTUK REKOMENDASI PRODUK DI TOKO LM MART," vol. 4, pp. 1–12, 2024.

[10] D. P. A. A. Dewi and A. Ikhwan, "Implementasi Data Mining Pada Sistem Persediaan Obat Di Puskesmas Sei Berombang Dengan Metode Algoritma Apriori," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 11, no. 3, pp. 958–973, 2022, doi: 10.33022/ijcs.v11i3.3112.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6998

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Aplikasi Untuk Penyedia Kursus Mengemudi Berbasis Web Dengan Incremental Model

Yodanis E. Sutantio, Rachman Arief, dan Alfin Sugestian

Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: yodanise66@gmail.com

ABSTRACT

The rising number of four-wheeled vehicle owners has prompted authorities, including the Department of Transportation and the National Police of the Republic of Indonesia, to encourage new drivers to attend driving courses before operating a vehicle. In Surabaya, the number of driving course providers has grown to several hundred. The increase in new drivers and heightened competition among service providers underscores the need for an information system to address emerging challenges. This research focuses on developing an application through software engineering to support all parties involved in the driving course process, including students, instructors, and course administrators or owners. The software development process follows the Incremental Model, which allows the development team to address the specific needs of each user group effectively. The iterative nature of the Incremental Model ensures the creation of a high-quality application designed to overcome the challenges faced by stakeholders within the driving course ecosystem. The testing results based on the ISO 25010:2023 standard indicate that the software achieved a score of 91.3% for the functional suitability, categorized as Highly Accurate. Furthermore, for the interaction capability, the software scored 84.2%, classified as Very Easy to use.

Keywords: *driving course, information system, software engineering, incremental model*

ABSTRAK

Seiring meningkatnya jumlah pemilik kendaraan bermotor roda empat, pihak berwenang, dalam hal ini, Dinas Perhubungan dan Satuan Kepolisian Republik Indonesia menghimbau para pengemudi baru untuk mengikuti Kursus Mengemudi sebelum mulai mengendarai mobil. Jumlah pengelola kursus mengemudi di Surabaya saat ini sudah menyentuh angka ratusan, dengan semakin banyaknya pengemudi-pengemudi baru dan persaingan antar penyedia jasa kursus mengemudi seperti saat ini, dibutuhkan sebuah Sistem Informasi

untuk mengatasi potensi masalah tersebut. Dengan melakukan Rekayasa Perangkat Lunak, diharapkan penelitian ini akan menghasilkan aplikasi yang dapat membantu semua pihak yang terlibat dalam proses kursus mengemudi, baik bagi Siswa / Pelajar, Instruktur Kursus, dan Pemilik / Admin Kursus. Pengembangan Perangkat Lunak menggunakan Incremental Model memberikan tim pengembang kemampuan untuk berfokus terhadap kebutuhan setiap pengguna yang sudah disebutkan sebelumnya. Karakteristik iteratif yang dimiliki incremental model diyakini akan menghasilkan aplikasi berkualitas dan mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh pihak-pihak dalam rangkaian proses kursus mengemudi. Hasil pengujian berdasarkan standar ISO 25010:2023 menunjukkan bahwa perangkat lunak memperoleh skor sebesar 91,3% untuk faktor ketepatan fungsional, yang dikategorikan sebagai Sangat Tepat. Selain itu, untuk faktor kapabilitas interaksi, perangkat lunak mendapatkan skor sebesar 84,2%, yang diklasifikasikan sebagai Sangat Mudah digunakan.

Kata kunci: Kursus Mengemudi, Sistem Informasi, Rekayasa Perangkat Lunak, Incremental Model

PENDAHULUAN

Tingginya angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia, yang mencapai 94.617 kasus dalam sembilan bulan pertama tahun 2022 [1], menunjukkan pentingnya pelatihan mengemudi sebelum seseorang turun ke jalan. Sebanyak 61% kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia, termasuk kurangnya keterampilan dan perilaku berkendara yang lalai [2]. Untuk menjawab permasalahan ini, penelitian ini menghadirkan solusi berupa aplikasi web yang dirancang untuk membantu penyedia kursus mengemudi dalam mengelola administrasi, peserta, dan edukasi secara terpadu. Diharapkan, sistem ini dapat meningkatkan efektivitas layanan dan turut menurunkan angka kecelakaan di masa mendatang.

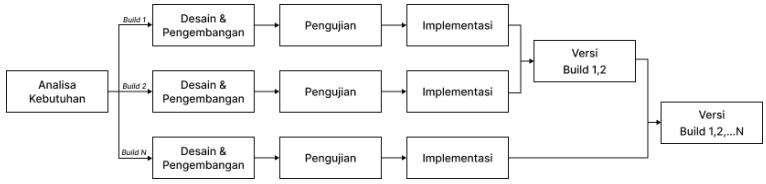
Penelitian yang dilakukan oleh Kurnia et al. (2023) menekankan bahwa aplikasi berbasis web mampu meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam proses registrasi siswa kursus mengemudi [3]. Sementara itu, Elianti et al. (2022) mengembangkan aplikasi Android yang membantu menyederhanakan manajemen bisnis kursus, mencakup fitur pendaftaran, penjadwalan, dan pelaporan siswa [4]. Terakhir, penelitian Wibowo et al. (2024) menunjukkan bahwa platform berbasis web tidak hanya berguna bagi siswa, tetapi juga meningkatkan keterlibatan dan produktivitas instruktur dan pemilik kursus, dengan respons positif dari seluruh pihak [5].

Berbeda dari penelitian sebelumnya yang terbatas pada satu lembaga, aplikasi ini dirancang untuk digunakan oleh seluruh penyedia kursus mengemudi di Surabaya. Penelitian ini juga membuktikan bahwa model incremental lebih efektif untuk pengembangan perangkat lunak berskala besar dibandingkan model konvensional seperti waterfall. Dengan pendekatan ini, sistem dibangun dan diuji secara bertahap, sehingga lebih fleksibel dan mudah disesuaikan.

METODE

Incremental Model

Dengan data yang diperoleh, proses penelitian berlanjut ke tahap pengembangan aplikasi yang dikembangkan menggunakan *incremental model*. Model pengembangan perangkat lunak tersebut dikenal karena proses iteratifnya, dimana setiap iterasi yang dilakukan selanjutnya dikembangkan satu per satu. Dengan membagi proyek menjadi bagian-bagian kecil, peneliti mampu memprioritaskan fitur dan mengadaptasi perubahan-perubahan kecil dengan lebih efisien. Gambar 1 dibawah ini adalah siklus pengembangan aplikasi menggunakan *incremental model*.



Gambar 1. Siklus Pengembangan Perangkat Lunak *Incremental Model*

Data awal digunakan dalam tahap Analisa Kebutuhan untuk menentukan fitur yang dikembangkan pada masing-masing *build*. Tahap Desain & Pengembangan mencakup perancangan alur kerja, antarmuka, serta struktur database. Pengujian dilakukan untuk memastikan kualitas dan fungsionalitas aplikasi. Pada tahap Implementasi, setiap build digabungkan secara bertahap sesuai model incremental, sehingga seluruh fitur dapat saling terintegrasi tanpa gangguan [6].

Pengembangan Perangkat Lunak Berbasis Web

Aplikasi ini dikembangkan menggunakan Laravel sebagai *framework backend* karena mendukung arsitektur MVC dan menyediakan fitur seperti *routing*, *middleware*, serta *Eloquent* ORM untuk mempermudah pengelolaan data dan struktur aplikasi [11]. MySQL digunakan sebagai DBMS karena kestabilan, performa tinggi, dan dukungan komunitasnya yang luas [12]. Di sisi *frontend*, kami menggunakan Tailwind CSS, *framework utility-first* yang memungkinkan pengembangan UI yang cepat, responsif, dan konsisten. Kombinasi teknologi ini dipilih untuk mempercepat pengembangan sekaligus menjaga kualitas, skalabilitas, dan kemudahan pemeliharaan aplikasi.

Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan dua metode utama, yaitu *Black Box Testing* dan evaluasi berdasarkan standar ISO 25010:2023. Pada *Black Box Testing*, tim pengembang membuat skenario pengujian untuk setiap *build*. Setiap skenario diuji satu kali pada tahap pengujian setiap *build* dan setelah integrasi antar *build*; jika pengujian berhasil, maka tidak perlu diuji ulang. Namun, jika ditemukan *bug*, skenario tersebut akan diuji kembali setelah perbaikan hingga hasilnya sesuai harapan [9].

Setelah seluruh *build* selesai dan sistem telah terintegrasi, evaluasi dilakukan menggunakan standar ISO 25010:2023 [10] dengan pendekatan kuisioner menggunakan skala Likert. Responden yang merupakan gabungan antara Admin Kursus, Instruktur Kursus, Calon Siswa, Alumni, dan pengguna umum akan diberikan total 3 pertanyaan terkait faktor *functional suitability* dan 8 pertanyaan terkait faktor *interaction capability*. Setiap pertanyaan mewakili satu sub-karakteristik kualitas perangkat lunak.

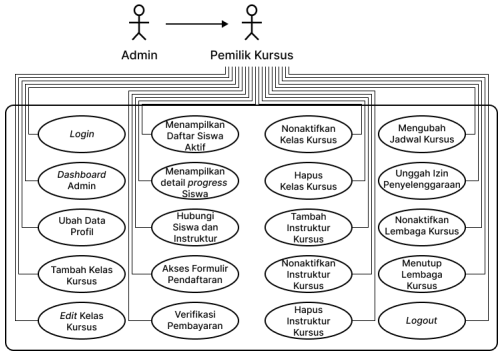
Nilai akhir dihitung berdasarkan total skor aktual yang diperoleh dari jawaban responden (misalnya 3x5 + 1x4 + 0x3 + 1x2 + 0x1 = 21) dibagi dengan skor maksimal (misalnya 5 responden × nilai maksimum 5 = 25), kemudian dikalikan 100 untuk mendapatkan skor dalam bentuk persentase, dimana untuk contoh tersebut skor yang diperoleh adalah 84%. Proses ini memberikan gambaran kuantitatif terhadap kualitas aplikasi berdasarkan persepsi pengguna akhir.

Untuk mendapatkan nilai akhir dari setiap faktor, skor yang didapatkan untuk setiap sub-karakteristik nantinya akan dirata-rata, sebagai contoh, skor yang didapat untuk faktor *functional suitability* adalah sebagai berikut, 90%, 92%, dan 92%, yang kemudian nilai akhir untuk faktor tersebut adalah 91,3%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

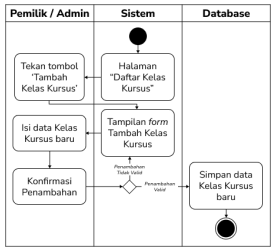
Pengembangan Aplikasi *Build* 1 – Pemilik / Admin Kursus

Sebagaimana yang sudah dijelaskan pada Gambar 1 mengenai siklus pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan *Incremental Model*, tahap pengembangan untuk *build* 1 diawali dengan proses desain dan pengembangan. Desain yang dimaksud meliputi desain arsitektur atau struktur perangkat lunak, desain interaksi perangkat lunak, serta desain tampilan perangkat lunak. Dalam penelitian ini, kami menerapkan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Sequence Diagram* sebagai metode dokumentasi perancangan perangkat lunak. Gambar 2 dibawah ini adalah *use case diagram* untuk *user* Pemilik / Admin Kursus.

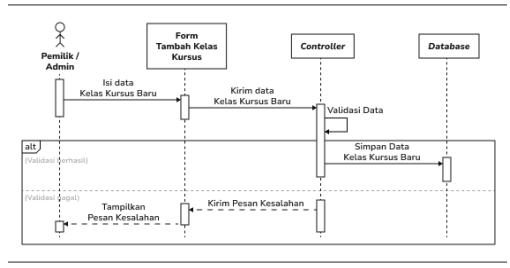


Gambar 2. *Use Case Diagram* untuk Pemilik / Admin Kursus

Setelah *use case* untuk Pemilik / Admin Kursus diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menguraikannya ke dalam dua diagram utama, yaitu *Activity Diagram* dan *Sequence Diagram*, untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait alur aktivitas dan alur data pada aplikasi. *Activity Diagram* digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja secara rinci, termasuk langkah-langkah penting, interaksi, serta potensi hambatan dalam proses [7]. Sementara itu, *Sequence Diagram* menggambarkan alur pesan antar objek berdasarkan urutan waktu, sehingga membantu pengembang memahami bagaimana setiap komponen saling berinteraksi dalam menyelesaikan suatu proses [8]. Sebagai contoh, Gambar 3 menunjukkan kedua diagram tersebut pada fitur Tambah Kelas Kursus, yang mencakup proses pengisian data, validasi input, hingga penyimpanan ke dalam *database*.



(a)



(b)

Gambar 3. a) *Activity Diagram* untuk proses Tambah Kelas Kursus*,* b) *Sequence Diagram* untuk proses Tambah Kelas Kursus

Setelah tahapan desain dan pengembangan selesai, langkah berikutnya adalah proses pengujian. Metode pengujian perangkat lunak yang diterapkan adalah *Black Box Testing,* yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah berfungsi dengan benar dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan [9]. Total skenario untuk *build* 1 adalah 120 skenario. Tabel 1 berikut adalah contoh skenario dan hasil pengujian untuk proses Tambah Kelas Kursus.

Tabel 1. Skenario dan hasil *Black Box Testing Build* 1 untuk proses Tambah Kelas Kursus

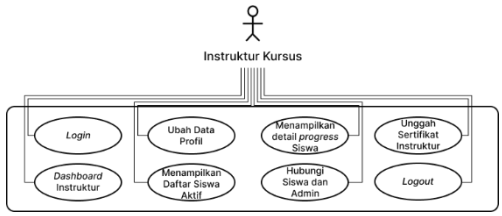
ID	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Tingkat Pengujian	Hasil Pengujian
…	…	…	…	…
B1-T35	Mengetikkan angka "0" di kolom "Kuota Kelas" kemudian menekan tombol	Sistem menampilkan pesan kesalahan kepada	Minor	Valid

	"Tambah"	pengguna bahwa kuota minimal adalah 1		
…	…	…	…	…

Setelah pengujian, tahap implementasi dilakukan untuk memastikan integrasi *build* berjalan lancar tanpa *bug*. Karena *build* untuk Pemilik / Admin Kursus adalah *build* pertama dalam proses pengembangan, maka proses selanjutnya dapat langsung dilakukan, yaitu tahapan desain dan pengembangan *build* 2.

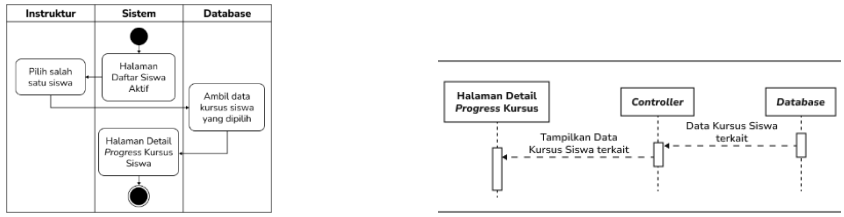
Pengembangan Aplikasi *Build* 2 – Instruktur Kursus

Melanjutkan proses *build* sebelumnya, tim pengembang akan mengidentifikasi masing-masing *use case* berdasarkan Analisa Kebutuhan yang dilakukan pada awal perancangan. Gambar 4 dibawah ini adalah *use case diagram* untuk *user* Instruktur Kursus.



Gambar 4. *Use Case Diagram* untuk Instruktur Kursus

Dengan mengidentifikasi masing-masing *use case*, langkah selanjutnya adalah menguraikan alur aktivitas kerja dan alir data antar objek lebih lanjut menggunakan *Activity Diagram* dan *Sequence Diagram* melalui Gambar 5 dibawah ini adalah proses Detail *Progress* Kursus untuk Instruktur Kursus dimana sistem akan menampilkan beberapa data seperti jadwal kursus, kelas atau paket kursus yang diikuti siswa, serta capaian capaian yang dilakukan siswa untuk setiap pertemuan.



(a) (b)

Gambar 5. a) *Activity Diagram* untuk proses Detail *Progress* Kursus untuk Instruktur, b) *Sequence Diagram* untuk proses Detail *Progress* Kursus untuk Instruktur

Untuk proses pengujian *build* 2 serupa pada *build* 1, pengembang akan memeriksa kesesuaian respon sistem. Total skenario yang dipersiapkan untuk *build* 2 adalah 42 skenario. Berikut ini disajikan Tabel 2 contoh skenario dan hasil *Black Box Testing* untuk proses Detail *Progress* Kursus untuk Instruktur.

Tabel 2. Skenario dan hasil *Black Box Testing Build* 2 untuk proses Detail *Progress* Kursus untuk Instruktur

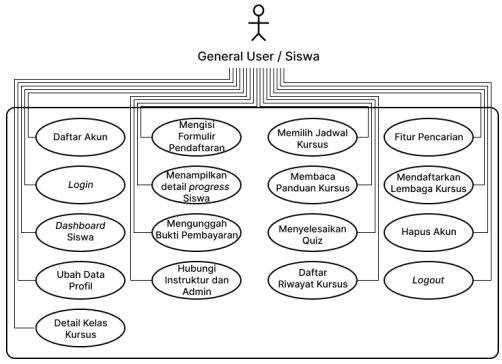
ID	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Tingkat Pengujian	Hasil Pengujian
…	…	…	…	…

B2-T32	Untuk siswa yang belum mengunggah bukti pembayaran	Sistem menampilkan peringatan bahwa siswa belum mengunggah bukti pembayaran	Minor	Valid
…	…	…	…	…

Dengan proses pengujian selesai, tim pengembang dapat melanjutkan proses pengembangan ke tahapan berikutnya yaitu implementasi. Setelah dilakukan integrasi antara *build* 1 dan *build* 2, dan memastikan ulang bahwa tidak terjadi *error* atau *bug*, langkah selanjutnya adalah tahapan desain dan pengembangan untuk *build* 3.

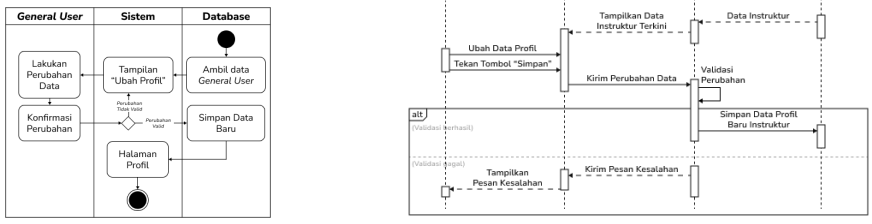
Pengembangan Aplikasi *Build* 3 – Siswa / Pelajar / Umum

Untuk *build* terakhir, pengembang akan merancang *use case diagram* untuk Siswa / Pelajar / Umum. Pengguna Umum yang dimaksud adalah pemilik akun yang mungkin sedang melakukan proses mendaftarkan lembaga kursus baru di aplikasi. Sesuai dengan hasil analisa kebutuhan pada proses sebelumnya, sama seperti pada *build-build* diatas. Gambar 6 dibawah ini adalah *use case diagram* untuk *user* Siswa / Pelajar / Umum.



Gambar 6. *Use Case Diagram* untuk Siswa / Pelajar

Setelah merancang *use case diagram*, langkah selanjutnya adalah menguraikannya lebih lanjut menggunakan *Activity Diagram* dan *Sequence Diagram* melalui Gambar 7 dibawah ini adalah proses Ubah Data Profil yang meliputi perubahan data yang dilakukan oleh Siswa, seperti mengubah *username*, mengunggah foto profil baru, mengubah *password*, dimana sistem selanjutnya akan memvalidasi data baru dan menyimpan perubahan pada *database* apabila validasi data baru berhasil.



(a) (b)

Gambar 7. a) *Activity Diagram* untuk proses Ubah Data Profil, b) *Sequence Diagram* untuk proses Ubah Data Profil

Selanjutnya adalah proses pengujian untuk *build* 3. Apabila ditemukan *bug* pada saat pengujian, hal ini adalah kesempatan bagi tim pengembang untuk melakukan perbaikan sebelum melanjutkan proses pengujian dengan ISO 25010:2023. Gambar 8 dibawah ini adalah *Class Diagram* untuk *build* 3 yang menjadi acuan bagi tim pengembang untuk pembangunan dan integrasi tabel yang ada didalam *database*.



Gambar 8. *Class Diagram*

Selanjutnya tim pengembang akan menguji respons sistem berdasarkan skenario yang sudah ditentukan sebelumnya. Tabel 3 berikut adalah skenario dan hasil *Black Box Testing* untuk proses ubah data profil.

Tabel 3. Skenario dan hasil *Black Box Testing Build* 3 untuk proses Ubah Data Profil

ID	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Tingkat Pengujian	Hasil Pengujian
…	…	…	…	…
B3-T39	Melakukan perubahan dengan benar dan sesuai kemudian menekan tombol “Simpan”	Sistem melakukan perubahan di database dan mengarahkan pengguna ke halaman profil	Major	Valid
…	…	…	…	…

Setelah proses pengujian untuk *build* 3 selesai, tim pengembang dapat melanjutkan proses pengembangan ke tahapan berikutnya yaitu implementasi. Gambar 11 dibawah ini adalah hasil implementasi untuk *build* 3 Ubah Data Profil.

Setelah semua *build* berhasil dikembangkan, selanjutnya adalah melakukan penjaminan kualitas perangkat lunak dengan standar ISO 25010:2023 [10]. Hasil pengukuran kualitas perangkat lunak berdasarkan standar ISO 25010:2023 untuk faktor *functional suitability* diperoleh rata-rata skor sebesar 91,3%. Skor ini berada dalam rentang 81 – 100%, yang mengindikasikan bahwa perangkat lunak telah dinilai **Sangat Tepat** dalam menyediakan fitur-fitur yang mendukung proses kursus mengemudi.

Selanjutnya, faktor *interaction capability* yang bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang sudah dirancang memiliki antarmuka yang ramah pengguna dan mudah digunakan. Dari hasil pengujian perangkat lunak untuk faktor *interaction capability,* diperoleh rata-rata skor sebesar 84,2%. Skor ini berada dalam rentang 81 – 100%, yang menunjukkan bahwa perangkat lunak memiliki kemampuan interaksi yang sangat baik. Kemampuan ini

mencakup kemudahan penggunaan, perlindungan terhadap kesalahan pengguna, serta penyediaan fitur-fitur bantuan seperti tutorial dan *Frequently Asked Questions* (FAQ). Berdasarkan hasil tersebut, perangkat lunak dinilai **Sangat Mudah** digunakan oleh pengguna.

KESIMPULAN

Melalui pengembangan aplikasi kursus mengemudi berbasis web menggunakan *incremental model*, penelitian ini berhasil memberikan solusi digital yang dapat digunakan oleh seluruh penyedia kursus di Surabaya. Aplikasi ini mengintegrasikan proses administrasi, manajemen Siswa dan Instruktur, hingga materi edukasi dalam satu platform terpadu, yang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi operasional penyedia kursus sekaligus membantu mencetak pengemudi yang lebih terampil. Dengan demikian, penelitian ini turut menjawab permasalahan utama yang diangkat, yaitu pentingnya pelatihan mengemudi dalam upaya menurunkan angka kecelakaan lalu lintas akibat faktor kesalahan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, “Tekan angka kecelakaan lalu lintas, Kemenhub ajak masyarakat beralih ke transportasi umum dan utamakan keselamatan berkendara,” dephub.go.id, 19-Sep-2023. [Online]. Available: https://dephub.go.id/post/read/%E2%80%8Btekan-angka-kecelakaan-lalu-lintas,-kemenhub-ajak-masyarakat-beralih-ke-transportasi-umum-dan-utamakan-keselamatan-berkendara. [Diakses: 08-Feb-2024]

[2] Kementerian Komunikasi dan Informatika, “Rata-rata tiga orang meninggal setiap jam akibat kecelakaan jalan,” komdigi.go.id, 22-Agu-2017. [Online]. Available: https://www.komdigi.go.id/berita/artikel/detail/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan. [Diakses: 14-Jan-2024]

[3] F. Adhiva Kurnia, “Driving course and driving license service information system web-based (study case Kurnia Jaya),” Journal of Computer Science and Big Data, vol. 1, no. 1, 2023. [Online]. Available: http://jcosbida.com/index.php/index/login. [Diakses: 20-Feb-2024].

[4] N. M. D. Elianti, D. P. Githa, and A. A. N. H. Susila, "Android-based driving course information system," in Proceedings of the Information Technology Department, Faculty of Engineering, Udayana University, Bali, Indonesia, 2023.

[5] Wibowo, B. T., Dewi, F. K. S., & Citrayasa, V. (2024). "Pembangunan Sistem Informasi Manajemen Kursus Mengemudi Berbasis Website". Jurnal Informatika Atma Jogja, 5(1), 27-36.

[6] D. Sachan, “Incremental model in software engineering,” Scaler, Apr. 4, 2024. [Online]. Available: https://www.scaler.com/topics/incremental-model-in-software-engineering/. [Diakses: 6-Jun-2024].

[7] L. Jacobson and J. R. G. Booch, The Unified Modeling Language Reference Manual, 2nd ed., 2021.

[8] L. Letaw, “Unified modeling language class and sequence diagrams,” in Handbook of Software Engineering Methods. [Online]. Available: http://debracollege.dspaces.org/bitstream/123456789/404/1/UML%20Reference%20Manual%20by%20James%20Rambaugh.pdf. [Accessed: 4-Apr-2024].

[9] R. Setiawan, “Black box testing untuk menguji perangkat lunak,” Dicoding, 2021. [Online]. Available: https://www.dicoding.com/blog/black-boxtesting/. [Accessed: Mar. 29, 2024].

[10] International Organization of Standardization, ISO/IEC 25010:2023(en). 2023. [Online]. Available: https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:isoiec:25010:ed-2:v1:en. [Accessed: 16-Jul-2024].

[11] Subecz, Z. (2021). Web-development with Laravel framework. Gradus, 8(1), 211-218. [Online]. Available: https://real.mtak.hu/125616/1/2021_1_CSC_006_Subecz.pdf. [Accessed: 03-Sep-2024].
[12] Hermiati, R., Asnawati, A., & Kanedi, I. (2021). Pembuatan E-Commerce Pada Raja Komputer Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql. Jurnal Media Infotama, 17(1).

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7043

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan Metode MAUT untuk Pemilihan Karyawan Hotel Terbaik

Indra Wahyu Chrisstyadi, Budanis Dwi Meilani, Zuli Maulidati

Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: indrawhc69@gmail.com, budanis@itats.ac.id, zulimaulidati@itats.ac.id

ABSTRACT

Selecting the best employee is a critical task for companies to enhance productivity and achieve organizational goals. This process demands an objective and systematic approach to ensure the selected candidate possesses the most suitable qualifications and performance metrics. To address this need, this study developed a Decision Support System (DSS) for optimal employee selection using the Multi-Attribute Utility Theory (MAUT) method. The system evaluates candidates based on criteria such as work tenure, discipline, teamwork, responsibility, honesty, and communication skills. Testing involved comparing the system's output with manual calculations performed using Microsoft Excel across five employee data scenarios. The results demonstrated a 100% calculation accuracy rate. Further assessment, conducted through direct observation of system outcomes, revealed an accuracy rate of 87.5% across 32 employee data scenarios. This system offers Human Resource Development (HRD) teams an effective and efficient tool for selecting top-performing employees while reducing the potential for subjectivity in the selection process.

Keywords: *Decision Support System; employee criteria; best employee selection; Multi-Attribute Utility Theory (MAUT); employee assessment*

ABSTRAK

Memilih karyawan terbaik merupakan salah satu tugas terpenting bagi perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dan mencapai tujuan organisasi. Proses seleksi ini memerlukan pendekatan yang obyektif dan sistematis untuk memastikan karyawan yang terpilih mempunyai kualifikasi dan kinerja

terbaik. Oleh karena itu, pada penelitian ini kami mengembangkan sistem pendukung Keputusan pemilihan karyawan yang optimal dengan menggunakan metode *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT). Kriteria penilaian dalam pengembangan sistem adalah Lama Kerja, Kedisiplnan, Kerjasama, Tanggung Jawab, Kejujuran, dan Komunikasi. Berdasarkan pengujian membandingkan hasil sistem dengan mengitung manual menggunakan Microsoft Excel yang dilakukan dengan menggunakan 5 skenario data karyawan yang berbeda. Hasil pengujian menunjukan bahwa sistem mencapai nilai perhitungan 100%. Selain itu, penilaian hasil sistem dengan pengamatan secara langsung memiliki nilai perhitungan sebesar 87.5% dari 32 skenario data karyawan yang berbeda. Oleh karena itu, sistem ini membantu HRD untuk memilih karyawan terbaik secara efektif dan efisien sekaligus meminimalkan kemungkinan subjektivitas dalam proses seleksi karyawan.

Kata kunci: Sistem pendukung keputusan; kriteria karyawan; pemilihan karyawan terbaik; *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT); penilaian karyawan.

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini perkembangan teknologi semakin pesat seiring berjalannya waktu dan meningkatnya kebutuhan manusia akan teknologi. Banyaknya inovasi teknologi yang diciptakan untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam kegiatan sehari-hari, perusahaan, pendidikan, dan lainnya.[1] Teknologi juga dapat dimanfaatkan untuk menggambil keputusn yang dapat disebut dengan sistem pendukung keputusan. Sistem pendukung keputusan dalam bentuk teknologi yang dapat. mempermudah perusahan atau lain-lainnya dalam mengambil suatu keputusan. Hotel X Surabaya adalah salah satu hotel terkemuka di pusat kota Surabaya dekat dengan stasiun gubeng yang terus berusaha meningkatkan kualitas layanan dan kepuasan pelanggan. Dalam industri perhotelan, karyawan merupakan aset utama yang berperan penting dalam memberikan layanan prima kepada tamu. Pemilihan karyawan terbaik menjadi salah satu prioritas utama manajemen Hotel X Surabaya untuk memastikan kualitas layanan yang unggul. Semakin banyaknya jumlah karyawan maka keanekaragaman kriteria karyawan juga semakin banyak sehingga sulit memilih karyawan terbaik untuk mencapai standar pelayanan yang tinggi pada manajemen hotel harus menerapkan berbagai strategi dalam industri perhotelan.

Untuk pemilihan karyawan terbaik dalam tiga bulan sekali bukan hanya sekadar memberikan penghargaan berupa uang dan *voucher* satu hari menginap dihotel lain, tetapi juga berfungsi sebagai alat penting untuk mendorong semua karyawan agar bekerja lebih baik dan memberikan yang terbaik dalam setiap tugas mereka. Penghargaan kepada karyawan yang berprestasi dapat meningkatkan moral kerja, produktivitas, dan menciptakan lingkungan kerja yang positif dan kompetitif. Adanya penghargaan dan pengakuan mendorong karyawan untuk terus mengembangkan keterampilan dan profesionalisme dalam berkerja mereka. Hotel X Surabaya saat ini masih menggunakan metode konvensional untuk pemilihan karyawan terbaik. Sistem lama ini melibatkan pengumpulan data kinerja sehari-hari, disiplin, kehadiran, serta umpan balik dari rekan kerja dan pelanggan. Data dikumpulkan oleh *supervisor* dan manajer, kemudian dibahas dalam rapat bulanan yang dihadiri oleh tim penilai, termasuk HRD *(Human Resources Department)*. Penentuan karyawan terbaik dilakukan berdasarkan diskusi dan evaluasi data yang ada, sehingga proses ini sangat bergantung pada opini subjektif dari tim penilai. Kekurangan dari sistem ini termasuk adanya kecenderungan yang tidak adil yang mempengaruhi penilaian, keputusan, atau hasil dalam suatu proses pemilihan karyawan, dan proses penilaian yang memakan waktu. Karyawan mungkin merasa tidak mendapatkan gambaran yang jelas tentang bagaimana mereka dinilai. Oleh kerana itu sistem pendukung keputusan dapat menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis, karena konsepnya sederhana dan mudah dipahami. Salah satu metode yang efektif dalam sistem pendukung keputusan untuk pemilihan karyawan terbaik adalah MAUT (*Multi Attribute Utility Theory)*.

MAUT (*Multi Attribute Utility Theory)* adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi berbagai alternatif keputusan berdasarkan beberapa atribut atau kriteria[2]. Oleh karena itu menggunakan metode MAUT (*Multi Attribute Utility Theory)* di Hotel X Surabaya memiliki beberapa keuntungan signifikan. Metode ini mengurangi subjektif dengan memberikan struktur yang jelas dalam penilaian karyawan. Proses penilaian menjadi lebih transparan dan dapat dipertanggungjawabkan, sehingga meningkatkan kepercayaan karyawan terhadap sistem penilaian.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan dalam kondisi yang semi-terstruktur atau tidak terstruktur sering kali menghadapi tantangan, di mana solusi optimal tidak tampak jelas bagi para pengambil Keputusan.[3]. Maka dari itu memerlukan skala untuk menentukan pengukuran suatu kriteria. Skala Likert adalah sebuah metode pengukuran yang dirancang oleh Rensis Likert. Metode ini diperkenalkan dalam tulisannya yang berjudul "A Technique For Measurement Of Attitudes," yang diterbitkan di Jurnal Archives Of Psychology pada tahun 1932.[4]. Langkah dari metode MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*) yaitu menentukan kriteria, menentukan bobot masing masing kriteria, normalisasi pada bobot kriteria, menentukan minimum dan maximum kriteria alternatif, nilai utility dari perhitungan kriteria alternatif, nilai akhir dengan cara perkalian nilai utility dengan normalisasi pada bobot kriteria. Sistem yang dipakai pada metode MAUT ini menggunakan *website, website* adalah sekumpulan halaman web yang saling terhubung, menyajikan berbagai informasi dalam bentuk teks, gambar, animasi, audio, dan video.[5].

Dalam metode *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT) digunakan untuk merubah dari beberapa kepentingan ke dalam nilai numerik dengan skala 0-1, 0 mewakili pilihan terburuk dan 1 terbaik. Hal ini memungkinkan perbandingan langsung beragam ukuran, yaitu dengan alat yang tepat. Hasil akhirnya adalah urutan peringkat dari evaluasi alternatif yang menggambarkan pilihan dari para pembuat keputusan. Evaluasi alternatif didapatkan dengan melakukan normalisasi bobot alternatif dengan Persamaan 1, dengan rumus sebagai berikut [6].

$$U(x) = \frac{xi - \ ^{-}}{xi^{+} - xi^{-}} \quad \text{.....(1)}$$

$U(x)$ = normalisasi bobot alternatif,
xi = bobot alternatif,
$xi-$ = bobot terburuk (minimum) dari kriteria ke-x,
$xi+$ = bobot terbaik (maximum) dari kriteria ke-x.

Perhitungan utilitas normalisasi atribut didasarkan pada Persamaan 2, dengan rumus sebagai berikut [4].

$$V(x) = \sum_{i=1}^{n} Wj \text{ x } Xij \quad \text{.....(2)}$$

$V(x)$ = nilai keseluruhan dari alternatif pilihan suatu subkriteria,
Wj = bobot kriteria,
Xij = nilai alternatif pilihan suatu subkriteria,
i = alternatif pilihan,
J = subkriteria,
n = jumlah sampel penelitian.

Hasil setiap keputusan yang diambil harus dapat dipertanggungjawabkan oleh pengambil keputusan secara logis maupun kuantitatif.[7].

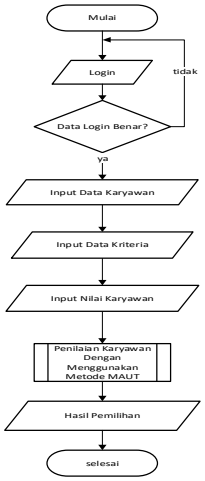
METODE

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan survei langsung ke perusahaan untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Metodologi yang diterapkan mencakup beberapa tahap, antara lain: wawancara, tinjauan literatur, analisis data, desain sistem, implementasi, dan evaluasi. Terdapat juga alur proses Penyelesaian metode MAUT antara lain: menentukan bobot kriteria, memasukan kriteria tiap alternatif, matriks keputusan, normalisasi matriks keputusan, menghitung nilai preferensi, dan preferensi tiap alternatif. Berikut ini adalah kriteria data yang digunakan untuk menentukan karyawan yang akan dipilih dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Kriteria

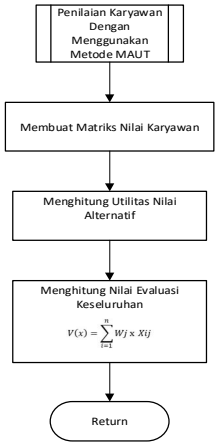
No.	Kriteria	Bobot	Keterangan	Skala
1.	Lama Kerja	20%	1 bulan sampai 1 tahun Berkerja	1 (Tidak layak)
			> 1 tahun ≤ 3 Tahun Berkerja	2 (Cukup layak)
			> 3 tahun ≤ 5 Tahun Berkerja	3 (Layak)
			> 5 tahun ≤ 7 Tahun Berkerja	4 (Sangat layak)
2.	Kedisiplinan	10%	≥ 7 kali dari jumlah ketidakhadiran tanpa izin dalam 3 bulan	1 (Tidak layak)
			5-6 kali dari jumlah ketidakhadiran tanpa izin dalam 3 bulan	2 (Cukup layak)
			3-4 kali dari jumlah ketidakhadiran tanpa izin dalam 3 bulan	3 (Layak)
			0-2 kali dari jumlah ketidakhadiran tanpa izin dalam 3 bulan	4 (Sangat layak)
3.	Kerjasama	10%	≥ 7 kali dari jumlah ketidakhadiran terhadap tim di perusahaan dalam 3 bulan	1 (Tidak layak)
			5-6 kali dari jumlah ketidakhadiran terhadap tim di perusahaan dalam 3 bulan	2 (Cukup layak)
			3-4 kali dari jumlah ketidakhadiran terhadap tim di perusahaan dalam 3 bulan	3 (Layak)
			0-2 kali dari jumlah ketidakhadiran terhadap tim di perusahaan dalam 3 bulan	4 (Sangat layak)
4.	Tanggung Jawab	20%	≥ 7 kali dari jumlah tidak menyelesaikan *project* pekerjaan dalam 3 bulan	1 (Tidak layak)
			5-6 kali dari jumlah tidak menyelesaikan *project* pekerjaan dalam 3 bulan	2 (Cukup layak)
			3-4 kali dari jumlah tidak menyelesaikan *project* pekerjaan dalam 3 bulan	3 (Layak)
			0-2 kali dari jumlah tidak menyelesaikan *project* pekerjaan dalam 3 bulan	4 (Sangat layak)
5.	Kejujuran	30%	≥ 7 kali dari jumlah berperilaku tidak jujur dalam 3 bulan	1 (Tidak layak)
			5-6 kali dari jumlah berperilaku tidak jujur dalam 3 bulan	2 (Cukup layak)
			3-4 kali dari jumlah berperilaku tidak jujur dalam 3 bulan	3 (Layak)
			0-2 kali dari jumlah berperilaku tidak jujur dalam 3 bulan	4 (Sangat layak)
6.	Komunikasi	10%	≥ 7 kali jumlah kesalahan komunikasi dalam 3 bulan	1 (Tidak layak)
			5-6 kali jumlah kesalahan komunikasi dalam 3 bulan	2 (Cukup layak)
			3-4 kali jumlah kesalahan komunikasi dalam 3 bulan	3 (Layak)
			0-2 kali jumlah kesalahan komunikasi dalam 3 bulan	4 (Sangat layak)

Proses metode MAUT digambarkan pada *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Sistem Pemilihan Karyawan Terbaik.

Dalam proses sistem ini, langkah pertama yang diambil oleh HRD sebagai admin adalah memasukkan data dan kriteria untuk memilih karyawan terbaik yang telah memenuhi syarat yang ditetapkan. Setelah data dan kriteria calon karyawan terbaik dimasukkan, sistem kemudian mengolah informasi tersebut menggunakan metode *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT). Setelah proses pengolahan data dan kriteria selesai, HRD akan menerima hasil berupa alternatif calon karyawan terbaik yang telah diproses dan siap untuk memulai bekerja. Pada gambar 2 akan dijelaskan *flowchart* metode MAUT untuk menjelaskan alur perhitungan yang akan dilakukan.



Gambar 2. *Flowchart* Metode MAUT.

Setelah melalui proses perhitungan dengan metode MAUT, akhirnya kita mendapatkan peringkat nilai untuk setiap alternatif. Setelah mengkonversikan nilai yang telah dibuat dan contoh menghitung nilai utility, kemudian menentukan nilai akhir dengan mengalihkan nilai utilitas dengan nilai bobot ternormalisasi.

Alternatif = (1 x 0,2) + (0,5 x 0,1) + (1 x 0,1) + (0,5 x 0,2) + (1 x 0,3) + (1 x 0,1)

= 0,2 + 0,05 + 0,1 + 0,1 + 0,3 + 0,1 = 0,85

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menilai tingkat akurasi sistem yang telah dikembangkan, penting untuk melakukan pengujian. Tabel 2 akan menjelaskan nilai-nilai alternatif yang telah dikonversi menggunakan skala Likert, sementara Tabel 3 akan menyajikan perhitungan nilai *utility* dari masing-masing alternatif dan hasil perankingan pada tabel 4.

Peneliti menggunakan dua metode dalam proses pengujian ini, yaitu pengujian manual memakai *Microsoft Excel* dengan sistem pada Tabel 5, serta pengujian yang berdasarkan perhitungan yang dilakukan oleh sistem dengan survei. Hasil dari pengujian ini akan dijelaskan secara rinci dalam Tabel 6.

Tabel 2. Konversi Sample Data Alternatif

		Kriteria					
No.	**Nama (O)**	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**
1	O1	4	3	3	3	3	3
2	O2	2	4	3	2	3	2
3	O3	1	2	2	3	3	3
4	O4	2	2	2	3	3	1
5	O5	1	4	3	4	2	3
6	O6	3	3	3	3	3	3

Tabel 3. Contoh Perhitungan Nilai *Utility* Alternatif

Kriteria	Perhitungan
Lama Kerja	$=\frac{4-1}{4-1}=1$
Kedisiplinan	$=\frac{3-2}{4-2}=0{,}5$
Kerjasama	$=\frac{3-2}{3-2}=1$
Tanggung Jawab	$=\frac{3-2}{4-2}=0{,}5$
Kejujuran	$=\frac{3-2}{3-2}=1$
Komunikasi	$=\frac{3-1}{3-1}=1$

Tabel 4. Hasil Perankingan

No.	Nama (O)	Nilai Total	Ranking
1	O1	0,85	1
2	O6	0,77	2
3	O2	0,76	3
4	O3	0,5	4
5	O4	0,46	5
6	O5	0,3	6

Tabel 5. Pengujian Manual *Microsoft Excel* dengan Sistem

No	Nama Orang (O)	Bobot	Sistem (MAUT)	Perhitungan Excel	Ket.
1	O1	K1 = 20	1. O5 (1,00)	1. O5 (1,00)	Sesuai
	O2	K2 = 10	2. O6 (0,80)	2. O6 (0,80)	
	O3	K3 = 10	3. O7 (0,80)	3. O7 (0,80)	
	O4	K4 = 20	4. O2 (0,50)	4. O2 (0,50)	
	O5	K5 = 30	5. O3 (0,50)	5. O3 (0,50)	
	O6	K6 = 10	6. O1 (0,40)	6. O1 (0,40)	
	O7		7. O4 (0,40)	7. O4 (0,40)	
	O8		8. O8 (0,30)	8. O8 (0,30)	
2	O9	K1 = 15	1. O14 (1,00)	1. O14 (1,00)	Sesuai
	O10	K2 = 25	2. O13 (0,80)	2. O13 (0,80)	
	O11	K3 = 10	3. O11 (0,75)	3. O11 (0,75)	
	O12	K4 = 15	4. O12 (0,73)	4. O12 (0,73)	
	O13	K5 = 20	5. O10 (0,70)	5. O10 (0,70)	
	O14	K6 = 15	6. O9 (0,45)	6. O9 (0,45)	
	O15		7. O15 (0,15)	7. O15 (0,15)	

Tabel 6. Pengujian Sistem dengan Survei

No	Nama Orang	Sistem (MAUT)	Survei	Ket.
1	O1	1. O3	1. O3	Sesuai
	O2	2. O2		
	O3	3. O1		
2	O4	1. O6	1. O6	Sesuai
	O5	2. O4		
	O6	3. O5		
3	O7	1. O9	1. O9	Sesuai
	O8	2. O8		
	O9	3. O10		
	O10	4. O7		
4	O11	1. O13	1. O13	Sesuai
	O12	2. O11		
	O13	3. O14		
	O14	4. O12		
5	O15	1. O17	1. O17	Sesuai
	O16	2. O16		

No	Nama Orang	Sistem (MAUT)	Survei	Ket.
	O17	3. O15		
6	O18	1. O18	1. O18	Sesuai
	O19	2. O20		
	O20	3. O19		

KESIMPULAN

Sistem pendukung keputusan untuk memilih karyawan terbaik di Hotel X Surabaya dibangun menggunakan *platform* berbasis *web*, dengan menerapkan metode *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT).

Sistem pendukung keputusan pemilihan karyawan terbaik di Hotel X Surabaya menggunakan metode MAUT telah diuji dengan membandingkan hasil (*output*) pada sistem dengan perhitungan manual menggunakan *Microsoft Excel*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 skenario data yang menghasilkan *output* yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah melakukan perhitungan dengan akurasi 100% (sesuai).

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan membandingkan hasil rekomendasi sistem pendukung keputusan dengan pengamatan langsung (survei) sebanyak 32 kali percobaan, ditemukan bahwa tingkat akurasi sistem mencapai 87.5%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BD Meilani, MR Aditya, "Pemilihan Kurir yang Memperoleh Rewards Courier of the Month dalam Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode SMART", Kernel: Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika dan Pendidikan Informatika,vol.3no.2(2022), DOI: 10.31284/j.kernel.2022.v3i2.3510

[2] BD Meilani, "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Pegawai dengan Metode SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique) pada CV. Terus Jaya", Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan 9(1), 35-40, 2021

[3] W. Apriani, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pimpinan Dengan Metode Multi Attribute Utility Theory (MAUT) di PT. Sagami Indonesia,” vol. 3, no. 2, 2019.

[4] A. H. Suasapha, “SKALA LIKERT UNTUK PENELITIAN PARIWISATA; BEBERAPA CATATAN UNTUK MENYUSUNNYA DENGAN BAIK,” *J. KEPARIWISATAAN*, vol. 19, no. 1, pp. 26–37, Mar. 2020, doi: 10.52352/jpar.v19i1.407.

[5] Rina Noviana, “PEMBUATAN APLIKASI PENJUALAN BERBASIS WEB MONJA STORE MENGGUNAKAN PHP DAN MYSQL,” *J. Tek. Dan Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 112–124, Jun. 2022, doi: 10.56127/jts.v1i2.128.

[6] R. Ramadiani and A. Rahmah, “Sistem pendukung keputusan pemilihan tenaga kesehatan teladan menggunakan metode Multi-Attribute Utility Theory,” *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, p. 1, Apr. 2019, doi: 10.26594/register.v5i1.1273.

[7] V. P. Sabandar and R. Ahmad, “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Produk Terbaik Menggunakan Weighted Product Method,” *J. Ilm. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 58–68, Jan. 2023, doi: 10.58602/jics.v1i2.7.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7046

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengaruh Penggunaan Emoji Pada Tingkat Akurasi Sentimen Di Twitter Menggunakan Metode Support Vector Machine

Tio Dharmawan, Virli Galuh Kinanti, dan Achmad Maududie

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember
e-mail: tio.pssi@unej.ac.id

ABSTRACT –

Opinions and preferences expressed on social media and microblogging services are very important for sentiment analysis. A Support Vector Machine (SVM) is a learning system that uses a hypothetical space in the form of a linear function in a high dimensional feature space and applies a learning bias derived from statistical learning theory. The accuracy results obtained by the Support Vector Machine method from the first topic, namely booster vaccines as a homecoming requirement, were 65% for text only and 69% for text containing emoji. The accuracy results for the second discussion topic, namely demonstrations against Jokowi for 3 periods, were 79% for text only and 82% for text containing emoji. As for the third topic regarding the scarcity of cooking oil and rising fuel prices, the accuracy obtained is 74% for text only and 76% for text containing emojis.

Keywords: sentiment analysis, emoji characters, social media, SVM

ABSTRAK –

Opini dan preferensi yang diungkapkan di media sosial dan layanan microblogging sangat penting untuk analisis sentimen. *Support Vector Machine* (SVM) adalah sistem pembelajaran yang menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi linier dalam ruang fitur berdimensi tinggi dan menerapkan bias pembelajaran yang berasal dari teori pembelajaran statistik. Penelitian tentang pengaruh penggunaan emoji terhadap tingkat akurasi sentimen di Twitter dengan metode Support Vector Machine dilakukan dengan membandingkan data training dan testing 80:20 untuk tiga topik bahasan. Hasil akurasi yang diperoleh dengan metode *Support Vector Machine* dari topik pertama yaitu vaksin booster sebagai persyaratan mudik didapatkan 65% untuk teks saja dan 69% untuk teks yang berisi emoji. Hasil akurasi untuk topik pembahasan kedua yaitu demonstrasi menentang Jokowi selama 3 periode, adalah 79% untuk teks saja dan 82% untuk teks yang berisi emoji. Sedangkan untuk topik ketiga mengenai kelangkaan minyak goreng dan kenaikan harga BBM, akurasi yang didapat adalah 74% untuk teks saja dan 76% untuk teks yang berisi emoji.

Kata kunci: analisis sentimen, karakter emoji, media sosial, SVM

PENDAHULUAN

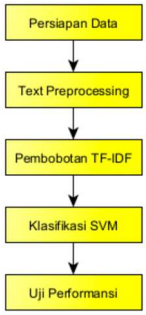
Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo) mengungkapkan pengguna internet di Indonesia saat ini mencapai 63 juta orang. Dari angka tersebut, 95% menggunakan internet untuk mengakses jejaring sosial. Indonesia menduduki peringkat ke-6 dengan jumlah pengguna twitter 15,7 juta [1]. Twitter adalah situs mikroblog yang memungkinkan pengguna untuk mengirim pesan teks dengan jumlah karakter maksimum melalui SMS, pesan instan, surat elektronik [2]. Setiap tweet ditampilkan dalam bentuk pengirim dengan foto profil, alamat balasan pesan dengan tanda "@" dan tanggal.

Karakter emoji dapat meningkatkan ekspresi pesan teks [3]. Emoji memainkan peran penting dalam konten tweet yang dikirim pengguna di Twitter. Shigetaka Kurita mengembangkan emoji pada tahun 1990 dengan tujuan awal untuk mempercantik pesan. Ideogram dan smiley memungkinkan pengguna untuk lebih mudah mengekspresikan emosi mereka melalui teks. Opini dan preferensi yang diungkapkan di media sosial dan layanan microblogging sangat penting untuk analisis sentimen dan pengumpulan opini. Analisis sentimen atau lebih sering disebut opinion mining adalah bidang penelitian text mining yang bertujuan untuk memastikan opini atau subjektivitas masyarakat umum mengenai subjek, peristiwa, atau masalah. Salah satu analisis sentimen yang dapat dilakukan adalah analisis sentimen terhadap suatu isu yang terdapat di Twitter [4].

Support Vector Machine (SVM) adalah sistem pembelajaran yang menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi linier dalam ruang fitur berdimensi tinggi dan menerapkan bias pembelajaran yang diturunkan dari teori pembelajaran statistic [5]. SVM bertujuan untuk menemukan hyperplane “terbaik” yang berperan penting sebagai garis batas dua kelas. Penelitian ini ingin melihat bagaimana pengaruh penggunaan emoji terhadap tingkat akurasi sentimen di Twitter dengan metode *Support Vector Machine* (SVM).

METODE

Metode penelitian merupakan langkah serta prosedur yang hendak dicoba untuk menggapai tujuan serta memperoleh jawaban atas kasus dalam penelitian. Langkah serta prosedur ini adalah perwujudan dari kerangka pikir penelitian. Langkah-langkah tersebutdapat dilihat pada Gambar 1 di bawah.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Pengumpulan Data

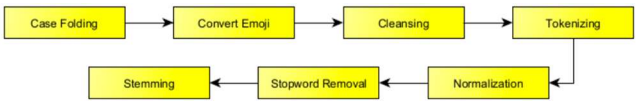
Pada tahap awal pengumpulan data *tweet*, pengambilan data dilakukan dengan metode *crawling* dari media sosial twitter menggunakan *python*. Sebelum proses *crawling* diperlukan *API Key* dari twitter sebagai autentikasi di *python*. Twitter API Key sendiri memiliki kunci konsumen, rahasia konsumen, kunci akses, dan rahasia akses. Pada tahap pendataan dilakukan dengan menggores halaman pencarian Twitter. Ada tiga topik pembahasan yang terkumpul yaitu vaksin booster sebagai syarat mudik, demonstrasi menentang Jokowi selama 3 periode, dan kelangkaan minyak goreng dan naiknya harga bahan bakar.

Pada tahap ini data yang diperoleh kemudian dikelompokkan menurut tiga topik yang berbeda. Selanjutnya, dari ketiga topik tersebut, datanya dipisahkan antara teks saja dan teks yang mengandung emoji. Proses pelabelan data dilakukan secara manual.Pelabelan manual dibantu oleh mahasiswa jurusan Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia di Universitas Jember. Pemilihan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia sebagai validator data yang telah diberi label manual karena telah sesuai dengan peminatan Pendidikan dan Pengembangan sehingga dapat memberikan penilaian yang tepat terhadap tweet yang layak konsumsi pada konten tweet. Proses ini menghasilkan tiga topik yang masing-masing berisi sentimen positif dan negatif tanpa emoji, serta sentimen positif dan negatif untuk teks dan emoji.

Preprocessing

Text preprocessing merupakan tahap awal pada analisis di mana data teks yang akan di preprocessing ini mencakup tahapan pengambilan data tweets dari twitter hanya berupa data mentah yang belum dilakukan preprocessing guna mendapatkan data bersih agar memudahkan ke tahap berikutnya [6]. Pada tahap preprocessing ini terdiri dari beberapa tahapan untuk menjadikan kalimat pada tweets menjadi bahasa yang baku, karena tidak sepenuhnya tweets tersebut hasil crawling menggunakan kata baku. Proses ini berguna menghilangkan beberapa bagian kalimat yang tidak berguna. Preprocessing dilakukan dengan menggunakan bantuan

library bahasa pemrograman python. Ada 7 tahapan proses untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Langkah-langkah preprocessing dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Tahapan preprocessing

Tahap *text preprocessing* yang pertama kali dilakukan adalah *case folding.* Pada tahap ini semua huruf dalam dokumen menjadi huruf kecil, hanya huruf 'a' sampai dengan 'z' [7]. Tahap selanjutnya adalah *convert emoji.* Pada tahap ini setiap *emoji* akan dikonversikan ke dalam string yang sesuai. Mengubah *emoji* menjadi teks dengan *python* dapat dilakukan menggunakan modul *emoji*. Selanjutnya akan dilakukan proses *cleansing, Cleansing* adalah proses untuk membersihkan dokumen dan kata-kata yang tidak diperlukan. Pada tahap ini dilakukan penghapusan username, URL (*Uniform Resource Locator*), dan "RT" (tanda *retweets*) [7]. Karena *username*, URL, dan "RT" tidak memiliki pengaruh apapun terhadap nilai sentimen, maka ketiga komponen di atas akan dibuang.

Setelah data melalui proses *cleansing*, selanjutnya akan melalui proses *tokenizing*. *Tokenizing* adalah proses pemotongan sebuah dokumen menjadi bagian-bagian, yang disebut dengan token [8]. Setelah melalui proses tokenizing kita bisa mendapatkan jumlah kemunculan setiap token nya. Setelah data melalui proses tokenizing, selanjutnya akan melalui proses normalization. *Normalization* adalah suatu proses mengubah kata yang tidak baku ke dalam kata baku atau formal. Contohnya seperti "abis", "adlh", "akikah", "akyu", "asek", "asoy", dan lain-lain.

Setelah data melalui proses *normalization*, selanjutnya akan melalui proses *stopword removal*. *Stopword removal* adalah proses penghilangan kata-kata yang tidak berkontribusi banyak pada isi dokumen. Pada tahap *stopword removal* Bahasa Indonesia dapat dibantu dengan menggunakan *library* Sastrawi. Sastrawi merupakan *library* yang dapat digunakan untuk mendapatkan kata dasar dari kata yang kita inputkan serta *library* ini juga mendukung proses *stopword removal* [8]. Tahap terakhir adalah *stemming*. *Stemming* merupakan suatu proses untuk menemukan kata dasar dari sebuah kata dengan menghilangkan semua imbuhan (*affixes*) baik yang terdiri dari awalan (*prefixes*), sisipan (*infixes*), akhiran (*suffixes*) dan *confixes* (kombinasi dari awalan dan akhiran) pada kata turunan. Proses untuk melakukan *stemming* dibantu dengan menggunakan Algoritma Nazief Andriani [9]. Algoritma Nazief Andriani merupakan salah satu algoritma yang cukup populer untuk melakukan stemming kata dalam Bahasa Indonesia [8].

Pembobotan TF-IDF

Pembobotan dilakukan untuk mendapatkan nilai kata yang diekstraksi. Metode yang digunakan adalah TF-IDF (Term Frequency–Inverse Document Frequency). Ini adalah kombinasi dari Term Frequency (TF) dan Inverse document Frequency (IDF) yang digunakan untuk menghitung bobot setiap kata. Metode ini menggabungkan dua konsep untuk menghitung bobot, yaitu Term Frequency (TF) adalah frekuensi kemunculan kata (t) dalam kalimat (d). Document Frequency (DF) adalah jumlah kalimat di mana kata (t) muncul [10].

Pemodelan Menggunakan SVM

Pada tahap ini pembagian data dimulai, dimana data yang sudah preprocessed dan telah melalui proses pembobotan TF-IDF akan dibagi menjadi data latih dan data uji. Data latih akan dijadikan sebagai data yang akan melatih algoritma SVM. Pada tahap ini data latih yang sudah terbentuk dihitung klasifikasi sentimennya menggunakan Support Vector Machine.

Klasifikasi SVM dilakukan dengan pencarian grid menggunakan kernel linier dengan validasi silang k = 10 sehingga dipilih nilai parameter C, derajat, gamma dan kernel yang optimal. Algoritma dalam metode ini menjadikan titik-titik grid yang berjarak sama, lalu menghitung ukuran kesalahan untuk setiap titik-titik parameter tersebut. Titik parameter paling optimal adalah titik yang memiliki nilai ukuran kesalahan yang terkecil [11]. Grid search pada penelitian ini digunakan untuk mencari hyperparameter yang optimum atau terbaik untuk setiap kernel yang berbeda. Pada tahap ini implementasi grid search dibantu oleh library sklearn GridSearch. Hasil dari tahapan ini adalah model klasifikasi. Kemudian model klasifikasi yang telah terbentuk dari data latih diterapkan pada data uji.

Evaluasi

Tahap ini melibatkan analisis data uji dan model klasifikasi yang telah terbentuk dari proses sebelumnya. Hasil yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan accuracy, precision, recall, dan f1-score [12], kemudian akan dibandingkan dengan model klasifikasi untuk setiap topik dataset yang dikumpulkan. Model pengujian tersebut dapat dibandingkan dengan hasil pada beberapa skenario yang dilakukan [13].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemodelan pada Tabel 1 menunjukkan perbandingan kinerja antara dua jenis representasi teks: teks biasa dan teks yang disertai dengan emoji. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh penggunaan emoji pada data latih terhadap performa model dalam hal beberapa metrik evaluasi.

Dari sisi *accuracy*, model dengan teks biasa menunjukkan nilai 0.65 pada Topik 1, sementara teks dengan emoji sedikit lebih baik dengan nilai 0.69. Pada Topik 2, peningkatan lebih jelas terlihat, dengan model yang menggunakan teks dengan emoji mencapai 0.82 dibandingkan dengan 0.79 pada teks biasa. Hal serupa terjadi pada *precision*, di mana model dengan emoji menunjukkan peningkatan yang signifikan, dari 0.64 menjadi 0.68 pada Topik 1, dan dari 0.75 menjadi 0.82 pada Topik 2.

Untuk *recall*, hasil yang serupa terlihat, dengan model yang menggunakan emoji sedikit lebih unggul, meningkatkan recall dari 0.65 menjadi 0.69 pada Topik 1 dan 0.74 menjadi 0.76 pada Topik 2. Metrik *f1-score*, yang menggabungkan precision dan recall, menunjukkan hasil terbaik pada model dengan emoji, dengan nilai 0.65 dibandingkan dengan 0.60 pada Topik 1, dan 0.77 dibandingkan dengan 0.74 pada Topik 2.

Secara keseluruhan, penggunaan emoji dalam teks memberikan peningkatan pada hampir semua metrik evaluasi, menunjukkan bahwa penambahan emoji dapat berkontribusi positif dalam meningkatkan performa model dalam analisis data latih.

Tabel 1. Perbandingan performa model

	Topik 1		Topik 2		Topik 2	
	Teks	**Teks+Emoji**	**Teks**	**Teks+Emoji**	**Teks**	**Teks+Emoji**
Accuracy	0.65	0.69	0.79	0.82	0.74	0.76
Precision	0.64	0.68	0.75	0.82	0.76	0.76
Recall	0.65	0.69	0.79	0.82	0.74	0.76
F1-score	0.6	0.65	0.74	0.77	0.7	0.74

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pemodelan ini adalah bahwa penggunaan emoji dalam teks dapat meningkatkan performa model dalam berbagai metrik evaluasi, seperti accuracy, precision, recall, dan F1-score. Model yang menggunakan teks dengan emoji menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan model yang hanya menggunakan teks biasa, terutama pada Topik 2. Peningkatan ini menunjukkan bahwa emoji dapat memperkaya konteks informasi dalam teks, sehingga model dapat lebih akurat dalam mengklasifikasikan dan menilai data latih. Oleh karena itu, penggunaan emoji dalam analisis teks dapat dipertimbangkan sebagai cara yang efektif untuk meningkatkan kinerja model.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kemenkominfo, “Pengguna internet di Indonesia 63 Juta Orang,” 2013.

[2] M. Hadi, *Twitter untuk orang awam*. Palembang: Maxikom, 2010.

[3] M. Shiha and S. Serkan, “The Effects of Emoji in Sentiment Analysis,” *Bahcesehir University*, 2017, doi: 10.17706/IJCEE.2017.9.1.360-369.

[4] M. I. Fikri, T. S. Sabrila, and Y. Azhar, “Perbandingan Metode Naïve Bayes dan Support Vector Machine pada Analisis Sentimen Twitter,” *Smatika Jurnal*, vol. 10, no. 02, pp. 71–76, 2020.

[5] F. S. Jumeilah, “Penerapan Support Vector Machine (SVM) untuk Pengkategorian Penelitian,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, vol. 1, no. 1, pp. 19–25, 2017, doi: 10.29207/resti.v1i1.11.

[6] A. M. Zuhdi, E. Utami, and S. Raharjo, “Analisis Sentimen Twitter terhadap Capres Indonesia 2029 dengan Metode K-NN,” *Jurnal Informa Politeknik Indonusa Surakarta*, vol. 5, pp. 2–7, 2019.

[7] D. Rustiana and N. Rahayu, “Analisis Sentimen Pasar Otomotif Mobil: Tweets Twitter Menggunakan Naïve Bayes,” *Jurnal SIMETRIS*, vol. 8, no. 1, Apr. 2017.

[8] D. Indraloka, D. Smaradahana, and B. Santosa, “Penerapan Text Mining untuk Melakukan Clustering Data Tweets Shopee Indonesia,” *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 2337–3520, 2017.

[9] M. Adriani, J. Asian, B. Nazief, S. M. M. Tahaghoghi, and H. E. Williams, "Stemming Indonesian: A confix-stripping approach," *ACM Transactions on Asian Language Information Processing*, vol. 6, no. 4, p. 13, 2007, doi: 10.1145/1316457.1316459.

[10] M. M. Sya'bani and R. Umilasari, "Penerapan Metode Cosine Similarity dan Pembobotan TF/IDF pada Sistem Klasifikasi Sinopsis Buku di Perpustakaan Kejaksaan Negeri Jember," 2018.

[11] D. Satriani, L. U. Khasanah, and N. A. Rizki, "Penerapan Metode Grid-Search dalam Menentukan Parameter Model Pertumbuhan Penduduk di Kota Samarinda," in *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika*, May 2019, pp. 65–74.

[12] P. Flach, *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Makes Sense of Data*. New York: Cambridge University Press, 2012.

[13] V. Sari, F. Firdausi, and Y. Azhar, "Perbandingan Prediksi Kualitas Kopi Arabika dengan Menggunakan Algoritma SGD, Random Forest dan Naive Bayes," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 1–9, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2202.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7055

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

OPTIMASI MODEL REKOMENDASI TOPIK SKRIPSI BERDASARKAN PERFORMA AKADEMIK MAHASISWA MENGGUNAKAN SMOTE

Nelly Oktavia Adiwijaya, Muhammad Farhan Al Abror, Tio Dharmawan,
Muhamad Arief Hidayat
Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember
Email : nelly.oa@unej.ac.id

ABSTRACT

About 68% of students at the Faculty of Computer Science, University of Jember, experience delays in completing their thesis, mainly due to difficulty choosing a research topic that suits their interests and expertise. The main problem is the mismatch between students' academic competence and the chosen thesis topic. Many students choose topics based on external factors such as research trends, friends' recommendations, or lecturers' suggestions without considering their academic abilities. This problem is exacerbated by the absence of systematic guidance in choosing topics, thus increasing the risk of research stagnation and even changing topics midway. This research aims to develop a thesis topic recommendation system based on students' academic data, specifically transcripts from semesters 1 to 6, as an indicator of academic ability. The system uses Support Vector Machine (SVM) and Naïve Bayes classification algorithms, with the SMOTE method applied to overcome class imbalance and improve model performance. The analysis results show that the best model is achieved with SVM kernel RBF, producing the highest accuracy of 96.81%, while Naïve Bayes Categorical produces an accuracy of 83.75%.

Keywords: *Topic Recommendations, Support vector Machine, Naïve Bayes, SMOTE*

ABSTRAK

Sekitar 68% mahasiswa di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan skripsi, yang mencerminkan kesulitan dalam menentukan topik penelitian yang sesuai dengan minat dan keahlian. Salah satu masalah utama yang ditemukan adalah ketidaksesuaian antara kompetensi akademik mahasiswa dan topik skripsi yang dipilih. Banyak mahasiswa memilih topik berdasarkan faktor

eksternal seperti tren penelitian, rekomendasi teman, atau dorongan dosen, tanpa mempertimbangkan kesesuaian dengan kemampuan akademik yang dimiliki, dan diperburuk dengan kurangnya panduan yang sistematis dalam pemilihan topik, sehingga meningkatkan risiko stagnasi dalam proses penelitian bahkan mengganti topik di tengah jalan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem rekomendasi topik skripsi berbasis pada data akademik mahasiswa, khususnya transkrip nilai mata kuliah yang diambil dari semester 1 hingga semester 6, sebagai indikator kemampuan akademik mahasiswa. Sistem ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam memilih topik yang lebih sesuai dengan keahlian yang dimiliki, sehingga meningkatkan keberhasilan dalam penyelesaian skripsi. Untuk membangun sistem rekomendasi, digunakan algoritma klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dan Naïve Bayes, dengan metode SMOTE diterapkan untuk menangani masalah ketidakseimbangan data antar kelas dan meningkatkan akurasi model. Hasil analisis menunjukkan bahwa model terbaik diperoleh dengan SVM kernel RBF, yang menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 96,81%, sedangkan Naïve Bayes tipe Categorical menghasilkan akurasi 83,75%.

Kata kunci: Rekomendasi Topik Skripsi, Support Vector Machine, Naïve Bayes, SMOTE

PENDAHULUAN

Skripsi merupakan karya ilmiah yang dihasilkan dari penelitian mahasiswa secara mandiri [1]. Dalam proses pengerjaan skripsi, beberapa mahasiswa membutuhkan waktu dua semester atau lebih untuk menyelesaikan skripsinya [2]. Mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam menentukan topik skripsi. Sekitar 68% mahasiswa mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan skripsinya, hal ini berarti mahasiswa dalam menentukan topik penelitian tidak sesuai dengan minat dan keahlian yang dimiliki, kebanyakan dari mereka hanya mengikuti tren bidang penelitian dan topik skripsi [3]. Fenomena ini akan mempengaruhi kinerja mahasiswa dalam menyelesaikan studinya tepat waktu.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan membangun sebuah model klasifikasi yang dapat membantu mahasiswa untuk menentukan topik skripsi berdasarkan kemampuan yang dimilikinya [3]. Indikator yang digunakan dalam menentukan kemampuan mahasiswa dapat menggunakan data akademik [1]. Data akademik berupa transkrip nilai mata kuliah yang diambil oleh mahasiswa dari semester 1 hingga semester 6.

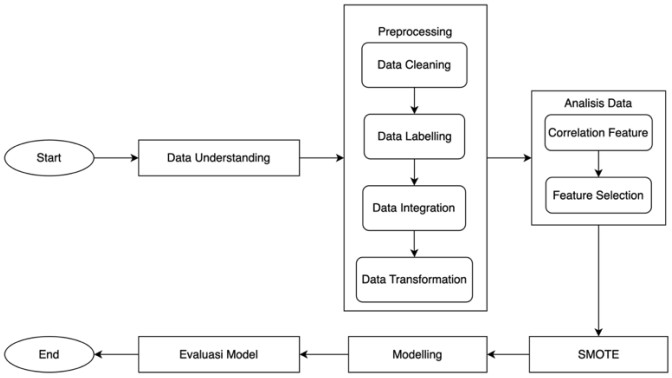
Klasifikasi merupakan pendekatan data mining yang paling sering digunakan dalam pendidikan tinggi untuk memprediksi kinerja, prestasi, pengetahuan, dan tingkat putus sekolah [4]. Algoritma yang dapat digunakan dalam teknik prediksi antara lain Support Vector Machine (SVM) dan Naïve Bayes. Algoritma SVM memiliki performa yang baik dalam mengklasifikasikan suatu pola dan mencegah terjadinya masalah dimensionalitas [5]. Penerapan algoritma SVM untuk prediksi kelulusan mahasiswa tepat waktu menghasilkan model dengan akurasi sebesar 94,4% dengan perbandingan data training dan data testing sebesar 90% dan 10% [6]. Algoritma Naïve Bayes merupakan metode dengan algoritma yang sederhana namun memiliki kecepatan dan akurasi pemodelan yang tinggi [7]. Sistem pendukung keputusan rekomendasi topik skripsi menggunakan Naïve Bayes Classifier menghasilkan performa model dengan akurasi sebesar 69,27%, hasil akurasi tersebut masih belum optimal dikarenakan jumlah data yang tidak seimbang [8]. Maka dari itu pada penelitian ini data yang digunakan akan diolah terlebih dahulu menggunakan metode SMOTE sehingga didapatkan dataset yang seimbang untuk setiap kelas.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dua algoritma klasifikasi yaitu SVM dan Naive Bayes dalam memprediksi topik skripsi mahasiswa. Namun pada tahap pra pemrosesan datanya akan diterapkan *feature selection* dan SMOTE untuk menangani ketidakseimbangan dataset. Dengan adanya pengembangan model ini, diharapkan dapat membantu para mahasiswa untuk lebih mudah menemukan topik skripsi yang sesuai dengan minat dan kemampuannya.

METODE

Dalam penelitian ini, ada enam proses utama yang akan dilakukan untuk mengklasifikasikan dan memodelkan, yaitu: pemahaman data, persiapan data, analisis data,

SMOTE, pemodelan, dan evaluasi model. Proses yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi dalam Flowchart

Dataset yang digunakan terdiri dari data akademik dan topik skripsi mahasiswa Fasilkom Unej, yang diperoleh dari UPTTI Universitas Jember. Data akademik mencakup 2.493 mahasiswa (angkatan 2009–2021), berisi transkrip nilai yang mencerminkan capaian akademik. Data topik skripsi terdiri dari 2.121 mahasiswa (angkatan 2009–2018), yang mencatat topik penelitian yang dipilih dan dikerjakan mahasiswa. Data understanding bertujuan untuk memahami karakteristik data, mendeskripsikan setiap atribut data, kemudian mengeksplorasi data dengan melakukan visualisasi data dan ringkasan statistik. Pada tahap data processing terdapat empat proses utama yaitu *Data Cleaning* untuk membersihkan data yang tidak sesuai, Data *Labeling* untuk memberi label kelas pada data mahasiswa berdasarkan durasi lulus tepat waktu, Data *Integration* untuk menggabungkan data mahasiswa dan topik skripsi, dan Data *Transformation* untuk mengubah bentuk data menyesuaikan dengan algoritma yang digunakan.

Pada tahap data analysis, data yang telah diintegrasikan dianalisis melalui korelasi dan seleksi fitur untuk menentukan atribut relevan dalam pemodelan topik skripsi mahasiswa. Korelasi fitur dihitung menggunakan korelasi Spearman, di mana nilai ≥0.6 menunjukkan hubungan signifikan, sementara nilai ≤0.2 dianggap tidak relevan. Fitur dengan korelasi ≥0.4 dipilih untuk Feature Selection guna membangun model yang akurat. Analisis ini mengidentifikasi mata kuliah dari semester 1–6 yang mempengaruhi pemilihan topik skripsi mahasiswa Sistem Informasi angkatan 2009–2016. Karena seleksi fitur dapat menyebabkan ketidakseimbangan data antar topik, dilakukan balancing data dengan SMOTE untuk meningkatkan performa model klasifikasi. SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) digunakan untuk menangani ketidakseimbangan data antara kelas mayoritas dan minoritas untuk meningkatkan performa model. Prinsip SMOTE adalah dengan memperbanyak jumlah data pada kelas minoritas agar seimbang dengan kelas mayoritas, melalui pembuatan data sintetis. Data sintetis pada SMOTE dibuat berdasarkan prinsip K-Nearest Neighbor (k-NN) melalui persamaan 1 [10][11].

$$\chi_{new} = \chi_i + (\chi_j + \chi_i) \times \propto \quad (1)$$

χ_i = sampel minoritas yang dipilih secara acak dari kelas minoritas
χ_j = salah satu K tetangga terdekat dari sampel minoritas
$\propto$ = bilangan acak antara [0, 1]

Selanjutnya model dibangun menggunakan algoritma Naïve Bayes (tipe Multinomial, Complement, Gaussian, Categorical) dan Support Vector Machine (kernel Linier dan Radial Basis Function). Pemodelan akan dilakukan dengan 72 skenario uji coba berdasarkan hasil seleksi fitur. Algoritma naïve bayes memprediksi kemungkinan masa depan berdasarkan pengalaman masa lalu. Naïve bayes memiliki beberapa tipe antara lain yaitu *multinomial*, *gaussian*, *complement*, dan

categorical [15]. Pada penelitian ini digunakan *naïve bayes categorical* dikarenakan semua variabel independent pada data penelitian ini adalah kategorikal. Data kategorikal dapat digunakan untuk mengklasifikasikan dua kelas atau lebih. Sedangkan algoritma Support Vector Machine memperluas konsep pemisahan *hyperplane* ke data dengan memperluas vector fitur ke dimensi yang lebih tinggi [16].

Setelah model dibangun berikutnya tahap pengujian model yang telah dibangun guna memperoleh model yang paling akurat dan andal. Evaluasi dilakukan dengan mengukur akurasi menggunakan model *k-fold cross validation* dan F1-*score*. Dalam *cross-validation*, akan dilakukan beberapa pemisahan untuk set latih dan validasi, setiap bagian yang dipisah biasanya disebut dengan *Fold*. *Cross Validation* memiliki beberapa variasi salah satunya disebut *k-fold cross-validation* [17]. Variasi ini bekerja dengan melakukan *k* kali pelatihan dan evaluasi dengan perbandingan *(k-1)* untuk set pelatihan dan 1 untuk validasi. Berikut formula untuk F1-*score* (3)-(5) [18]:

$$F1 = \frac{2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (3)$$

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}} \quad (4)$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}} \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, proses data mining dilakukan terhadap 263 data yang telah melewati tahap *preprocessing*. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menemukan fitur-fitur yang relevan dalam konteks topik tesis. Salah satu analisis yang dilakukan adalah menghitung nilai korelasi antar mata kuliah dari setiap topik skripsi, dengan tujuan untuk mencari mata kuliah yang akan dijadikan fitur dari topik tersebut. Data yang digunakan merupakan hasil integrasi antara data akademik mahasiswa Fasilkom UNEJ dan data topik skripsi, yang telah melalui tahap data *cleaning*, data *labelling*, transformasi data, serta *feature section* berdasarkan nilai korelasi antara mata kuliah dan topik skripsi. Hasil korelasi menunjukkan bahwa terdapat beberapa mata kuliah yang memiliki hubungan erat dengan topik skripsi tertentu, yang ditunjukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil korelasi topik skripsi dengan mata kuliah yang berhubungan

Topik	Mata Kuliah
Data Mining	Algoritma dan Pemrograman II, Matematika Diskrit, Sistem Penunjang Pengambilan Keputusan
Enterprise Management System	Manajemen Keamanan Sistem Informasi, Bahasa Indonesia, Sistem Penunjang Pengambilan Keputusan
IT Adoption	Sistem Basis Data, Pengantar Kecerdasan Buatan, Teknik Rekayasa Perangkat Lunak
IT Evaluation	Sistem Basis Data, Pengantar Kecerdasan Buatan, Teknik Rekayasa Perangkat Lunak
IT Strategy	Kriptografi, Jaringan Komputer, Teknik Rekayasa Perangkat Lunak
Information Security	Manajemen Keamanan Sistem Informasi, Algoritma dan Pemrograman I, Dasar-dasar Sistem Informasi
Machine Learning	Data Mining, Teknik Rekayasa Perangkat Lunak, Profesional Issue
Software Construction	Sistem Penunjang Pengambilan Keputusan, Profesional Issue, Sistem Basis Data
Teori Graf	Arsitektur Komputer, Algoritma dan Pemrograman I, Interaksi Manusia dan Komputer
Text Mining	Sistem Penunjang Pengambilan Keputusan, Sistem Informasi Manajemen, Teknik Rekayasa Perangkat Lunak
UI/UX	Dasar-dasar Sistem Informasi, Arsitektur Komputer, Matematika Diskrit

Setelah hasil korelasi diperoleh, selanjutnya adalah melakukan skenario dengan metode SMOTE untuk menyeimbangkan jumlah sampel pada kelas minoritas agar tidak terjadi

ketimpangan dengan kelas mayoritas. Sebelum dilakukan SMOTE, terdapat perbedaan jumlah mahasiswa yang memilih berbagai topik skripsi, yang menyebabkan distribusi data tidak merata. Setelah dilakukan SMOTE, jumlah data pada setiap kategori menjadi lebih merata, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2 yang menunjukkan bahwa SMOTE efektif dalam menyeimbangkan jumlah data di setiap kategori.

Tabel 2. Hasil korelasi topik skripsi dengan mata kuliah yang berhubungan

Skenario	Jumlah Data Sebelum SMOTE	Jumlah Data Setelah SMOTE
Korelasi keseluruhan mata kuliah	255	1155
Korelasi dengan Data Mining	143	671
Korelasi dengan Machine Learning	169	1166
Korelasi dengan IT Evaluation	202	759
Korelasi dengan Software Construction	145	693
Korelasi dengan UI/UX	202	979

Setelah dilakukan balancing data menggunakan SMOTE, dilakukan pemodelan menggunakan Support Vector Machine (SVM) dan Naïve Bayes, yang kemudian dievaluasi dengan K-Fold Cross Validation menggunakan K=5 dan K=10 dan F1-*score*. Pemilihan K=5 dan K=10 dilakukan karena kedua nilai ini merupakan standar umum dalam validasi silang yang memberikan keseimbangan antara bias dan variansi model [13]. Hasil evaluasi dengan K-Fold Cross Validation setelah penerapan SMOTE menunjukan peningkatan secara signifikan, terutama pada SVM dengan kernel RBF yang mencapai 96,67% pada K=10 (Tabel 3). Selain K-Fold Cross Validation, evaluasi juga dilakukan menggunakan F1-*score*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model SVM dengan kernel RBF setelah SMOTE mencapai hasil terbaik, dengan F1-Score sebesar 96,81%, sementara Naïve Bayes tipe Categorical mencapai 88,33% (Tabel 4).

Tabel 3. Hasil akurasi terbaik dengan K-Fold

K-Fold Cross Validation	tanpa SMOTE		dengan SMOTE	
	SVM	Naïve Bayes	SVM	Naïve Bayes
K=5	52,04%	53,72%	95,31%	84,15%
K=10	53,00%	53,64%	96,67%	83,75%

Tabel 4. Hasil akurasi terbaik dengan F1-*score*

tanpa SMOTE		dengan SMOTE	
SVM	Naïve Bayes	SVM	Naïve Bayes
59,09%	56,82%	96,81%	88,33%

Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 terlihat bahwa penerapan SMOTE mampu meningkatkan performa model secara signifikan baik pada algoritma SVM maupun Naive bayes. Sebelum penerapan SMOTE, akurasi yang diperoleh dengan K-Fold Cross Validation berada pada kisaran 52-53% untuk SVM dan 53% untuk naive bayes. Setelah penerapan SMOTE, terjadi peningkatan akurasi yang cukup signifikan terutama pada algoritma SVM dengan akurasi mencapai 96,67% untuk K=10. Hal serupa juga terlihat pada evaluasi menggunakan F1-*score* dimana setelah menerapkan SMOTE akurasi terbaik pada algoritma SVM mencapai 96,81% dibandingkan dengan 59,09% tanpa menggunakan SMOTE. Peningkatan ini menunjukkan bahwa SMOTE berhasil menyeimbangkan data sehingga model mampu menangkan pola dari kelas minoritas dengan lebih baik. Sementara itu, naive bayes menunjukkan peningkatan yang lebih moderat dengan F1-*score* mencapai 88,33% dengan penerapan SMOTE.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan SMOTE berperan krusial dalam menangani data yang tidak seimbang sehingga mampu meningkatkan akurasi model klasifikasi

untuk rekomendasi topik skripsi. Kombinasi metode *feature selection*, SMOTE, dan algoritma SVM terbukti memberikan performa terbaik dibandingkan kombinasi lainnya. Hasil ini tidak hanya menunjukkan pkeunggulan Teknik oversampling dalam mengatasi data yang tidak seimbang, tetapi juga memberikan dasar yang kuat untuk mengembangkan system rekomendasi topik skripsi berbasis data mining. Penelitian ini dapat diperluas lebih lanjut dengan mempertimbangkan indikator lain yang mendukung kemampuan mahasiswa pada topik tertentu atau mengeksplorasi algoritma lain seperti metode ensemble untuk meningkatkan performa model. Selain itu, evaluasi terhadap data dari populasi mahasiswa yang lebih beragam dapat dilakukan untuk meningkatkan generalisasi model.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. M. Sari Rochman *et al.*, "Classification of Thesis Topics Based on Informatics Science Using SVM," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1125, no. 1, p. 012033, May 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1125/1/012033.

[2] F. Fitrah and A. Irianto, "Analisis Prokrastinasi Dalam Mengerjakan Skripsi Pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Ekonomi Angkatan 2015 Universitas Negeri Padang," *Jurnal Ecogen*, vol. 2, no. 3, p. 412, Oct. 2019, doi: 10.24036/jmpe.v2i3.7412.

[3] C. Slamet, F. M. Maliki, U. Syaripudin, A. S. Amin, and M. A. Ramdhani, "Thesis topic recommendation using simple multi attribute rating technique," *J Phys Conf Ser*, vol. 1402, no. 6, p. 066105, Dec. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/6/066105.

[4] H. Aldowah, H. Al-Samarraie, and W. M. Fauzy, "Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis," *Telematics and Informatics*, vol. 37, pp. 13–49, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.tele.2019.01.007.

[5] N. O. Adiwijaya and R. Sarno, "Specialty Coffees Classification Utilizes Feature Selection and Machine Learning," 2024, pp. 94–101. doi: 10.2991/978-94-6463-445-7_11.

[6] E. Haryatmi and S. Pramita Hervianti, "Penerapan Algoritma Support Vector Machine Untuk Model Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 386–392, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3007.

[7] L. B. Ilmawan and M. A. Mude, "Perbandingan Metode Klasifikasi Support Vector Machine dan Naïve Bayes untuk Analisis Sentimen pada Ulasan Tekstual di Google Play Store," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 2, pp. 154–161, Aug. 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.597.154-161.

[8] F. Farid, U. Enri, and Y. Umaidah, "Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Topik Skripsi Menggunakan Naïve Bayes Classifier," *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, vol. 6, no. 1, p. 35, Jan. 2021, doi: 10.31328/jointecs.v6i1.2076.

[9] Y.-Z. Li and F. Min, "Parallel–serial architecture with instance correlation label-specific features for multi-label learning," *Knowl Based Syst*, vol. 304, p. 112568, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.knosys.2024.112568.

[10] G. Verhoeven, "Optimal performance with Random Forests: does feature selection beat tuning?," github.io. Accessed: Dec. 26, 2024. [Online]. Available: https://gsverhoeven.github.io/post/random-forest-rfe_vs_tuning/

[11] A. Pratiwi, N. Oktavia Adiwijaya, and Q. A'yuni Ar Ruhimat, "Pengukuran Efektivitas Endorsement Melalui Akun Kreator dan Akun Publik Instagram Menggunakan TEARS Model," *JURNAL SOSIAL Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, vol. 25, no. 2, pp. 69–77, Nov. 2024, doi: 10.33319/sos.v25i2.211.

[12] M. Stephanou and M. Varughese, "Sequential estimation of Spearman rank correlation using Hermite series estimators," *J Multivar Anal*, vol. 186, p. 104783, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.jmva.2021.104783.

[13] S. Matharaarachchi, M. Domaratzki, and S. Muthukumarana, "Enhancing SMOTE for imbalanced data with abnormal minority instances," *Machine Learning with Applications*, vol. 18, p. 100597, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.mlwa.2024.100597.

[14] P. Sun, Z. Wang, L. Jia, and Z. Xu, "SMOTE-kTLNN: A hybrid re-sampling method based on SMOTE and a two-layer nearest neighbor classifier," *Expert Syst Appl*, vol. 238, p. 121848, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.eswa.2023.121848.

[15] D. Berrar, "Bayes' Theorem and Naive Bayes Classifier," in *Reference Module in Life Sciences*, Elsevier, 2024. doi: 10.1016/B978-0-323-95502-7.00118-4.

[16] H. R. Baghaee, D. Mlakic, S. Nikolovski, and T. Dragicevic, "Anti-Islanding Protection of PV-Based Microgrids Consisting of PHEVs Using SVMs," *IEEE Trans Smart Grid*, vol. 11, no. 1, pp. 483–500, Jan. 2020, doi: 10.1109/TSG.2019.2924290.

[17] M. N. Qureshi and N. A. Nor, "Optimisation and cross-validation of an e-hailing hybrid pricing algorithm using a supervised learning classification and regression tree model: a heuristic approach," *J King Saud Univ Sci*, vol. 36, no. 3, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.jksus.2024.103107.

[18] H. S. Mansur, N. O. Adiwijaya, and T. Dharmawan, "Optimization of Machine Learning Algorithms with Bagging and AdaBoost Methods for Stroke Disease Prediction," 2023.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7059

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Aplikasi Konseling Online Menggunakan Metode Prototype pada SMAN 1 Kraksaan

Hanif Prasetyo, Nanang Fakhrur Rozi, dan Rahmi Rizkiana Putri

Teknik Informatika Fakultas Teknik Elektro dan Teknik Informasi
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: hanifprasetyo08@gmail.com

ABSTRACT

In today's digital era, mental health has become a pressing concern, with nearly 1 billion individuals experiencing mental health disorders. At SMAN 1 Kraksaan, negative perceptions of counselling activities have hindered the effectiveness of counselling sessions with counsellors. This research focuses on designing and developing an Android-based online counselling application for SMAN 1 Kraksaan using the prototype method. The application, named Ruang Bercerita (Room for Sharing), aims to simplify and enhance access to counselling services. The prototype method was chosen to thoroughly understand user needs and desired features, enabling a development process that is more responsive to feedback. This approach ensures the application aligns closely with user expectations. The evaluation process adheres to ISO-9126 standards, assessing functionality, reliability, usability, efficiency, and portability. The results demonstrate that the Ruang Bercerita application meets these quality standards, achieving high scores across all evaluated aspects. Further improvements are recommended to refine the user interface and optimize the counselling workflow. The study concludes that Android-based online counselling applications can serve as an effective solution for supporting student mental health at SMAN 1 Kraksaan, with significant potential for adaptation and expansion to similar contexts in the future.

Keywords: *online counselling, mental health, prototype, ISO-9126*

ABSTRAK

Dalam era digital saat ini, kesehatan mental menjadi perhatian penting dengan hampir 1 miliar orang menghadapi gangguan mental. Terdapat pandangan negatif terhadap kegiatan konseling pada SMAN 1 Kraksaan, sehingga mengganggu terlaksananya kegiatan konseling dengan guru konseling. Penelitian ini

bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi konseling online berbasis Android untuk SMAN 1 Kraksaan menggunakan metode prototipe. Aplikasi ini, yang diberi nama "Ruang Bercerita," dirancang untuk memfasilitasi layanan konseling secara lebih mudah dan efisien. Metode prototipe digunakan untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan pengguna dan fitur yang diinginkan. Dengan pendekatan ini, pengembangan aplikasi dapat lebih responsif terhadap umpan balik pengguna, sehingga menghasilkan sistem yang lebih sesuai dengan harapan. Evaluasi dilakukan berdasarkan standar ISO-9126 yang mencakup aspek Functionality, Reliability, Usability, Efficiency, dan Portability. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi Ruang Bercerita berhasil memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, dengan skor tinggi pada aspek-aspek tersebut. Pengembangan lebih lanjut direkomendasikan untuk peningkatan antarmuka pengguna dan alur konseling.Penelitian ini menyimpulkan bahwa aplikasi konseling online berbasis Android dapat menjadi solusi efektif untuk mendukung kesehatan mental siswa di SMAN 1 Kraksaan, dengan potensi pengembangan yang berkelanjutan untuk aplikasi serupa di masa depan.

Kata kunci: Konseling online, Kesehatan Mental, Prototype, ISO-9126.

PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang, teknologi semakin berkembang dengan pesat. Manusia sebagai pengguna teknologi menjadi sangat terbantu dalam segala aspek kehidupan. Perkembangan teknologi juga mempengaruhi sektor-sektor yang terdapat pada Indonesia, seperti ekonomi, industri, sosial dan budaya, komunikasi bahkan informasi. Informasi yang sebelumnya disebarkan melalui surat kabar atau koran, kini dengan mudah tersebar dengan adanya media sosial. Media sosial menjadi salah satu tempat dimana informasi dapat diakses dengan cepat. Seluruh berita atau informasi yang terjadi di berbagai penjuru dunia dapat kita ketahui dengan cepat dan mudah karna adanya sosial media.Meskipun demikian, perkembangan teknologi juga membawa pengaruh negative bagi masyarakat. Salah satu dampak negatif dari perkembangan teknologi adalah masyarakat yang kecanduan dengan media sosial. Kecanduan media sosial sendiri yaitu salah satu gangguan pada seseorang dimana orang tersebut tidak bisa lepas dari penggunaan media sosial. Salah satu hal yang terjadi apabila seseorang telah mengalami kecanduan media sosial adalah dapat terganggunya kesehatan dalam dirinya, terlebih dalam kesehatan mental [1]

Kesehatan mental merupakan keadaan dimana seseorang terbebas atau dinyatakan bebas dari berbagai macam gangguan kejiwaan yang ada. Keadaan mental seseorang dapat mempengaruhi semua kegiatan yang dilakukan oleh seseorang. Dengan kondisi mental yang baik, manusia dapat melakukan segala aktifitasnya dengan maksimal tanpa harus terbebani dengan kondisi mental yang di alaminya [2].

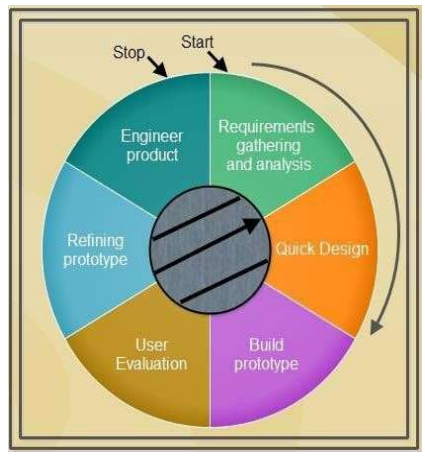
Di SMAN 1 Kraksaan, permasalahan remaja menjadi fokus penting dalam upaya memberikan pendidikan holistik kepada siswa. Remaja di sekolah ini menghadapi beragam tantangan, mulai dari tekanan akademik hingga isu-isu identitas dan kesehatan mental. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, sekolah telah melibatkan layanan konseling sebagai bagian integral dari pendekatan pembinaan. Konselor di SMAN 1 Kraksaan berperan tidak hanya sebagai panduan akademik, tetapi juga sebagai pendukung emosional bagi siswa. Tetapi stigma buruk yang berkembang dikalangan siswa mengakibatkan siswa enggan untuk melakukan konseling secara langsung [3].

Dikarenakan adanya tantangan yang dihadapi oleh siswa di SMAN 1 Kraksaan, telah dilakukan penelitian sebelumnya sebagai upaya untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Salah satu penelitian terdahulu, yang berkaitan dengan konseling di SMP Global Islamic School Jakarta, menunjukkan bahwa penerapan konseling kelompok secara online dengan melibatkan tujuh anggota kelompok dan guru kelas telah sukses dan memberikan hasil yang positif. Penelitian lainnya mengenai metode yang penulis gunakan yaitu metode prototype. Penelitian terdahulu lainnya yaitu membahas Perbandingan Metode Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD). Kesimpulan Prototype lebih sesuai untuk proyek yang bersifat disesuaikan,

memungkinkan pengembangan berdasarkan permintaan dan kebutuhan tertentu, termasuk situasi atau kondisi spesifik. Dengan pemahaman ini, pemilihan model pengembangan perangkat lunak harus didasarkan pada karakteristik dan kebutuhan spesifik proyek. Kelebihan dalam menggunakan model prototype ini adalah adanya banyak komunikasi antara pengembang sistem dengan client, sehingga pengembangan dan perancangan aplikasi menjadi lebih mudah karena client mengetahui akan gambaran besar system yang diinginkan [4]

METODE

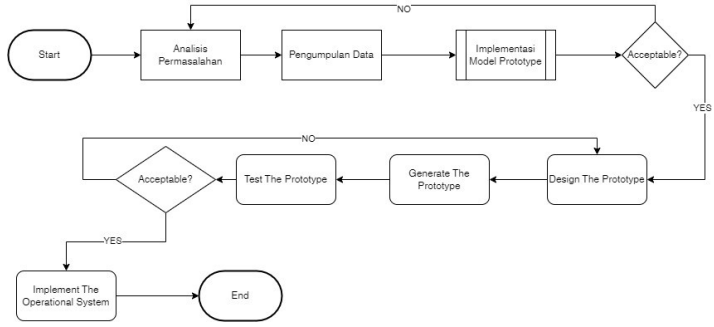
Metode Protoype biasa digunakan dalam penelitian guna mendapatkan gambaran dari aplikasi yang ingin dibangun [5]. Pembuatan rancangan aplikasi dengan metode protoype mempermudah pengembang untuk mengevaluasi fitur-fitur yang ingin dicapai oleh pengguna. Model protoype ini dapat mengatasi kesalahpahaman antara pengguna dan pengembang dan sistem yang muncul dikarenakan pengguna tidak dapat menentukan dengan jelas apa yang ingin dibuat sehingga dapat memaksimalkan proses pengembangan aplikasi [6]. Design Prototype yang sudah dikembangkan kemudian akan dievaluasi hingga pengguna akhir menyatakan bahwa sistem yang dibuat telah diterima dan tidak ada perbaikan kembali hingga saat aplikasi tersebut diluncurkan. Model Prototype dapat dilihat pada gambar 1.a)



(a)

Gambar 1. a) Model Prototype

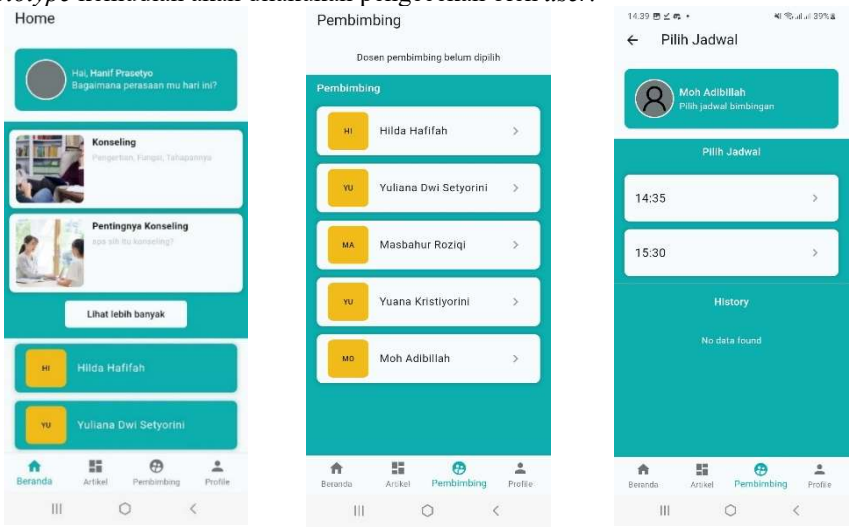
Penulis melakukan analisis dan perancangan sistem berdasarkan dengan model yang telah dipilih yakni model protoype. Penulis menjelaskan Langkah-langkah dalam melakukan analisis dan perancangan sistem. Langkah-langkah tersebut ditunjukkan dalam bentuk gambar diagram flowchart. Gambar langkah-langkah perancangan dapat dilihat pada gambar 1.b.



(b)

Gambar 1. b) Flowchart Metode Protoype Penulis

Pertama, penulis melakukan analisa permasalahan yang sedang terjadi, pada kasus ini terjadi pada SMAN 1 Kraksaan, setelah permasalahan yang terjadi berhasil untuk di analisa, penulis kemudian mengumpulkan data yang akan digunakan untuk mengembangkan aplikasi. Data tersebut diambil dari kuisioner yang disebar kepada guru bimbingan konseling dan juga siswa/siswa SMAN 1 Kraksaan. Setelah data berhasil didapatkan, penulis kemudian mengembangkan model *prototype* aplikasi berdasarkan data yang sudah terkumpul sebelumnya. Hasil *prototype* kemudian akan dilakukan pengecekan oleh *user.*



(a) (b) (c)

Gambar 2. a) Dashboard User, b) Daftar Guru Konseling, c) Jadwal Konseling.

Sumber: dokumen pribadi penulis

Gambar 2.a) merupakan dashboard awal ketika siswa mengakses aplikasi Ruang Bercerita, terdapat daftar nama guru dan juga artikel yang dapat diakses oleh siswa. Gambar 2.b) merupakan tampilan keseluruhan guru bimbingan konseling SMAN 1 Kraksaan. Gambar 2.c) merupakan tampilan jam dimana siswa dapat melakukan bimbingan. Siswa terlebih dahulu memilih guru bimbingan konseling, setelah guru dipilih, siswa dapat menentukan jam untuk melakukan bimbingan konseling.

Hasil akhir dari prototype tersebut kemudian akan disebar kembali bersamaan dengan kuisioner yang berisi tanggapan pengalaman user dalam menggunakan aplikasi tersebut. Setelah data terkumpul, penulis kemudian memasukkan data tersebut kedalam rumus 1 yang tertera dibawah ini :

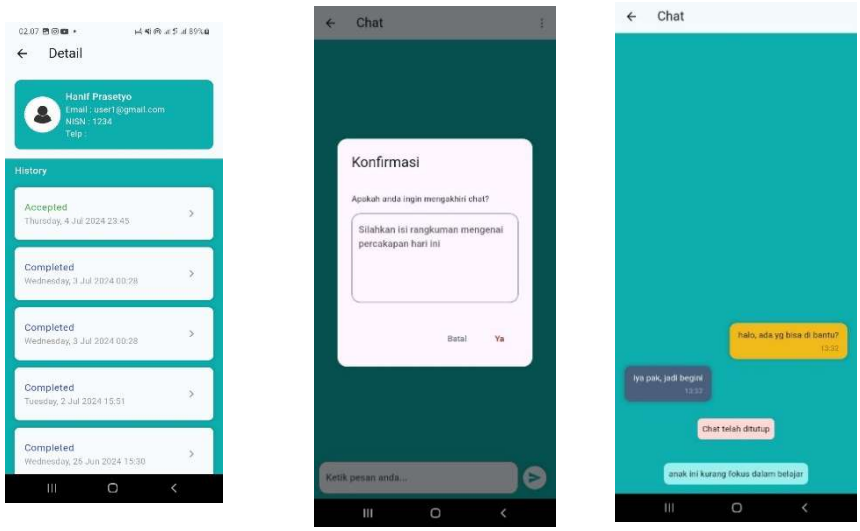
$$P = \frac{\sum R}{N} X100\% \quad (1)$$

Keterangan :
P = Persentasi Responden
$\sum R$ = Jumlah jawaban yang diberikan oleh validator
N = Jumlah skor maksimal atau ideal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Hasil wawancara dengan guru bimbingan konseling SMAN 1 Kraksaan tersebut kemudian di implementasikan kedalam prototype aplikasi yang dikembangkan. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, didapatkan prototype aplikasi Ruang Bercerita adalah sebagai berikut :



Gambar 2. a) Profil, b) Resume, c) *Roomchat*.

Sumber: dokumen pribadi penulis

Gambar 2. a) merupakan tampilan profile guru. Profile guru terdapat form kuota dan *like.* Form kuota dapat disesuaikan dengan ketersediaan jadwal guru untuk melakukan konseling. Gambar 2. b) merupakan tampilan ketika guru telah selesai melakukan konseling. Pada *roomchat* tersebut ketika guru akan mengakhiri sesi konseling, guru harus mengisi resume tentang hasil konseling yang baru saja selesai dilakukan. Gambar 2. c) merupakan tampilan dari ruang konseling. Ketika siswa selesai melakukan konseling, pada *roomchat* guru dapat melihat hasil resume dari konseling yang sebelumnya telah dilakukan.

Pembahasan Data II

Dari hasil implementasi metode prototype yang sudah dilakukan, penulis kemudian melakukan kuisioner terkait hasil aplikasi Ruang Bercerita yang menggunakan metode prototype. Hasil dari survei tersebut kemudian akan diolah dengan rumus yang sudah dijelaskan pada bagian metode diatas. Dari olahan data yang sudah diperoleh saat survei, penulis dapat menyimpulkan aplikasi tersebut dengan tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Survei ISO-9126

Data ke-	Karakteristik ISO-9126	User	Total Presentase
1	Fungsionalitas	Guru & Siswa	86,5%
2	Ketahanan		87%
3	Kegunaan		86%
4	Efisiensi		87,5%
5	Portabilitas		82%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian perancangan aplikasi Ruang Bercerita menggunakan metode prototype, penulis menyimpulkan bahwa penelitian ini telah berhasil dilakukan menggunakan metode prototype. Dengan pengukuran mutu perangkat lunak menggunakan

standart ISO-9126, aplikasi Ruang Bercerita berhasil mendapatkan skor yang sangat baik pada setiap kategorinya dengan rincian sebagai berikut :

- Functionality (Fungsionalitas) : 84,7% = Sangat Baik
- Reliability (Ketahanan) : 84,7% = Sangat Baik
- Usability (Kegunaan) : 85% = Sangat Baik
- Efficiency (Efisiensi) : 86,5% = Sangat Baik
- Portability (Portabilitas) : 86% = Sangat Baik

Berdasarkan data diatas, penulis juga menyimpulkan bahwa aplikasi telah siap untuk diluncurkan kepada SMAN 1 Kraksaan sebagai solusi untuk siswa/siswi yang enggan untuk melakukan konseling secara langsung dengan guru bimbingan konseling.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Rosmalina and T. Khaerunnisa, "Penggunaan Media Sosial dalam Kesehatan Mental Remaja," *Prophetic: Professional, Empathy and Islamic Counseling Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 49–58, 2021, [Online]. Available: http://syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/prophetic

[2] L. Aisafitri and K. Yusriyah, "Kecanduan Media Sosial (FoMO) Pada Generasi Milenial," pp. 86–106, 2021.

[3] A. Alvi, P. B. Konseling, and U. N. Surabaya, "STIGMA GURU BIMBINGAN KONSELING (Mengubah Mainset Peserta Didik Terhadap Guru Bimbingan Konseling Melalui Keterampilan Komunikasi Interpersonal)."

[4] Z. Rashifah and E. S. Budi, "Rancangan Sistem Informasi Pada Kasir Berbasis Web," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 3, no. 4, p. 529, Jun. 2022, doi: 10.30865/json.v3i4.4241.

[5] P. Yoko, R. Adwiya, and W. Nugraha, "Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Aplikasi SIPINJAM Berbasis Website pada Credit Union Canaga Antutn," 2019.

[6] G. Eka Saputra, R. Budhi Utomo, and E. Wiseno, "USING PROTOTYPING METHOD FOR ANALYSIS AND DESIGN OF INFORMATION SYSTEMS FOR STUDENT REGISTRATION IN SEKOLAH MASTER," no. 2, 2022.

SNESTIK
Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika
https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7644

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan Algoritma Agglomerative Hierarchical Untuk Clustering Peringkat Prioritas Penerima Bantuan Rumah

Katrina Yuliana Kartika, J.B. Budi Darmawan

Universitas Sanata Dharma
e-mail: inekartika6@gmail.com

ABSTRACT

Poverty remains a serious issue in Indonesia, particularly in rural and underdeveloped areas. Southwest Sumba Regency is one of the regions that continues to face poverty-related challenges. To address this issue, the Indonesian government has implemented several social assistance programs, including housing assistance. However, determining the priority of housing assistance recipients remains a challenge, as the process is still manual and may result in families who should be prioritized not receiving the aid. Using data of proposed housing assistance recipients, the Agglomerative Hierarchical Clustering algorithm will be applied to group recipients based on priority. This approach aims to help the Southwest Sumba Regency government improve the efficiency of housing assistance distribution, ensuring that support is accurately targeted to those in real need. The results of this study show that the Agglomerative Hierarchical Clustering method provides effective outcomes, supported by a good silhouette coefficient. The best validation result of this method on 2022 data, normalized using the Z-score method, occurs when k=2, with a silhouette coefficient value of 0.79 using the Average Linkage approach. The findings show that cluster 0, containing 1,116 objects, should be prioritized first, while cluster 1, with 95 objects, becomes the second priority.

Keywords: *clustering; PCA; silhoutte coefficien; agglomerative hierarchical clustering.*

ABSTRAK

Kemiskinan masih menjadi masalah serius di Indonesia, terutama di daerah pedesaan dan tertinggal. Salah satu daerah yang masih menghadapi permasalahan terkait kemiskinan adalah Kabupaten Sumba Barat Daya.

Untuk mengatasi masalah tersebut, pemerintah Indonesia telah menerapkan berbagai program bantuan sosial, salah satunya adalah program bantuan rumah. Namun, dalam pelaksanaannya, penentuan prioritas penerima bantuan rumah sering kali menjadi tantangan karena masih dilakukan secara manual, sehingga keluarga yang seharusnya diprioritaskan terkadang tidak mendapatkan bantuan. Dengan memanfaatkan data usulan calon penerima bantuan rumah, algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering akan diterapkan untuk mengelompokkan peringkat prioritas penerima bantuan. Pendekatan ini bertujuan membantu Pemerintah Kabupaten Sumba Barat Daya meningkatkan efisiensi penyaluran program bantuan rumah agar lebih tepat sasaran dan menyasar masyarakat yang benar-benar membutuhkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Agglomerative Hierarchical Clustering menghasilkan keluaran yang efektif dengan nilai silhouette coefficient yang baik. Hasil validasi terbaik dari metode ini terhadap data tahun 2022 yang telah dinormalisasi menggunakan metode Z-score terjadi saat k = 2, dengan nilai silhouette coefficient sebesar 0,79 menggunakan pendekatan Average Linkage. Penelitian ini menunjukkan bahwa cluster 0, yang terdiri dari 1.116 obyek, menjadi prioritas pertama, sedangkan cluster 1, yang berjumlah 95 obyek, ditetapkan sebagai prioritas kedua.

Kata kunci: clustering; PCA; silhoutte coefficien; agglomerative hierarchical clustering.

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang masih dihadapi oleh negara Indonesia adalah kemiskinan. Masalah kemiskinan merupakan masalah yang kompleks dan bersifat tidak hanya dapat diukur dari satu aspek tunggal sehingga menjadi prioritas pembangunan [1]. Kemiskinan di Indonesia menghantui sebagian besar penduduk, khususnya di daerah pedesaan dan tertinggal. Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah salah satu contoh wilayah yang masih menghadapi tantangan serius terkait kemiskinan. Tingkat kemiskinan yang tinggi menyebabkan wilayah ini terus menderita. Daerah tandus dan gersang di NTT menyebabkan kekeringan dan kekurangan pangan menjadi masalah rutin, ditambah dengan isu putus sekolah, gizi buruk, dan kurangnya fasilitas kesehatan serta air bersih pada periode 2016-2018 [2].

Salah satu kabupaten di NTT yang masih menghadapi permasalahan serius terkait kemiskinan adalah Kabupaten Sumba Barat Daya. Pada tahun 2022, Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur melaporkan bahwa jumlah penduduk miskin di kabupaten ini menempati peringkat kedua dengan jumlah penduduk miskin sebanyak 98.500 orang. Untuk mengatasi masalah kemiskinan, pemerintah daerah telah menerapkan berbagai program bantuan sosial. Salah satunya adalah program Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya (BSPS) yang ditujukan bagi masyarakat berpenghasilan rendah [3]. Program ini bertujuan membantu keluarga kurang mampu yang tidak memiliki rumah layak huni, dengan menyediakan tempat tinggal yang layak untuk meningkatkan kualitas hidup dan melindungi dari lingkungan tidak sehat.

Program bantuan rumah adalah strategi pemerintah untuk mengurangi kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan. Namun, penentuan prioritas penerima sering menjadi tantangan karena dilakukan secara manual. Untuk mengatasi ini, diperlukan pengelompokan dengan bantuan Machine Learning. Terdapat penelitian terkait *clustering* yang menggunakan algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering untuk pengelompokkan titik api di provinsi Jambi memperoleh *cluster* terbaik dengan nilai *silhouette coefficient* sebesar 0,585644 dengan 2 *cluster* [4]. Penelitian lain menunjukkan bahwa algoritma Hierarchical dengan dua *cluster* dan nilai *silhouette* 0.944473 adalah yang terbaik untuk data *marketplace* elektronik [5].

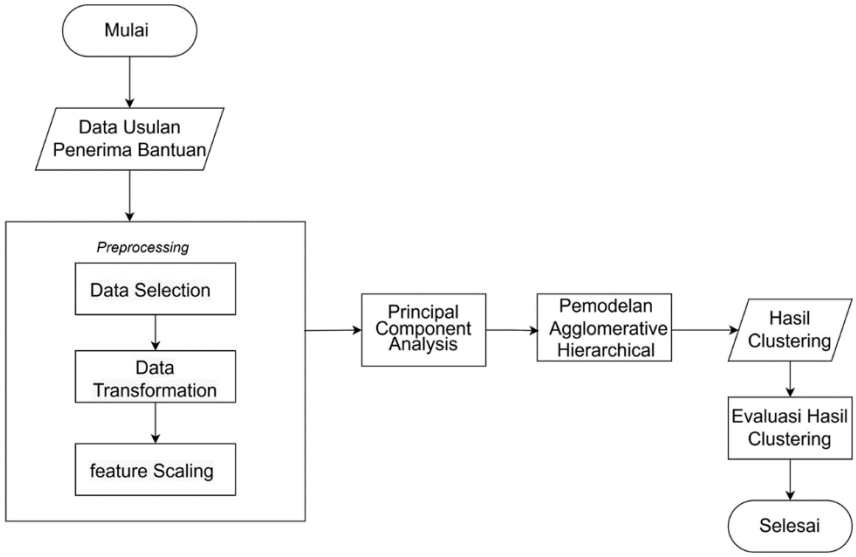
Berdasarkan uraian di atas, akan dilakukan pengelompokan menggunakan algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) untuk mengelompokkan prioritas penerima bantuan rumah. AHC adalah *clustering* dengan pendekatan hirarki, dimana mengelompokan data yang mirip dalam hirarki yang sama dan yang tidak mirip di hirarki yang agak jauh. *Agglomerative* melakukan *clustering* dari N *cluster* menjadi satu kesatuan *cluster*, dimana N adalah jumlah data, sebaliknya *divisive* melakukan proses *clustering* dari satu *cluster* menjadi N *cluster* [6]. Pada AHC, akan menggunakan tiga pendekatan yang berbeda, yakni *single linkage*,

average linkage, dan *complete linkage*, untuk *cluster* yang dapat dibandingkan. Melalui hasil data yang dikelompokkan dan jumlah *cluster* yang sudah optimal, diharapkan AHC dapat membantu dan mempermudah pemerintah kabupaten dalam mengelompokkan prioritas penerima bantuan rumah. Hasil algoritma ini akan dievaluasi menggunakan silhouette coefficient untuk menentukan efektivitas pengelompokan.

METODE

Alur Penelitian

Proses alur kerja keseluruhan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi beberapa tahap seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Alur penelitian.

Diagram pada Gambar 1 dimulai dengan tahap memasukan data mengenai usulan nama-nama penerima bantuan rumah layak huni. Setelah data dimasukan, akan dilakukan tahap *preprocessing* untuk mengubah data sehingga siap digunakan. Langkah pertama adalah *data selection* untuk memilih fitur yang relevan dari total 40 atribut yang ada. Pemilihan atribut ini berdasarkan pertimbangan bahwa tidak semua atribut memiliki kontribusi penting dalam pengambilan keputusan, atribut yang dipilih berfokus pada kondisi rumah. Sebagian atribut memiliki nilai yang sama sehingga tidak memberikan kontribusi yang signifikan dalam proses *clustering*. Setelah atribut dipilih, dilakukan *data transformation* dengan teknik One-Hot Encoding untuk mengkonversi data kategorikal menjadi format numerik. Proses selanjutnya adalah melakukan *feature scaling* data untuk mengubah data ke dalam skala yang seragam menggunakan metode Z-score dan Min-Max. Min-Max adalah teknik yang menormalkan data dengan menggunakan nilai minimum dan maksimum dalam data sedangkan Z-score menggunakan rata-rata dan deviasi standar data.

Tahap selanjutnya, data yang telah diproses dan distandarisasi dilakukan ekstraksi ciri menggunakan Principal Component Analysis (PCA) untuk mengurangi dimensi dan mempertahankan varians data. PCA adalah metode deterministik yang data dari bentuk aslinya ke

bentuk baru. Variabel baru yang dihasilkan adalah kombinasi linier dari variabel-variabel asli. Tujuan utama PCA adalah mereduksi dimensi daigunakan untuk mengurangi dimensi suatu kumpulan data dengan mentransformasikan dta sambil mempertahankan sebanyak mungkin informasi varians dari data asli. Dengan cara ini, PCA menyederhanakan data dengan menghasilkan variabel baru, yang dikenal sebagai komponen utama, yang menggantikan variabel-variabel asli. Komponen utama ini tidak berkorelasi satu sama lain dan menyimpan informasi yang paling signifikan dari data, sehingga memudahkan analisis lebih lanjut dan mengurangi kompleksitas data [7].

Tahap ketiga adalah penerapan *clustering* menggunakan metode *agglomerative clustering*. Dalam penelitian ini, proses *clustering* dilakukan menggunakan Google Collab. Data hasil ekstraksi ciri kemudian dikenakan tiga pendekatan *linkage* untuk menentukan jarak antara *cluster*, yaitu *single linkage*, *linkage average*, dan *complete linkage*.

Tahap keempat adalah evaluasi hasil clustering yang diperoleh menggunakan *silhouette coefficient*. *Silhouette coefficient* adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas sebuah cluster dengan menggabungkan nilai kohesi dan nilai separasi. *Silhouette coefficient* memiliki skala dari -1 hingga 1. Ketika nilai *silhouette coefficient* mendekati 1, itu menandakan bahwa data cenderung sangat sesuai dengan *cluster* yang ditetapkan. Di sisi lain, nilai *silhouette coefficient* yang negatif menunjukkan bahwa data tersebut tidak cocok dengan *cluster* yang telah ditentukan [8]. Berikut adalah interpretasi dari nilai *silhouette coefficient* disajikan dalam Tabel 1 [9].

Tabel 1. Struktur nilai *silhouette coefficient*

***Silhouette coefficient* (skala -1 sampai 1)**	**Variabel A (kualitatif)**
0.71 – 1.00	Struktur yang dihasilkan kuat
0.51 – 0.70	Struktur yang dihasilkan baik
0.26 – 0.50	Struktur yang dihasilkan lemah
≤ 0.25	*Cluster* yang terbentuk tidak teratur

Data

Penelitian ini menggunakan data usulan nama-nama penerima bantuan rumah layak huni yang berada di Kabupaten Sumba Barat Daya pada tahun 2022 yang berbentuk file Ms. Excel berekstensi xlsx. Pada penelitian ini, total data yang digunakan pada tahun 2022 adalah 1.211 record. Terdapat 7 atribut yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: Sumber Penerangan, Material Lantai, Material Dinding, Material Atap, Jarak Tpa Tinja, KM dan Jamban, dan Jenis Kloset. Berikut ini ditampilkan beberapa data yang digunakan dalam penelitian ini.

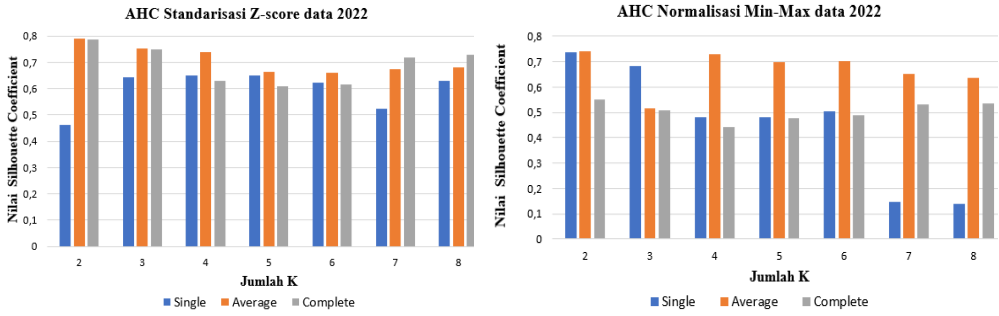
Tabel 2. Atribut data

Sumber penerangan	**Material Lantai**	**Material Dinding**	**Material Atap**	**Jarak-Tpa Tinja**	**Km dan Jamban**	**Jenis Kloset**
Listrik Non Pln	Bambu	Bambu	Jerami	> 10 M	Sendiri	Cemplung /Cubluk
Listrik Non Pln	Bambu	Bambu	Daun-Daunan	> 10 M	Sendiri	Cemplung /Cubluk
0.26 – 0.50	Plesteran	Plesteran Anyaman Bambu	Jerami	< 10 M	Bersama /Mck Komunal	Leher Angsa
Listrik Non Pln	Bambu	Bambu	Daun-Daunan	> 10 M	Sendiri	Cemplung /Cubluk

Listrik Non Pln	Tanah	Bambu	Daun-Daunan	> 10 M	Sendiri	Cemplung /Cubluk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi *cluster* menggunakan *silhouette coefficient* pada metode AHC dilakukan dengan menggunakan nilai K sebanyak 8.



(a) (b)

Gambar 2. a) Grafik hasil nilai *silhouette coefficient* algoritma AHC Menggunakan Z-score, b) Grafik hasil nilai *silhouette coefficient* algoritma AHC menggunakan Min-Max.

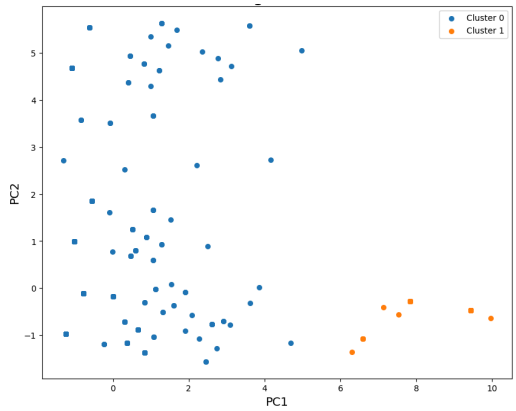
Pada Gambar 2 (a), terlihat bahwa penerapan algoritma AHC dengan standarisasi Z-score K = 2 memiliki nilai silhouette coefficient tertinggi sebesar 0,79 menggunakan pendekatan average linkage. Sedangkan pada Gambar 2 (b), AHC dengan normalisasi Min-Max K = 2 mencapai nilai silhouette coefficient tertinggi sebesar 0,741 dengan pendekatan yang sama. Dengan demikian, untuk penerapan AHC pada data tahun 2022, data yang menggunakan standarisasi Z-score lebih baik dalam validasi *silhouette coefficient* dibandingkan dengan normalisasi min-max. Hal ini menunjukkan bahwa metode standarisasi Z-score menghasilkan *clustering* yang lebih baik dengan struktur *cluster* yang lebih bagus dengan struktur *cluster* yang kuat. Penerapan AHC pada data tahun 2022 menunjukkan struktur yang baik dari kedua pendekatan, yaitu Z-score dan Min-Max, seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan hasil AHC dan DBSCAN

Normalization / Standardization	***Silhouette coefficient***	***Cluster***
Z-Score	0,79	2
Min-Max	0,741	2

Pada Tabel 3, terlihat bahwa metode AHC dengan standarisasi Z-score dan normalisasi Min-Max sama-sama menghasilkan 2 *cluster*. Namun, AHC dengan standarisasi Z-score menggunakan pendekatan average linkage lebih unggul karena nilai *silhouette coefficient* yang lebih tinggi dibandingkan dengan normalisasi Min-Max. Oleh karena itu, pada data tahun 2022, AHC dengan Z-score menghasilkan *clustering* yang lebih baik.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa persebaran *cluster* tidak merata, dengan jumlah *cluster* 0 lebih banyak daripada *cluster* 1. Untuk memperjelas jumlah obyek dalam setiap cluster, hasil pembagian tersebut dirangkum dalam bentuk Tabel 4.



Gambar 3. Visualisasi hasil AHC dengan standarisasi Z-score.

Tabel 4. Visualisasi hasil AHC dengan standarisasi Z-score.

Cluster	**Obyek**
0	1.116
1	95

Pada Tabel 4, terlihat bahwa *cluster* 0 memiliki jumlah obyek terbanyak, yaitu sebanyak 1.116 obyek. Analisis berdasarkan data menunjukan bahwa struktur *cluster* 0 ditandai dengan penggunaan sumber penerangan non-listrik, lantai rumah yang mayoritas terbuat dari bambu dan tanah, dinding rumah yang umumnya terbuat dari bambu, serta penggunaan kloset bertipe cubluk. Sementara itu, struktur *cluster* 1 menunjukkan ciri-ciri seperti penggunaan listrik PLN tanpa meteran, lantai rumah yang berplester, dinding setengah plesteran dan setengah anyaman bambu, serta penggunaan kloset bertipe leher angsa. Berdasarkan hasil analisis diatas, *cluster* 0 ditetapkan sebagai prioritas pertama karena kondisi rumah dan fasilitas yang paling memerlukan bantuan. Sedangkan *cluster* 1 ditetapkan sebagai prioritas kedua dalam penerimaan bantuan. Dengan menentukan prioritas berdasarkan karakteristik *cluster* yang terbentuk, alokasi bantuan dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran.

KESIMPULAN

Penerapan Agglomerative Hierarchical Clustering untuk mengelompokkan prioritas penerima bantuan rumah pada data tahun 2022 dengan standarisasi Z-score menghasilkan hasil terbaik, di mana dua *cluster* terbentuk dengan nilai *silhouette coefficient* sebesar 0,79. Nilai ini menunjukkan bahwa metode standarisasi Z-score lebih efektif dalam mengelompokkan data dibandingkan dengan normalisasi Min-Max, meskipun kedua metode tersebut berhasil membentuk struktur *cluster* yang kuat. Keunggulan Z-score dalam menghasilkan nilai *silhouette coefficient* yang lebih tinggi menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu memberikan pemisahan *cluster* yang lebih jelas dan lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. V. Ferezagia, “Analisis tingkat kemiskinan di Indonesia,” *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018.

[2] T. T. WUNGO, "PENYEBAB DAN DAMPAK KEMISKINAN PADA MASYARAKAT DESA (Studi Kasuss di Desa Waikarara, Kecamatan Kodi Balaghar, Kabupaten Sumba Barat Daya)," 2021.
[3] D. Handayani and S. Safrida, "Implementasi Program Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya di Masa Pandemi COVID-19 dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat," *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial*, vol. 8, no. 1, pp. 34–45, 2022.
[4] K. P. Simanjuntak and U. Khaira, "Pengelompokkan titik api di provinsi jambi dengan algoritma agglomerative hierarchical clustering: Hotspot clustering in jambi province using agglomerative hierarchical clustering algorithm," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 1, no. 1, pp. 7–16, 2021.
[5] I. Sufairoh, A. C. Rani, K. Amalia, and D. Rolliawati, "Perbandingan Hasil Analisis Clustering Metode K-Means, DBSCAN Dan Hierarchical Pada Data Marketplace Electronic Phone," *JOINS (Journal of Information System)*, vol. 8, no. 1, pp. 97–105, 2023.
[6] B. S. Everitt, S. Landau, M. Leese, and D. Stahl, "Cluster analysis," 2011.
[7] A. Arab, "Ekstraksi Ciri Orde Pertama dan Metode Principal Component Analysis untuk Mengidentifikasi Jenis Telur".
[8] J. Han, J. Pei, and H. Tong, *Data mining: concepts and techniques*. Morgan kaufmann, 2022.
[9] A. Struyf, M. Hubert, and P. Rousseeuw, "Clustering in an object-oriented environment," *Journal of Statistical Software*, vol. 1, pp. 1–30, 1997.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7622

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Klasifikasi Cuaca Kota Bandung dengan Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors

Sivana Amelia Irmayanti, Adhitya Arie Mahatma, Danu Septi Adi, Rega Wahyu Aji, Rinci Kembang Hapsari*, M Ravi Ubaidillah

Prodi Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jawa Timur
e-mail: rincikembang@itats.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries that often experiences abnormal weather cycles. Extreme weather occurs due to several factors, such as unusual atmosphere. Weather prediction is very important in helping people anticipate various possibilities caused by extreme weather changes. This study aims to classify the weather in Bandung using the K-Nearest Neighbor algorithm. The K-Nearest Neighbor algorithm was chosen because of its ty to handle data with not too many variables and its implementation in weather classification cases. The dataset is secondary data taken from kaggle.com. Testing was conducted with k = 30, k = 50 and k = 70. With the highest accuracy, precision, and recall values at k = 50.

Keywords: *classification, weather, k-Nearest-Neighbors*

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang sering terjadi siklus cuaca tidak normal. Cuaca ekstrem terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti atmosfer yang tidak biasa. Prediksi cuaca memiliki peran yang sangat penting dalam membantu masyarakat untuk mengantisipasi berbagai kemungkinan yang disebabkan oleh perubahan cuaca yang ekstrim. Dalam penelitian ini bertujuan melakukan klasifikasi cuaca kota Bandung dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor. Algoritma K-Nearest Neighbor dipilih karena kemampuannya yang baik dalam menangani data dengan variabel yang tidak terlalu banyak, serta kemudahan implementasinya dalam kasus klasifikasi cuaca. Dataset merupakan data sekunder yang diambil

dari kaggle.com. Pengujian dilakukan dengan nilai k=30, k=50 dan k=70. Dengan nilai akurasi, presisi dan recall tertinggi pada saat k=50.

Kata kunci: Klasifikasi; cuaca; k-Nearest-Neighbors.

PENDAHULUAN

Cuaca adalah gambaran kondisi udara di bumi. Informasi cuaca berperan penting di berbagai sektor, termasuk transportasi udara, pertanian, pelayaran, pertahanan, komunikasi, dan lainnya [1]. Prediksi cuaca penting dilakukan untuk kepentingan dan kebutuhan masyarakat, sebagai contoh bagi pelaut dan nelayan prediksi cuaca diperlukan untuk memprediksi bahaya semisal badai laut yang akan terjadi. Prakiraan cuaca penting untuk menentukan ekspektasi iklim di masa depan. Prakiraan cuaca sangat bergantung pada data cuaca dan prediksi yang akurat sangat penting untuk pengurangan risiko bencana [2]. Pengumpulan data dapat diperoleh melalui survei lapangan langsung, observasi, wawancara, dan data-data kearsipan yang diperoleh dari instansi terkait [3].

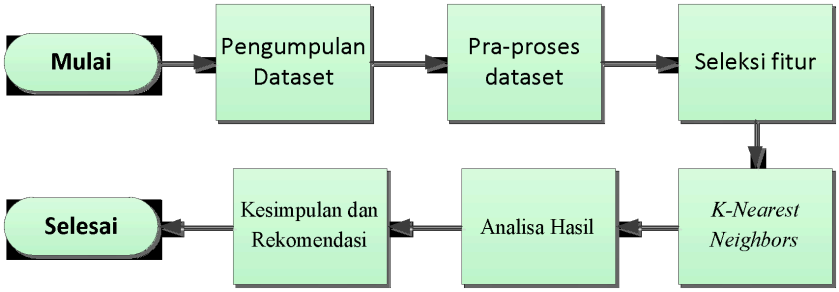
Dengan dilakukannya klasifikasi ini dapat membantu memberikan data yang diperlukan dalam pembuatan alat-alat untuk memprediksi cuaca tersebut. Dimana klasifikasi merupakan proses menemukan pola atau fungsi yang mendeskripsikan dan memisahkan kelas data, yang digunakan untuk memprediksi kelas dari objek data baru yang tidak diketahui kelasnya [4]. Untuk memprediksi intensitas curah hujan yang berbeda di berbagai wilayah di Indonesia, salah satunya adalah karena perbedaan kondisi geografis dan anomali suhu permukaan laut di kawasan laut Indonesia, Samudra Hindia, dan kawasan Pasifik [5]. Klasifikasi iklim secara global juga dipakai untuk memvisualisasikan perubahan iklim [6]. Klasifikasi cuaca membutuhkan metode klasifikasi yang tepat untuk mendapatkan hasil yang akurat, salah satunya dengan menggunakan data mining [7].

Data mining merupakan salah satu solusi untuk menganalisis data cuaca untuk mengklasifikasikan cuaca [8]. Dalam ranah data mining, klasifikasi menjadi sebuah teknik penting untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik yang serupa [9]. Klasifikasi melibatkan tugas mengidentifikasi model atau fungsi yang memetakan setiap item data ke dalam salah satu dari serangkaian kelas atau kelompok yang telah ditentukan sebelumnya [10]. Sebagai alternatif, teknik data mining dan machine learning menyediakan pendekatan untuk meneliti elemen-elemen hidrologi secara mendalam, dengan tujuan mengungkap korelasi internal yang signifikan dan berpotensi bermanfaat antara berbagai komponen, yang kemudian dapat berfungsi sebagai prediktor yang efektif [11]. Dalam klasifikasi terdapat berbagai algoritma yang dapat digunakan, yaitu : Decision Trees, Neural Networks, Support Vector Machines, K-Nearest Neighbors, Naive Bayes, dan lainnya. Setiap algoritma memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, sehingga pemilihan algoritma yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang optimal.

Salah satu algoritma klasifikasi yang populer adalah K-Nearest Neighbors, algoritma ini dikenal karena kesederhanaan dan efektivitasnya dalam berbagai aplikasi. Metode K-Nearest Neighbor adalah algoritma klasifikasi yang sederhana namun efektif, yang mengklasifikasikan data baru berdasarkan mayoritas kelas dari k tetangga terdekatnya dalam ruang fitur [12] [13]. Dalam konteks klasifikasi cuaca di Bandung, algoritma K-Nearest Neighbors digunakan untuk memprediksi jenis cuaca berdasarkan data historis cuaca yang telah dikumpulkan. Algoritma ini bekerja dengan cara mencari sejumlah 'K' data terdekat (tetangga) dalam dataset pelatihan, kemudian memprediksi kelas dari data baru berdasarkan kelas mayoritas dari tetangga-tetangga tersebut [14].

METODE

Dalam mengimplementasikan k-neares neighbor dalam klasifikasi cuaca kota Bandung dilakukan dengan langkah-langkah yang terstruktur., yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Metodologi Penelitian

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan data cuaca historis di kota Bandung. Dataset yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari kaggle.com. Dataset terdiri dari 365 record. Data yang dikumpulkan mencakup berbagai parameter cuaca, seperti suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, curah hujan, tekanan udara, dan parameter lainnya yang relevan. Dalam dataset dikelompkkan menjadi empat jenis cuaca, yaitu : berawan, berkabut, hujan dan cerah(bersinar).

Tahap selanjutnya adalah pra-pemrosesan data yang bertujuan untuk membersihkan dan mempersiapkan data agar sesuai untuk dianalisis. Data mentah seringkali mengandung nilai yang hilang (*missing values*), data yang tidak konsisten, atau data yang tidak relevan. Juga dilakukan normalisasi data untuk memastikan bahwa semua fitur memiliki rentang nilai yang sama, sehingga tidak ada fitur yang mendominasi fitur lainnya. Normalisasi yang digunakan adalan min-max nornalisation, dengan rumus :

$$v' = \frac{v - min_A}{max_A - min_A}\left(new_{max_A} - new_{min_A}\right) + new_{min_A} \quad (1)$$

Setelah data selesai diproses dilakukan pemilihan fitur yang relevan dengan klasifikasi cuaca. Pemilihan fitur bertujuan untuk memilih fitur-fitur yang paling berpengaruh dalam memprediksi jenis cuaca. Fitur-fitur yaitu kelembapan, sinar, suhu dan angin.

Model k-Nearest Neighbors dibangun dengan menggunakan data pelatihan yang telah diproses. Algoritma k-Nearest Neighbors bekerja dengan mencari 'k' data terdekat dalam data pelatihan untuk setiap data baru yang akan diklasifikasikan. Jarak antara data baru dan data pelatihan dihitung menggunakan metrik jarak , yaitu Euclidean distance. Dengan rumus :

$$d_{euc}(x,y) = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(x_j - y_j\right)^2} \quad (2)$$

Setelah menemukan k data terdekat, algoritma memprediksi kelas dari data baru berdasarkan kelas mayoritas dari tetangga-tetangga tersebut.

Setelah model k-Nearest Neighbors dibangun, model tersebut dievaluasi menggunakan data pengujian yang terpisah dari data pelatihan. Evaluasi model bertujuan untuk mengukur kinerja model dalam memprediksi jenis cuaca. Metrik evaluasi yang digunakan adalah akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Rumus perhitungan metrik menggunakan persamaan 3 sampai persamaan 6.

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{Total} \quad (3)$$

$$Presisi = \frac{TP}{FP + TP} \quad (4)$$

$$Recall = \frac{TP}{FN + TP} \quad (5)$$

$$F1 - Score = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall} \quad (6)$$

Akurasi memberikan gambaran tentang seberapa sering model memprediksi cuaca dengan benar, sementara presisi mengukur seberapa akurat model dalam memprediksi cuaca positif. Recall mengukur seberapa baik model menemukan semua kejadian cuaca positif, dan F1-score merupakan rata-rata harmonik dari presisi dan recall. Hasil klasifikasi ini akan dievaluasi untuk melihat seberapa akurat model dalam memprediksi cuaca [15].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors untuk mengklasifikasikan jenis cuaca di Bandung. Proses implementasi kode program pada phyton dengan pemanggilan paket library di phyton, paket library yang digunakan, adalah :

1. Memuat Dataset

   Python

   dataset = pd.read_csv('DATASET JURNAL.csv')

   Pada bagian ini, dataset dari file CSV dengan nama 'DATASET JURNAL.csv' dimuat menggunakan library pandas (pd).

2. Pemisahan Fitur dan Label python

   python

   x = dataset.iloc[:, [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6]].values

   y = dataset.iloc[:, -1].values

   Fitur atau atribut (x) dan label (y) diambil dari dataset. Fitur diambil dari kolom 0 hingga 6, sementara label diambil dari kolom terakhir.

3. Pemisahan Data Latih dah Uji

   python

   x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=0.25, random_state=0)

   Data dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan train_test_split dari scikit-learn. Data uji sebesar 25% dari total data. Pengujian dilakukan untuk nilai k=30, k=50 dan k=70. Hasil akurasi, recall dan presisi ditunjukkan pada tabel 1. Dari tabel dapat diketahui bahwa akurasi, recall dan presisi tertinggi ketika k=50. Sedangkan akurasi dan presisi terendah pada saat k=30 dan recall terendah pada saat k=70. Algoritma K-Nearest Neighbor menawarkan pendekatan yang sederhana namun efektif untuk klasifikasi cuaca, terutama dalam konteks di mana jumlah variabel yang relevan tidak terlalu besar, dan implementasinya relatif mudah dilakukan [15][16]. Kinerja sistem diukur menggunakan confusion matrix untuk mengevaluasi akurasi dan kemampuan klasifikasi model yang dibangun. K-Nearest Neighbors merupakan algoritma supervised learning yang memanfaatkan prinsip klasifikasi berdasarkan jarak terdekat antara data baru dengan data latih. Algoritma ini sangat mudah diimplementasikan dan memberikan hasil yang cukup baik untuk data yang memiliki pola yang jelas. K-Nearest Neighbors memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan data yang kompleks dan non-linear, serta relatif mudah diimplementasikan.

Tabel 1. Nilai evaluasi metrik

Pengukuran	**K (dalam %)**		
	30	**50**	**70**
Akurasi	60.7	66.7	62.6
Recall	67.7	68.8	67.4
Presisi	17.1	55.8	38.6

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma K-Nearest Neighbors dalam klasifikasi cuaca di kota Bandung. Algoritma ini bekerja dengan cara mencari sejumlah 'K' data terdekat dalam dataset pelatihan, kemudian memprediksi kelas dari data baru berdasarkan kelas mayoritas dari tetangga-tetangga tersebut. Metode K-Nearest Neighbor adalah algoritma klasifikasi yang sederhana namun efektif, yang mengklasifikasikan data baru berdasarkan mayoritas kelas dari k tetangga terdekatnya dalam ruang fitur.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Setiawan, N. H. Prabowo, and N. B. Sukoco, “Rancang Bangun Alat Perekam Data Cuaca dengan Berbasis Internet Of Things,” Jurnal HIDROPILAR, vol. 6, no. 2, p. 61, Dec. 2020, doi: 10.37875/hidropilar.v6i2.180.

[2] I. Darmayanti, P. Subarkah, L. R. Anunggilarso, and J. Suhaman, “PREDIKSI POTENSI SISWA PUTUS SEKOLAH AKIBAT PANDEMI COVID-19 MENGGUNAKAN ALGORITME K-NEAREST NEIGHBOR,” JST (Jurnal Sains dan Teknologi), vol. 10, no. 2, p. 230, Nov. 2021, doi: 10.23887/jstundiksha.v10i2.39151.

[3] A. Suzana, “Penyusunan Status Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa di Kabupaten Bandung,” Jurnal Civronlit Unbari, vol. 4, no. 1, p. 1, Jul. 2019, doi: 10.33087/civronlit.v4i1.41.

[4] S. Mulyati, S. M. Husein, and R. Ramdhan, “RANCANG BANGUN APLIKASI DATA MINING PREDIKSI KELULUSAN UJIAN NASIONAL MENGGUNAKAN ALGORITMA (KNN) K-NEAREST NEIGHBOR DENGAN METODE EUCLIDEAN DISTANCE PADA SMPN 2 PAGEDANGAN,” JIKA (Jurnal Informatika), vol. 4, no. 1, p. 65, Jan. 2020, doi: 10.31000/jika.v4i1.2288.

[5] I. Peranginangin, A. Zakaria, and D. I. Kusumastuti, “Perbandingan spektrum curah hujan harian antara BMKG dan TRMM di DKI Jakarta,” Rekayasa Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung, vol. 24, no. 2, p. 53, Dec. 2021, doi: 10.23960/rekrjits.v24i2.41.

[6] R. Shimabukuro, T. Tomita, and K. Fukui, “Update of global maps of Alisov’s climate classification,” Progress in Earth and Planetary Science, vol. 10, no. 1, Apr. 2023, doi: 10.1186/s40645-023-00547-1.

[7] R. K. Dinata, H. Akbar, and N. Hasdyna, “Algoritma K-Nearest Neighbor dengan Euclidean Distance dan Manhattan Distance untuk Klasifikasi Transportasi Bus,” ILKOM Jurnal Ilmiah, vol. 12, no. 2, p. 104, Aug. 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.539.104-111.

[8] N. Pan, “A Study on the Implications of Critical Discourse Analysis Theory for College English Teaching in the Context of Big Data,” Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, vol. 9, no. 1, Apr. 2023, doi: 10.2478/amns.2023.1.00104.

[9] A. Winantu and C. Khatimah, “Perbandingan Metode Klasifikasi Naive Bayes Dan K-Nearest Neighbor Dalam Memprediksi Prestasi Siswa,” INTEK Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi, vol. 6, no. 1, p. 58, May 2023, doi: 10.37729/intek.v6i1.3006.

[10] N. Nigam and A. Rajavat, "A Systematic Literature Review of Data Classification Techniques," International Journal of Computer Applications, vol. 177, no. 44, p. 41, Mar. 2020, doi: 10.5120/ijca2020919971.

[11] A. P. PUTRA and D. P. RAMADHAN, "ANALISIS PENANGANAN BANJIR DI KAWASAN GENUK KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN PIPA RESAPAN HORIZONTAL." 2024.

[12] F. Akbar, S. Achmadi, and A. Mahmudi, "IMPLEMENTASI ANALISIS DATA KREDIT NASABAH MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS," JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), vol. 4, no. 1, p. 82, May 2020, doi: 10.36040/jati.v4i1.2351.

[13] A. K. Wijaya, R. Syifa, I. N. Rahmadianto, and R. K. Hapsari, "Identifikasi Penyakit Ginjal Kronis Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbour (k-NN)," in Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA) ISSN, 2024, pp. 361–365.

[14] N. Yu and T. Haskins, "KNN, An Underestimated Model for Regional Rainfall Forecasting," arXiv (Cornell University), Jan. 2021, doi: 10.48550/arxiv.2103.15235.

[15] I. Nopriansyah, A. Azwarman, and E. Raudhati, "Analisa Kapasitas Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Perumahan Kembar Lestari 1 Jambi," Jurnal Talenta Sipil, vol. 6, no. 1, p. 140, Feb. 2023, doi: 10.33087/talentasipil.v6i1.147.

[16] A. Rachmad, R. K. Hapsari, W. Setiawan, T. Indriyani, E. M. S. Rochman, and B. D. Satoto, Classification of Tobacco Leaf Quality Using Feature Extraction of Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) and K-Nearest Neighbor (K-NN), vol. 1. Atlantis Press

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7645

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pemodelan Regresi *Robust* Metode Estimasi *Generalized Maximum Likelihood* pada Negara *Low Human Development*

Nuha Nurfauziyyah, Yuliana Susanti, dan Isnandar Slamet

Universitas Sebelas Maret
e-mail: nuhanu@student.uns.ac.id

ABSTRACT

Human Development Index (HDI) is established as a parameter for measuring a country's development. Special attention to countries classified under low human development is crucial to ensure that no nation is left behind in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) in 2030. This study aims to model the HDI in low human development countries in 2022 using robust regression with generalized maximum likelihood (GM) estimation. The robust regression model is applied to identify the factors influencing HDI, including life expectancy, expected years of schooling, mean years of schooling, and gross national income per capita. This model is used because the data contain outliers, which violate the normality assumption in conventional regression models. Therefore, robust regression is employed to address the presence of outliers. The result indicates that GM estimation method achieves adjusted R-square value of 98,467%.

Keywords: *Robust regression; GM-estimation; outlier.*

ABSTRAK

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dibentuk sebagai parameter pembangunan suatu negara. Perhatian terhadap negara-negara yang termasuk ke dalam *low human development* sangat penting untuk memastikan tidak ada satu pun negara yang tertinggal dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) tahun 2030. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan IPM pada kelompok negara *low human development* tahun 2022 menggunakan regresi *robust* estimasi *generalized maximum likelihood* (GM). Perhitungan model regresi *robust* dilakukan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi IPM dengan faktor terdiri atas umur harapan hidup, harapan lama sekolah, rata-rata lama sekolah, dan pendapatan nasional bruto per kapita. Model tersebut digunakan karena data mengandung pencilan sehingga sisaan melanggar asumsi normalitas

pada model regresi. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menerapkan regresi *robust* sebagai metode yang tahan terhadap adanya pencilan. Hasil penelitian didapatkan bahwa regresi *robust* estimasi GM memiliki nilai *adjusted R-square* sebesar 98,467%.

Kata kunci: Regresi *robust*; estimasi GM; pencilan.

PENDAHULUAN

Pembangunan merupakan suatu mekanisme tahapan yang berfungsi untuk menggagas perubahan atau kemajuan melalui beberapa dimensi guna mencapai tujuan tertentu. Tingkat signifikansi ekonomi pada suatu negara merupakan prioritas utama dalam pelaksanaan pembangunan suatu negara [1]. Pembangunan negara berkembang berfokus pada pertumbuhan ekonomi yang tercermin dari kualitas hidup manusia [2]. Menurut United Nations melalui United Nations Development Programme, pembangunan manusia memiliki dua sisi yang harus dipertimbangkan. Jika skala pembangunan dalam kedua sisi tidak seimbang dengan baik maka dapat terjadi *human frustration* yang tidak terhindarkan [3].

United Nations Development Programme (UNDP) merancang indeks pembangunan manusia (IPM) pada tahun 1990 sebagai parameter pembangunan suatu negara. IPM dirancang untuk mengevaluasi sejauh mana suatu negara berhasil meningkatkan kualitas pendidikan, layanan kesehatan, dan taraf hidup penduduknya. Indeks pembangunan manusia suatu negara bernilai nol sampai satu dan dikategorikan menjadi empat bagian. Negara-negara yang masuk ke dalam kategori IPM rendah dengan nilai 0 – 0,55 diklasifikasikan sebagai negara *low human development* [4].

Laporan yang termuat pada *Human Development* yang dirilis oleh UNDP pada tahun 2024, terdapat 33 dari 193 negara anggota United Nations yang termasuk ke dalam negara *low human development* dengan sebagian besar negara *low human development* berada di Kawasan sub-Sahara Afrika dan beberapa di wilayah Asia Selatan [5]. Rendahnya nilai IPM akan berpotensi menimbulkan produktivitas kerja yang rendah dari penduduk. Rendahnya produktivitas berimplikasi pada rendahnya perolehan pendapatan dan menyebabkan jumlah penduduk miskin yang semakin tinggi tingkatnya. Hal tersebut berakar dari kurangnya akses terhadap pendidikan yang mumpuni dan sistem kesehatan yang layak sehingga berperan pada tinggi rendahnya kualitas sumber daya manusia [6]. Perhatian terhadap negara-negara yang termasuk ke dalam *low human development* sangat penting untuk memastikan tidak ada satu pun negara yang tertinggal dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Dalam mencapai tujuan tersebut, terdapat beberapa di antaranya indikator capaian yang harus dilakukan, yaitu SDGs nomor 3, SDGs nomor 4, dan SDGs nomor 8 [4].

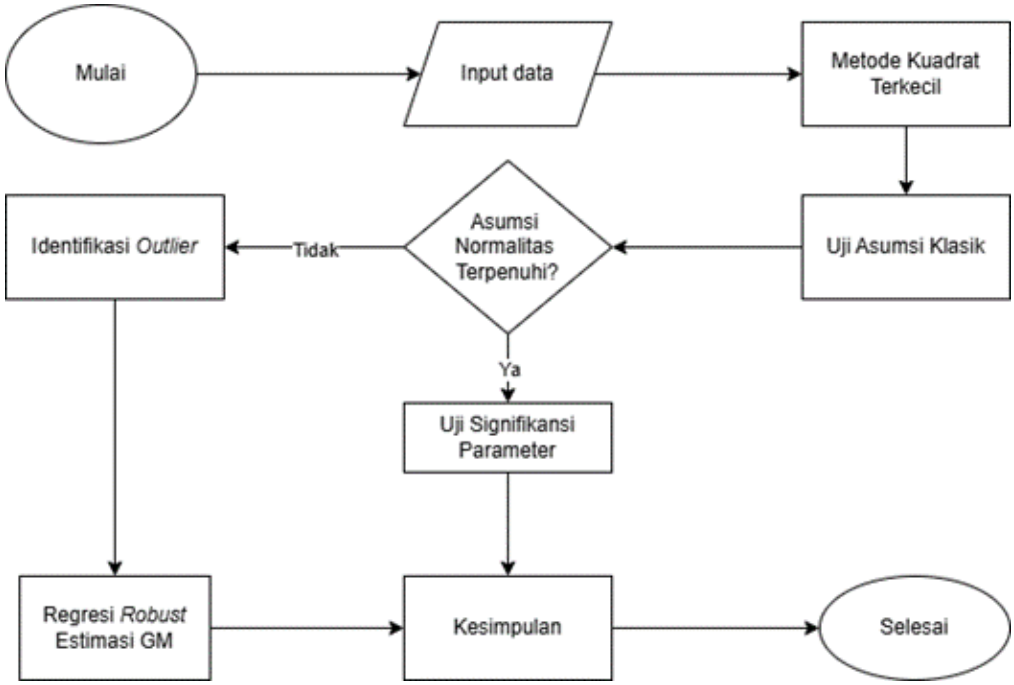
Berdasarkan uraian masalah di atas, faktor-faktor yang mempengaruhi IPM pada negara *low human development* dapat dilakukan analisis menggunakan analisis regresi. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam estimasi parameter menggunakan analisis regresi adalah *Ordinary Least Square* (OLS) atau sering disebut dengan Metode Kuadrat Terkecil (MKT). Terdapat beberapa uji asumsi klasik pada model regresi, yaitu asumsi normalitas, asumsi non autokorelasi, asumsi homoskedastisitas, dan identifikasi multikolinearitas. Asumsi normalitas yang dilanggar dapat mengindikasikan adanya *outlier*. *Outlier* adalah data dengan nilai yang jauh dari nilai data yang terjadi. *Outlier* harus dioptimalkan karena akan mempengaruhi model regresi jika tidak digunakan. Regresi *robust* merupakan salah satu jenis regresi yang disiapkan untuk menangani data dengan *outlier* [7].

Regresi *robust* memiliki beberapa jenis estimasi dalam analisis, seperti estimasi *Maximum Likelihood* (M) dan estimasi *Generalized Maximum Likelihood* (GM). Estimasi GM yang merupakan perluasan dari estimasi M digunakan karena estimasi GM lebih *robust* jika terdapat kesalahan dalam spesifikasi model dan saat ada *outlier* [8]. Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan regresi estimasi GM untuk mengetahui faktor yang

mempengaruhi IPM pada negara *low human development*. Selanjutnya, pengukuran terhadap kinerja model regresi *robust* estimasi GM dilakukan dengan mempertimbangkan nilai R^2_{adj}.

METODE

Penelitian ini memodelkan regresi *robust* dengan data yang digunakan adalah data sekunder mengenai data indeks pembangunan manusia pada kelompok negara IPM rendah di dunia tahun 2022 yang diakses dari laman resmi UNDP. Data terdiri atas 5 variabel dengan 33 negara dengan indeks pembangunan manusia (*y)* sebagai variabel dependen dan variabel independen terdiri atas empat variabel, yaitu umur harapan hidup (x_1), harapan lama sekolah (x_2), rata-rata lama sekolah (x_3), dan pendapatan nasional bruto per kapita (x_4). Prosedur penelitian yang dilakukan berdasarkan Gambar 1 akan dilaksanakan menggunakan *software* Rstudio.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Regresi Linear

Analisis regresi adalah suatu teknik dalam statistika yang bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Analisis regresi linear merupakan metode yang memberikan model hubungan antara variabel dependen *y* dan variabel $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_k$ dengan *k* adalah banyak variabel independen. Estimasi parameter regresi dapat dihitung menggunakan metode kuadrat terkecil (MKT) dengan prinsip meminimumkan jumlah kuadrat sisaan regresi. Koefisien determinasi (R^2) merupakan salah satu indikator kinerja model dalam menghitung jauh variansi antara variabel dependen dan variabel independen dalam model regresi linear [13]. Rumus untuk koefisien determinasi dituliskan dalam Persamaan (1) sebagai berikut.

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = 1 - \frac{JKS}{JKT}, \quad (1)$$

dengan *JKS* adalah jumlah kuadrat sisaan dan *JKT* adalah jumlah kuadrat total. R^2 bernilai antara nol dan satu dengan semakin dekat dengan satu merupakan nilai yang lebih bagus. Namun, R^2 memiliki kekurangan tidak bisa berkurang jika variabel baru ditambahkan.
Untuk mengatasi masalah tersebut, *adjusted R-square* digunakan dengan memperhitungkan jumlah variabel dalam model yang tertulis dalam Persamaan (2) sebagai berikut [13].

$$R^2_{adj} = 1 - \left(\frac{(1-R^2)(n-1)}{n-k-1} \right), \tag{2}$$

dengan *n* adalah banyak data pengamatan dan *k* adalah banyak variabel independen.

Uji Asumsi Klasik Model Regresi Linear

Pengujian asumsi klasik berperan dalam memastikan bahwa model regresi telah memenuhi ketentuan sebagai model yang optimal. Uji tersebut terdiri atas uji asumsi normalitas, uji homoskedastisitas, uji non autokorelasi, dan identifikasi multikolinearitas. Jika terdapat asumsi normalitas tidak terpenuhi maka terdapat dugaan bahwa ada pencilan pada data sehingga regresi *robust* harus digunakan untuk mendapatkan model yang kuat akan adanya pencilan.

Identifikasi Pencilan

Pencilan atau *outlier* adalah nilai observasi yang sangat berbeda dari nilai lainnya dalam data. Hal ini bisa menjadi masalah serius karena data tersebut akan mempengaruhi estimasi parameter dan jumlah kuadrat sisaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam identifikasi pencilan adalah melalui *difference in fitted values* (DFFITS) pada Persamaan (3) [9].

$$DFFITS_i = t_i \sqrt{\frac{h_{ii}}{1-h_{ii}}}, \tag{3}$$

dengan t_i adalah *studentized deleted* sisaan ke-*i* dan h_{ii} merujuk pada *leverage* data ke-*i*. Data dikatakan pencilan jika nilai $\left|DFFITS_i\right| > 2\sqrt{\frac{k+1}{n}}$ dengan *k* adalah banyak variabel independen dan *n* adalah banyak data pengamatan [10].

Regresi *Robust*

Regresi *robust* mampu memberikan estimasi yang lebih stabil dengan mengurangi pengaruh data pengamatan ekstrem ketika metode kuadrat terkecil digunakan [10]. Studi awal mengenai regresi *robust* berasal dari *Princeton Robustness Study* yang dilakukan oleh Andrews *et al*. pada tahun 1972 [11]. Tujuan utama dari regresi *robust* adalah untuk menyediakan kestabilan hasil terhadap adanya pencilan. Untuk mencapai kestabilan tersebut, regresi *robust* membatasi pengaruh *outlier*.

Estimasi *Generalized Maximum Likelihood* (GM)

Estimasi GM merupakan pengembangan dari estimasi *maximum likelihood* (M). Ide dasar yang melatar belakangi estimasi GM adalah untuk membatasi pengaruh dari pencilan pada variabel x_i dengan pembobot w_i yang hanya bergantung pada x_i. Menurut Wilcox *et al.* [12], estimasi GM secara umum didefinisikan sebagai,

$$\hat{\beta}_{GM} = min \sum_{i=1}^{n} W_{iGM} \rho\left(\frac{e_i}{v(x_i)}\right), \tag{4}$$

dengan $v(x_i)$ merupakan fungsi pembobot untuk variabel x_i. *Estimator* $\hat{\beta}$ yang diperoleh bukan merupakan skala *invariant* maka digunakan nilai $\frac{e_i}{\hat{\sigma}}$ sebagai pengganti e_i dengan $\hat{\sigma}$ adalah faktor skala yang juga perlu diestimasi. Dengan demikian Persamaan (4) menjadi,

$$\hat{\beta}_{GM} = min \sum_{i=1}^{n} W_{iGM} \rho\left(\frac{y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^{k} x_{ij}\beta_j}{v(x_i)\hat{\sigma}_{GM}} \right). \quad (5)$$

Penyelesaian Persamaan (5) dengan cara menurunkannya terhadap β dan disamakan dengan nol, sehingga diperoleh,

$$\sum_{i=1}^{n} W_{iGM} \psi\left(\frac{y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^{k} x_{ij}\beta_j}{v(x_i)\hat{\sigma}_{GM}} \right) x_{ij} = 0. \quad (6)$$

Pembobot yang digunakan, yaitu pembobot Schweppe dengan $W_{iGM} = \sqrt{1 - h_{ii}}$ dan $v(x_i) = W_{iGM}$ diperoleh,

$$W_{i,IGM} = W_{iGM} \frac{\psi\left(\frac{u_i}{v(X_i)}\right)}{(u_i)} = \frac{W_{iGM}}{u_i} \psi\left(\frac{u_i}{v(X_i)}\right) = \frac{\sqrt{1-h_{ii}}}{u_i} \psi\left(\frac{u_i}{\sqrt{1-h_{ii}}}\right) \quad (7)$$

,

dengan $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_{GM}}$, $\hat{\sigma}_{GM} = 1,48 M_l$, dan M_l merupakan median dari *(n-k)* terbesar dari e_i. $\psi(x_i) = max\{-K_{GM}, min(K_{GM}, x)\}$ adalah fungsi pengaruh Huber dengan $K_{GM} = 2\sqrt{\frac{(k+1)}{n}}$. Dengan demikian Persamaan (6) akan menjadi

$$\sum_{i}^{n} x_{ij} w_{iGM}\left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^{k} x_{ij}\beta_j \right) = 0,\ j = 1, 2, \ldots, k. \quad (8)$$

Sisaan awal yang digunakan pada estimasi GM adalah sisaan yang diperoleh dari MKT. Persamaan (8) dapat diselesaikan dengan *Iteratively Reweighted Least Squares* (IRLS) hingga diperoleh nilai $\hat{\beta}$ yang konvergen.

Berikut algoritma estimasi GM [12].

a. Mengestimasi parameter model regresi dengan MKT.
b. Menghitung nilai sisaan $e_i = y_i - \hat{y}_i$ pada model regresi dengan MKT.
c. Menghitung nilai median dari *(n-k)* terbesar dari $|e_i| = M_l$.
d. Menghitung nilai estimasi $\hat{\sigma}_{GM} = 1,48 M_l$.
e. Menghitung nilai $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_{GM}}$.
f. Menghitung pembobot $W_{i,IGM}$ dengan fungsi:

$$W_{i,IGM} = \frac{\sqrt{1-h_{ii}}}{u_i} \psi\left(\frac{u_i}{\sqrt{1-h_{ii}}}\right).$$

g. Menghitung estimasi parameter $\hat{\beta}_{GM}$ dengan metode kuadrat terkecil terboboti dengan $W_{i,IGM}$.
h. Mengulang langkah (b) sampai (f) hingga diperoleh nilai $\hat{\beta}_{GM}$ yang konvergen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Regresi Linear Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2022 dengan MKT

Pada penelitian ini, langkah pertama yang dilakukan adalah estimasi model regresi linear dengan metode kuadrat terkecil (MKT). Berikut adalah persamaan model regresi dengan MKT.

$$\hat{y} = -\ 0,02884\ +\ 0,00466x_1\ +\ 0,01371x_2\ +\ 0,01171x_3\ +\ 0,00002033x_4 \quad (9)$$

.

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan *software* Rstudio yang termuat pada Persamaan (9), didapatkan nilai *adjusted R-Square* adalah 0,9699 yang berarti 96,99% indeks pembangunan manusia (y) pada negara kelompok *low human development* tahun 2022 dipengaruhi oleh umur harapan hidup (x_1), harapan lama sekolah (x_2), rata-rata lama sekolah (x_3) dan pengeluaran per kapita (x_4) sedangkan 3,11% dipengaruhi oleh variabel yang tidak dimasukkan ke dalam model regresi.

Uji Asumsi Klasik Model Regresi Linear Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2022 dengan MKT

Model regresi yang valid ditentukan melalui uji asumsi klasik yang memastikan bahwa kriteria asumsi telah terpenuhi. Uji asumsi normalitas dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk dengan nilai *p-value* 0,015 kurang dari α = 0,05 yang berarti bahwa sisaan model regresi tidak berdistribusi normal. Uji asumsi homoskedastisitas dilakukan dengan uji Breusch-Pagan dengan *p-value* 0,8499 lebih besar dari α = 0,05 yang berarti bahwa variansi sisaan bersifat homogen. Asumsi non autokorelasi dilakukan dengan uji Durbin-Watson menghasilkan *p-value* sebesar 0,1809 lebih besar dari α = 0,05 yang berarti bahwa tidak terdapat autokorelasi antar sisaan. Identifikasi multikolinearitas dilakukan dengan mempertimbangkan *variance inflation factors* (VIF) dan didapati bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai VIF kurang dari 10 dengan nilai 1,0826 untuk x_1; 1,1214 untuk x_2; 1,1942 untuk x_3; dan 1,1018 untuk x_4 sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan antar variabel independen tidak mengindikasikan multikolinearitas. Berdasarkan keempat uji asumsi klasik yang telah dilakukan, apabila terdapat asumsi normalitas yang tidak terpenuhi maka perlu dilakukan identifikasi pencilan untuk menentukan regresi *robust* yang valid.

Identifikasi Pencilan Model Regresi Linear

Pencilan atau yang lebih dikenal sebagai *outlier* merupakan nilai ekstrem dari suatu pengamatan yang bisa memengaruhi model regresi sehingga menghasilkan hasil yang tidak valid. Pencilan dapat dideteksi dengan menghitung nilai *difference in fitted values* (DFFITS). Data dikatakan pencilan jika nilai $|DFFITS| > 0,7784989$. Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat pencilan pada data ke-26 dengan nilai -1,34765803 yang menyebabkan asumsi normalitas dilanggar. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan model regresi yang tahan terhadap pencilan, yaitu regresi *robust*. Penelitian ini melakukan estimasi parameter dengan regresi *robust* estimasi GM.

Model Regresi *Robust* Estimasi *Generalized-M* (GM)

Penggunaan regresi *robust* estimasi GM dilaksanakan melalui pembatasan pengaruh dari pencilan pada variabel x_i dengan pembobot w_i yang dilakukan berulang hingga menghasilkan nilai $\hat{\beta}_{GM}$ yang konvergen.

Tabel 2. Hasil Iterasi Regresi *Robust* Estimasi GM

Iterasi ke-	0	1	2	3	4
1	-0,02164027	0,004491815	0,01458955	0,01069618	0,0000200831
2	-0,02407907	0,004536508	0,01446887	0,01088740	0,0000200939
3	-0,02250954	0,004507477	0,01455178	0,01075289	0,0000200928
4	-0,02164027	0,004491815	0,01458955	0,01069618	0,0000200831
…	…	…	…	…	…
38	-0,02037330	0,004463439	0,01472262	0,01050174	0,00002008419
39	-0,02037330	0,004463439	0,01472262	0,01050174	0,00002008419
40	-0,02037330	0,004463439	0,01472262	0,01050174	0,00002008419

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan bahwa parameter konvergen pada iterasi ke-40. Berikut adalah persamaan model regresi *robust* estimasi GM yang didapatkan untuk IPM pada negara kelompok *low human development* tahun 2022 sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0,020373 + 0,004463439x_1 + 0,0147226x_2 + 0,0105017x_3 + 0,000 \quad (10)$$

.

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan *software* Rstudio yang termuat pada Persamaan (10), didapatkan nilai *adjusted R-Square* sebesar 0,98467 atau 98,467%.

KESIMPULAN

Model regresi *robust* estimasi GM untuk IPM pada negara kelompok *low human development* tahun 2022 didapatkan koefisien regresi konvergen pada iterasi ke-40 yang tertulis pada Persamaan (10). Model menunjukkan setiap kenaikkan satu tahun umur harapan hidup akan menaikkan IPM sebesar 0,004463439 poin indeks, setiap kenaikkan satu tahun harapan lama sekolah akan menaikkan IPM sebesar 0,0147226 poin indeks, setiap kenaikkan satu tahun rata-rata lama sekolah akan menaikkan IPM sebesar 0,0105017 poin indeks, setiap kenaikkan pendapatan nasional bruto per kapita sebesar 1000 USD maka akan menaikkan IPM sebesar 0,020084 poin indeks.

Penelitian ini menghasilkan model regresi *robust* estimasi GM dengan nilai *adjusted R-Square* adalah 0,98467 yang berarti 98,467% indeks pembangunan manusia (y) pada negara kelompok *low human development* tahun 2022 dipengaruhi oleh umur harapan hidup (x_1), harapan lama sekolah (x_2), rata-rata lama sekolah (x_3), dan pengeluaran per kapita (x_4) sedangkan 1,533% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Farida, D. A. Sulistiani, and N. Ulinnuha, "Peramalan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Brown," *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, vol. 6, no. 2, pp. 173–183, Sep. 2021, doi: 10.25157/teorema.v6i2.5521.

[2] D. S. Mirza, "Pengaruh Kemiskinan, Pertumbuhan Ekonomi, dan Belanja Modal terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah Tahun 2006-2009," *Economics Development Analysis Journal*, vol. 1, no. 1, 2012, [Online]. Available: http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edaj.

[3] UNDP, *Human Development Report 1990*. Oxford University Press, 1990.

[4] UNDP, "Human Development Report 2023/2024:Technical Notes," 2023. Accessed: Feb. 17, 2025. [Online]. Available: https://hdr.undp.org/sites/default/files/2023-24_HDR/hdr2023-24_technical_notes.pdf.

[5] UNDP, "Human Development Report 2023/2024," 2024.

[6] Amirudin, "Analisis Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Tingkat Pengangguran terhadap Kemiskinan di Indonesia tahun 2014-2017," Universitas Islam Negeri Syarih Hidayatullah, 2019.

[7] A. Damayanti and M. Susanti, "Analisis Regresi Robust Estimasi-M Pembobot Huber dan Tukey Bisquare pada Tingkat Kemiskinan di Indonesia," *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika*, vol. 10, no. 2, pp. 130–141, 2024, [Online]. Available: http://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/jktm:.

[8] D. P. Wiens and E. K. H. Wu, "A comparative study of robust designs for M-estimated regression models," *Comput Stat Data Anal*, vol. 54, no. 6, pp. 1683–1695, Jun. 2010, doi: 10.1016/j.csda.2010.01.033.

[9] Y. Susanti, N. Qona'ah, K. Ferawati, and C. Qumillaila, "Prediction modeling of annual parasite incidence (API) of malaria in Indonesia using robust regression of M-estimation and S-estimation," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Nov. 2020. doi: 10.1063/5.0030361.

[10] Do. C. Montgomery, E. A. Peck, and G. G. Vining, "Introduction to Linear Regression Analysis," *John Wiley & Sons, Inc.*, 2012.

[11] D. F. Andrews, P. J. Bickel, F. R. Hampel, P. J. Huber, W. H. Rogers, and J. W. Tukey, *Robust Estimates of Location: Survey and Advances*. Princeton, 1972.

[12] R. R. Wilcox, *Introduction to Robust Estimation and Hypothesis Testing*. San Diego: Academic Press, 2005.

[13] D. N. Gujarati and D. C. Porter, *Basic Econometrics Fifth Edition*. New York : The McGrawhill Companies, Inc., 2009.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7646

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis Regresi *Robust* Menggunakan Estimasi *Method of Moment* (MM) pada Angka Kematian Balita di Provinsi Sumatera Utara

Azkiya Triyazulfa, Yuliana Susanti, dan Sri Subanti

Universitas Sebelas Maret
e-mail: azkiyatriya26@student.uns.ac.id

ABSTRACT

The under-five mortality rate is an important indicator for measuring sustainable development success, especially the SDGs, namely ending all preventable deaths under the age of 5 years. North Sumatra Province was one of the largest contributors to under-five deaths in 2023, with a death rate of 4.2 per 1,000 live births and a total of 1,041 deaths, an increase from the previous year. Therefore, identifying the factors influencing the under-five mortality rate through regression modeling is necessary. The presence of outliers can cause violations of normality assumptions, which makes the least squares method inadequate for parameter estimation, thus robust regression, which is resistant to outliers, is used. This study aims to model the under-five mortality rate in North Sumatra Province using robust MM estimation regression. MM estimation is one of the parameter estimation methods in robust regression, which is a combination of S and M estimation. The independent variables used include the percentage of low birth weight babies, the percentage of early initiation of breastfeeding, the percentage of pregnant women consuming 90 iron supplement tablets, and the number of community health centers. The results show that the MM estimation has an adjusted R^2 value of 73.94%.oi

Keywords: *Under-five mortality rate; outlier; robust regression; MM estimation.*

ABSTRAK

Angka kematian balita menjadi indikator penting dalam mengukur keberhasilan pembangunan berkelanjutan, terutama SDGs, yaitu mengakhiri semua kematian yang dapat dicegah di bawah usia 5 tahun. Provinsi Sumatera Utara menjadi salah satu penyumbang terbesar kematian balita pada tahun 2023, dengan

angka kematian sebesar 4,2 per 1.000 kelahiran hidup dan jumlah kematian mencapai 1.041 jiwa, meningkat dari tahun sebelumnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi terhadap faktor-faktor yang memengaruhi angka kematian balita melalui pemodelan menggunakan analisis regresi. Keberadaan pencilan dapat menyebabkan pelanggaran terhadap asumsi normalitas yang membuat metode kuadrat terkecil tidak memadai dalam estimasi parameter, sehingga digunakan regresi *robust* yang tahan terhadap pencilan. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan angka kematian balita di Provinsi Sumatera Utara menggunakan regresi *robust* estimasi MM. Estimasi MM merupakan salah satu metode estimasi parameter dalam regresi *robust* yang menggabungkan estimasi S dan M. Variabel independen yang digunakan meliputi persentase bayi berat badan lahir rendah, persentase inisiasi menyusui dini, persentase ibu hamil mengonsumsi 90 tablet tambah darah, dan jumlah puskesmas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi MM memiliki nilai *adjusted* R^2 sebesar 73,94%.

Kata kunci: Angka kematian balita; pencilan; regresi *robust*; estimasi MM.

PENDAHULUAN

Kematian balita mencakup seluruh kejadian kematian anak sejak lahir hingga usia lima tahun. Angka kematian balita digunakan sebagai salah satu tolok ukur untuk merepresentasikan tingkat keberhasilan pembangunan kesehatan di suatu negara, khususnya yang terkait dengan pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*/SDGs) [1]. Tujuan ketiga dari SDGs menekankan pentingnya menjamin kehidupan yang sehat bagi seluruh lapisan masyarakat serta meningkatkan kesejahteraan bagi setiap kelompok usia. Salah satu fokus utamanya adalah mengakhiri semua kematian yang dapat dicegah pada anak usia di bawah lima tahun. Bersumber pada Profil Kesehatan Indonesia, angka kematian balita pada tahun 2023 meningkat menjadi 8,46 per 1.000 kelahiran hidup dengan jumlah kematian mencapai 34.087 jiwa [2]. Kondisi ini menunjukkan tantangan serius bagi sistem kesehatan dan pentingnya perhatian terhadap kesehatan anak. Provinsi Sumatera Utara menjadi salah satu penyumbang terbesar kematian, dengan angka kematian balita sebesar 4,2 per 1.000 kelahiran hidup dan jumlah kematian 1.041 jiwa, meningkat dibandingkan tahun sebelumnya [3].

Pemahaman yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor penyebab kematian balita dapat menjadi strategi dalam menurunkan angka kematian balita. Lestari dan Aridinanti [4] menjelaskan bahwa meningkatnya bayi dengan berat badan lahir rendah akan mendorong kenaikan angka kematian balita. Penelitian lain oleh Husnah *et al*. [5] menyebutkan bahwa inisiasi menyusui dini (IMD) merupakan tahapan awal yang penting dalam upaya menurunkan angka kematian pada bayi dan anak di bawah usia lima tahun. Suri *et al*. [6] menambahkan bahwa asupan 90 tablet tambah darah (TTD) kepada ibu yang sedang hamil dapat mencegah terjadinya anemia, yang berpotensi menyebabkan kelahiran prematur, cacat bawaan, hingga kematian bayi. Selain itu, Camelia *et al*. [7] mengungkapkan bahwa peningkatan jumlah fasilitas kesehatan seperti puskesmas di setiap kabupaten/kota dapat memperluas jangkauan layanan kesehatan dan berdampak pada penurunan angka kematian balita.

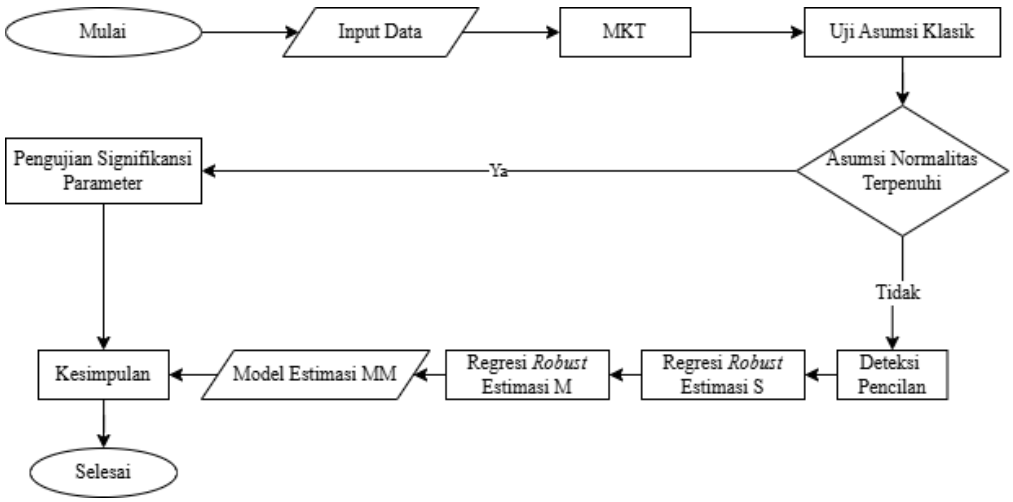
Pendekatan yang dapat digunakan untuk memodelkan faktor-faktor yang memengaruhi angka kematian balita adalah analisis regresi, yaitu metode statistika yang mengkaji serta memodelkan hubungan yang berkaitan antara variabel-variabel yang terlibat [8]. Umumnya, estimasi parameter dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (MKT), yang mengharuskan terpenuhinya sejumlah asumsi klasik, termasuk asumsi normalitas. Keberadaan pencilan dalam data dapat melanggar asumsi ini. Salah satu pendekatan yang dapat dimanfaatkan untuk menangani masalah ini adalah dengan analisis regresi *robust*. Regresi *robust* digunakan untuk mengatasi masalah pencilan dalam regresi dengan memberikan bobot [9]. Bobot yang diterapkan berbeda, sehingga estimasi dilakukan dengan metode kuadrat terboboti (*Weighted Least Square*) dan estimasi parameter dilakukan melalui beberapa iterasi yang dilakukan menggunakan *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS) [10].

Salah satu metode estimasi yang digunakan dalam regresi *robust* adalah estimasi *Method of Moment* (MM). Estimasi MM merupakan kombinasi antara estimasi yang memiliki nilai *breakdown* yang tinggi dan estimasi M. Prosedur dari estimasi MM adalah dengan terlebih dahulu memperkirakan parameter regresi menggunakan estimasi S, kemudian dilanjutkan dengan estimasi M [9]. Berdasarkan uraian sebelumnya, maka akan dilakukan penelitian guna mengetahui pemodelan angka kematian balita di Provinsi Sumatera Utara tahun 2023 menggunakan regresi *robust* estimasi MM.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari dokumen resmi yang dipublikasikan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara, yaitu Profil Kesehatan Provinsi Sumatera Utara tahun 2023. Unit observasi yang digunakan terdiri atas 33 kabupaten dan kota yang ada di Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini mengkaji hubungan antara 1 variabel dependen dan 4 variabel independen. Angka kematian balita (Y) sebagai variabel dependen, dimana angka kematian balita dihitung menggunakan rumus $AKBA = \frac{Jumlah\ kematian\ anak\ usia\ 0\ sampai\ menjelang\ 5\ tahun}{Jumlah\ kelahiran\ hidup} x\ 1.000$ [1]. Persentase bayi dengan berat badan lahir rendah (X_1), persentase inisiasi menyusui dini (X_2), persentase ibu hamil mengonsumsi 90 tablet tambah darah (X_3), dan jumlah pusat kesehatan masyarakat (puskesmas) (X_4) sebagai variabel independen.

Data dianalisis menggunakan *software* Rstudio. Langkah-langkah analisis yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Analisis

Alur analisis yang telah ditunjukkan dalam Gambar 1 dapat dijelaskan lebih rinci melalui langkah-langkah sistemastis berikut:

1. Melakukan pengumpulan data yang diperlukan, yaitu angka kematian balita di Provinsi Sumatera Utara, persentase bayi dengan berat badan lahir rendah, persentase inisiasi menyusui dini, persentase ibu hamil mengonsumsi 90 tablet tambah darah, dan jumlah puskesmas.
2. Melakukan estimasi parameter regresi dengan menggunakan pendekatan metode kuadrat terkecil (MKT).
3. Melakukan pengujian asumsi klasik dari model MKT yang telah didapatkan, berupa uji normalitas, uji homoskedastisitas, uji non autokorelasi, dan identifikasi multikolinearitas.

4. Melakukan deteksi terhadap data pencilan dengan metode DFFITS.
5. Melakukan estimasi parameter regresi *robust* dengan menggunakan estimasi MM dengan langkah-langkah sebagai berikut [11].
   a. Mengestimasi parameter dengan menggunakan estimasi S.
      1. Menghitung nilai sesatan dari model MKT.

$$e_i = y_i - \hat{y}_i \tag{1}$$

      2. Menghitung nilai $\hat{\sigma}_S$.

$$\hat{\sigma}_S = \begin{cases} \frac{median\left|e_i - median\left(e_i\right)\right|}{0{,}6745} & \text{, iterasi = 1} \\ \sqrt{\frac{1}{nK}\sum_{i=1}^{n}} & \text{, iterasi > 1} \end{cases} \tag{2}$$

      dengan n adalah banyaknya observasi dan K = 0,199.
      3. Menghitung nilai u_{iS}.

$$u_{iS} = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_S} \tag{3}$$

      4. Menghitung nilai pembobot w_{iS} dengan fungsi pembobot Tukey Bisquare.

$$w_{iS} = \begin{cases} \left\{1 - \left(\left(\frac{u_{iS}}{c}\right)^2\right)^2\right. & , \left|u_{iS}\right| \le c_S \quad \text{, iterasi = 1} \\ 0 & , \left|u_{iS}\right| \le c_S \\ \frac{\rho(u_{iS})}{u_{iS}^2} & \text{, iterasi > 1} \end{cases} \tag{4}$$

      dengan c_S = 1,547 dan fungsi $\rho\left(u_i\right)$ adalah fungsi objektif pembobot Tukey Bisquare yang dirumuskan sebagai berikut.

$$\rho\left(u_{iS}\right) = \begin{cases} \frac{u_{iS}^2}{2} - \frac{u_{iS}^4}{2c_S^2} + \frac{u_{iS}^6}{6c_S^4} & \frac{c_S^2}{6} \text{ , } \left|u_{iS}\right| \le c_S \\ & \text{, } \left|u_{iS}\right| > c_S \end{cases} \tag{5}$$

      5. Menghitung $\hat{\beta}_S$ menggunakan metode IRLS dengan menerapkan pembobot w_{iS} sehingga dihasilkan nilai sesatan yang baru.
      6. Nilai sesatan yang diperoleh pada langkah (5) digunakan sebagai sesatan awal untuk perhitungan pada langkah (1), sehingga menghasilkan nilai u_{iS} dan w_{iS} yang baru. Proses iterasi dilanjutkan hingga $\hat{\beta}_S$ mencapai konvergen.
   b. Mengestimasi parameter menggunakan estimasi M untuk memperoleh hasil estimasi MM.
      1. Menghitung nilai sesatan dari estimasi S yang telah konvergen.

$$e_{iS} = y_i - \hat{y}_{iS} \tag{6}$$

      2. Menghitung nilai $\hat{\sigma}_{MM}$.

$$\hat{\sigma}_{MM} = \frac{MAD}{0{,}6745} = \frac{median\left|e_{iS} - median(e_{iS})\right|}{0{,}6745} \quad (7)$$

3. Menghitung nilai u_i.

$$u_{iMM} = \frac{e_{iS}}{\hat{\sigma}_{MM}} \quad (8)$$

4. Menghitung nilai pembobot w_{iMM} dengan fungsi pembobot Tukey Bisquare.

$$w_{iMM} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{(u_{iMM})}{c}\right)^2\right]^2, & \left|u_{iMM}\right| \le c_{MM} \\ 0, & \left|u_{iMM}\right| > c_{MM} \end{cases} \quad (9)$$

dengan c_{MM} = 4,685.

5. Menghitung $\hat{\beta}_{MM}$ menggunakan metode IRLS dengan menerapkan pembobot w_{iMM} sehingga dihasilkan nilai sesatan yang baru.
6. Nilai sesatan yang diperoleh pada langkah (5) digunakan sebagai sesatan awal untuk perhitungan pada langkah (1), sehingga menghasilkan nilai u_{iMM} dan w_{iMM} yang baru. Proses iterasi dilanjutkan hingga $\hat{\beta}_{MM}$ mencapai konvergen.

6. Menghitung nilai *adjusted* R^2 dari model regresi *robust* estimasi MM.
7. Membuat kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Model MKT

Metode kuadrat terkecil (MKT) adalah salah satu pendekatan yang paling sering diterapkan dalam analisis regresi untuk mengestimasi parameter yang memiliki prinsip meminimalkan jumlah kuadrat sesatan. Pemodelan data angka kematian balita di Provinsi Sumatera Utara tahun 2023 menggunakan MKT adalah

$$\hat{Y} = 10{,}23339 + 0{,}35423X_1 - 0{,}03143X_2 - 0{,}03764X_3 - 0{,}09562X_4 \quad (10)$$

dengan interpretasi, yaitu kenaikan satu persen bayi dengan berat badan lahir rendah akan menaikkan angka kematian balita sebesar 0,35423 per 1.000 kelahiran hidup, setiap kenaikan satu persen inisiasi menyusui dini akan menurunkan angka kematian balita sebesar 0,03143 per 1.000 kelahiran hidup, setiap kenaikan satu persen ibu hamil mengonsumsi 90 tablet tambah darah akan menurunkan angka kematian balita sebesar 0,03764 per 1.000 kelahiran hidup, setiap kenaikan satu puskesmas akan menurunkan angka kematian balita sebesar 0,09562 per 1.000 kelahiran hidup. Nilai *adjusted* R^2 dari model MKT sebesar 70,45% yang berarti variabel independen yang digunakan yaitu persentase bayi dengan berat badan lahir rendah, persentase inisiasi menyusui dini, persentase ibu hamil mengonsumsi 90 tablet tambah darah, dan jumlah puskesmas dapat menjelaskan variabel dependen yaitu angka kematian balita sebesar 70,45%. Sisanya sebesar 29,55% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak tercakup dalam model.

Uji Asumsi Klasik

Model regresi yang diperoleh melalui pendekatan MKT perlu diuji untuk memastikan bahwa model yang didapatkan memenuhi asumsi-asumsi yang dibutuhkan. Pengujian asumsi klasik yang dilakukan mencakup uji normalitas, uji homoskedastisitas, uji non autokorelasi, dan identifikasi multikolinearitas. Uji normalitas bertujuan untuk memeriksa distribusi sesatan pada data mengikuti distribusi normal atau tidak. Pada pengujian ini digunakan uji Shapiro-Wilk. Hasil analisis menunjukkan nilai W = 0,92567 < $W_{0,05(33)}$ = 0,931 dan *p-value* = 0,02638 < 0,05. Jadi, dapat ditarik kesimpulan sesatan tidak berdistribusi normal.

Uji homoskedastisitas digunakan untuk mendeteksi apakah terdapat ketidaksamaan varian sesatan dari suatu observasi ke observasi lain. Pengujian dilakukan menggunakan uji Breusch-Pagan. Berdasarkan analisis, didapatkan nilai $\phi_{hitung} = 5{,}2313 < X^2_{(0{,}05;\ 4)} = 9{,}488$ dan *p-value* = 0,2644 > 0,05. Hal ini menunjukkan variansi sesatan homogen.

Uji non autokorelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antar sesatan pada masing-masing pengamatan. Pengujian yang digunakan adalah uji Durbin-Watson. Menurut hasil analisis, didapatkan nilai d = 2,2474 dan *p-value* = 0,713. Jika diketahui n = 33 dan k = 4, maka berdasarkan tabel Durbin-Watson akan didapatkan nilai $d_L = 1{,}1927$ dan $d_U = 1{,}7298$. Karena nilai d = 2,2474 memenuhi kriteria $d_U = 1,7298 < d = 2,2474 < 4 - d_U = 2,2702$ dan *p–value* = 0,713 > α = 0,05 berarti tidak terdapat autokorelasi antar sesatan.

Identifikasi terhadap multikolinearitas digunakan untuk mendeteksi adanya korelasi antar variabel independen dalam model regresi. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu dengan menghitung nilai *Variance Inflation Factors* (VIF). Apabila nilai VIF melebihi 10, maka mengindikasikan adanya masalah multikolinearitas.

Tabel 1. Nilai VIF

Variabel Independen	VIF
X1	1,09582
X2	1,06453
X3	1,02706
X4	1,09033

Berdasarkan Tabel 1, nilai VIF dari keempat variabel, yaitu X_1, X_2, X_3, dan X_4 kurang dari 10 yang menunjukkan tidak terjadi gejala multikolinearitas antara variabel-variabel independen.

Deteksi Pencilan

Setelah uji asumsi klasik dilakukan, langkah berikutnya adalah mendeteksi pencilan. Salah satu cara untuk mendeteksi ada atau tidaknya pencilan dilakukan dengan menghitung nilai *Difference in Fitted Value* (DFFITS). Data dianggap sebagai pencilan apabila memenuhi nilai $|DFFITS| > 2\sqrt{\frac{k+1}{n}} = 2\sqrt{\frac{5}{33}} = 0,7784$ dengan k adalah banyaknya variabel independen dan n adalah banyaknya observasi. Hasil deteksi pencilan menggunakan nilai DFFITS disajikan pada Tabel 2, yang berisi data observasi yang teridentifikasi sebagai pencilan.

Tabel 2. Data Pencilan

Observasi	*DFFITS*	|*DFFITS*|
8	-0,87057	0,87057
13	0,83650	0,83650
21	0,84390	0,84390
26	0,85654	0,85654
29	0,78232	0,78232
33	1,75153	1,75153

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan bahwa observasi ke-8, ke-13, ke-21, ke-26, ke-29, dan ke-33 memiliki nilai $|DFFITS| > 0{,}7784$ yang berarti data tersebut termasuk dalam pencilan.

Regresi *Robust* Estimasi MM

Prosedur regresi *robust* dengan estimasi MM diawali dengan model estimasi S yang telah mencapai konvergen kemudian menetapkan koefisien regresi menggunakan estimasi M. Berdasarkan algoritma estimasi S, proses iterasi dilakukan mulai dari iterasi pertama hingga mencapai konvergen. Hasil proses iterasi estimasi S disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien pada Estimasi S

Iterasi	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$
1	10,38270	0,35240	-0,03258	-0,03828	-0,12205
2	10,52620	0,35494	-0,03416	-0,03824	-0,13199
3	10,60622	0,35797	-0,03506	-0,03824	-0,13609
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	10,66488	0,39709	-0,03469	-0,03999	-0,14128
51	10,66489	0,39709	-0,03469	-0,03999	-0,14128
52	10,66489	0,39709	-0,03469	-0,03999	-0,14128

Berdasarkan Tabel 3, estimasi S konvergen pada iterasi ke-52 sehingga didapatkan model regresi *robust* estimasi S yaitu

$$\hat{Y}_S = 10,\ 66489 + 0,39709X_1 - 0,03469X_2 - 0,03999X_3 - 0,14128X_4 \quad (11)$$

Langkah selanjutnya menggunakan sesatan dari estimasi S yang sudah konvergen untuk menjalankan algoritma estimasi M. Proses iterasi diulang hingga menghasilkan estimasi parameter $\hat{\beta}_{MM}$ yang mencapai konvergen. Hasil estimasi MM melalui proses iterasi disajikan secara lengkap pada Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien pada Estimasi MM

Iterasi	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$
1	10,48235	0,37261	-0,03248	-0,03884	-0,12209
2	10,29862	0,36521	-0,03134	-0,03830	-0,11147
3	10,20147	0,36088	-0,03091	-0,03798	-0,10413
4	10,15307	0,35996	-0,03068	-0,03794	-0,10189
5	10,13305	0,35982	-0,03058	-0,03792	-0,10129
6	10,12574	0,35984	-0,03054	-0,03791	-0,10117
7	10,12352	0,35985	-0,03054	-0,03789	-0,10115
8	10,12279	0,35985	-0,03053	-0,03789	-0,10115
9	10,12252	0,35986	-0,03053	-0,03789	-0,10115
10	10,12241	0,35986	-0,03053	-0,03788	-0,10116
11	10,12237	0,35986	-0,03053	-0,03788	-0,10116
12	10,12236	0,35986	-0,03053	-0,03788	-0,10116
13	10,12235	0,35986	-0,03053	-0,03788	-0,10116
14	10,12235	0,35986	-0,03053	-0,03788	-0,10116

Berdasarkan Tabel 4, estimasi MM konvergen pada iterasi ke-14 sehingga didapatkan persamaan model regresi *robust* estimasi MM yaitu

$$\hat{Y}_{MM} = 10,12235 + 0,35986X_1 - 0,03053X_2 - 0,03788X_3 - 0,10116X_4 \quad (12)$$

dengan interpretasi, yaitu kenaikan satu persen bayi dengan berat badan lahir rendah akan menaikkan angka kematian balita sebesar 0,35986 per 1.000 kelahiran hidup, setiap kenaikan satu persen inisiasi menyusui dini akan menurunkan angka kematian balita sebesar 0,03053 per 1.000 kelahiran hidup, setiap kenaikan satu persen ibu hamil mengonsumsi 90 tablet tambah darah akan menurunkan angka kematian balita sebesar 0,03788 per 1.000 kelahiran hidup, setiap

kenaikan satu puskesmas akan menurunkan angka kematian balita sebesar 0,10116 per 1.000 kelahiran hidup. Nilai *adjusted* R^2 dari model estimasi MM sebesar 73,94%.

KESIMPULAN

Model regresi *robust* menggunakan estimasi *Method of Moment* (MM) pada data angka kematian balita di Provinsi Sumatera Utara tahun 2023 ditunjukkan pada Persamaan (12). Koefisien persentase bayi dengan berat badan lahir rendah (X_1) bernilai positif, yang artinya apabila variabel tersebut meningkat maka angka kematian balita akan meningkat, sedangkan koefisien persentase inisiasi menyusui dini (X_2), persentase ibu hamil mengonsumsi 90 tablet tambah darah (X_3), dan jumlah puskesmas (X_4) bernilai negatif yang artinya apabila variabel-variabel tersebut meningkat maka angka kematian balita akan menurun, begitupun sebaliknya. Model estimasi MM menghasilkan nilai *adjusted* R^2 sebesar 73,94% yang artinya variabel independen (X_1, X_2, X_3, dan X_4) dapat menerangkan angka kematian balita sebesar 73,94%, sementara sisanya sebesar 26,06% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak tercakup dalam model.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Pusat Statistik, "Mortalitas di Indonesia hasil Long Form Sensus Penduduk 2020," pp. 1–98, 2023.
[2] Kemenkes RI, *Profil Kesehatan Indonesia 2023*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024.
[3] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, "Profil Kesehatan Jawa Tengah Tahun 2023," 2024.
[4] D. A. Lestari and L. Aridinanti, "Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kematian Ibu dan Kematian Balita di Provinsi Jawa Barat Tahun 2020 dengan Regresi Multivariat," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 11, no. 6, pp. 441–447, 2023.
[5] Husnah, Sakdiah, and H. Andayani, "Dampak Inisiasi Menyusui Dini Terhadap Penurunan Angka Kematian Bayi," *J. Kedokt. Nanggroe Med.*, vol. 7, no. 1, pp. 34–42, 2024.
[6] W. A. A. Suri *et al.*, "Gambaran Faktor Penyebab Ketidakpatuhan Ibu Hamil dalam Mengonsumsi Tablet Tambah Darah di Era Pandemi Covid-19," *J. Farm. Komunitas*, vol. 9, no. 2, pp. 110–116, 2022.
[7] P. S. Camelia, I. M. Nur, and M. Y. Darsyah, "Pemodelan Kematian Balita Malnutrisi Dengan Pendekatan Zero-Inflated Poisson (ZIP) Regression Di Provinsi Jawa Tengah," *J. Stat. Univ. Muhammadiyah Semarang*, vol. 4, no. 2, pp. 62–67, 2016, [Online]. Available: https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/view/2235/2233
[8] D. C. Montgomery, E. A. Peck, and G. G. Vining, *Introduction to Linear Regression Analysis*, Sixth. John Wiley and Sons, Inc, 2021.
[9] G. B. Begashaw and Y. B. Yohannes, "Review of Outlier Detection and Identifying Using Robust Regression Model," *Int. J. Syst. Sci. Appl. Math.*, vol. 5, no. 1, pp. 4–11, 2020.
[10] A. R. Putri, H. Yoza, and F. Yanuar, "Regresi Robust MM-Estimator Untuk Memodelkan Jumlah Kematian Balita Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017," *J. Mat. UNAND*, vol. 10, no. 1, pp. 71–78, 2021.
[11] Y. Susanti, H. Pratiwi, S. S. H, and L. Twenty, "M Estimation, S Estimation, and MM Estimation in Robust Regression," *Int. J. Pure Appl. Math.*, vol. 91, no. 3, pp. 349–360, 2014.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7647

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan *Transfer Learning* pada Arsitektur DenseNet121 dan ResNet50 untuk Deteksi Penyakit Kulit Berbasis Citra dengan *Explainable AI*

Dionisius Indra Raditya, Isnandar Slamet, dan Yuliana Susanti

Universitas Sebelas Maret

e-mail: indradionisius2710@student.uns.ac.id

ABSTRACT

Skin diseases are common health issues in Indonesia, influenced by its tropical climate and low public awareness of hygiene. Manual diagnosis is often subjective and requires medical expertise, making an accurate automated system necessary. Convolutional Neural Network (CNN) is chosen for its strong capability in visual pattern recognition and proven effectiveness in medical image classification. This study aims to develop a skin disease classification system using transfer learning with CNN architectures—DenseNet121 and ResNet50—and to evaluate their performance and interpretability. A total of 2,344 images from 11 skin disease classes were collected from two public datasets, followed by preprocessing and model training with data augmentation. Results show that DenseNet121 outperformed ResNet50 with 95% accuracy and 96% macro F1-score, compared to 91% accuracy and 94% F1-score. Confusion matrix evaluation and Grad-CAM visualization revealed that DenseNet121 more consistently focused on key lesion areas, particularly in visually similar classes. These findings suggest that the model is not only accurate but also interpretable, making it suitable for implementation as a computer-aided diagnosis system for skin diseases.

Keywords: *CNN, Transfer Learning, DenseNet121, ResNet50, Grad-CAM*

ABSTRAK

Penyakit kulit merupakan masalah kesehatan yang umum di Indonesia, dipengaruhi oleh iklim tropis dan rendahnya kesadaran kebersihan. Diagnosis secara manual bersifat subjektif dan membutuhkan keahlian medis, sehingga diperlukan sistem otomatis yang akurat. *Convolutional Neural Network* (CNN) dipilih karena kemampuannya dalam mengenali pola visual dan efektivitasnya dalam klasifikasi citra medis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi penyakit kulit menggunakan *transfer*

learning dengan arsitektur CNN, yaitu DenseNet121 dan ResNet50, serta mengevaluasi performa dan interpretabilitas model. Sebanyak 2.344 citra dari 11 kelas penyakit kulit diambil dari dua dataset publik, kemudian diproses melalui augmentasi dan pelatihan model. Hasil menunjukkan bahwa DenseNet121 unggul dengan akurasi 95% dan *macro* F1-score 96%, sedangkan ResNet50 memperoleh akurasi 91% dan F1-score 94%. Evaluasi *confusion matrix* dan visualisasi Grad-CAM menunjukkan bahwa DenseNet121 lebih konsisten dalam mengenali area lesi utama, terutama pada kelas dengan kemiripan visual tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa model tidak hanya akurat, tetapi juga interpretatif, sehingga layak digunakan sebagai sistem pendukung diagnosis penyakit kulit berbasis citra.

Kata kunci: CNN, Transfer Learning, DenseNet121, ResNet50, Grad-CAM

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki kelembapan tinggi dan kondisi sosial ekonomi yang beragam, yang turut berkontribusi pada tingginya angka kasus penyakit kulit. Faktor lingkungan seperti lahan basah dan suhu lembap menjadi pemicu utama, ditambah rendahnya kesadaran akan kebersihan diri dan praktik [1]. Menurut WHO, penyakit kulit infeksi menyumbang sekitar 300 juta kasus per tahun di seluruh dunia. Di Indonesia, prevalensinya berkisar antara 4,60% hingga 12,95%, menjadikan penyakit kulit sebagai salah satu penyakit terbanyak di layanan kesehatan nasional [2].

Proses diagnosis penyakit kulit umumnya bersifat visual dan sangat bergantung pada keahlian tenaga medis. Metode ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga rentan terhadap subjektivitas dan kesalahan, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya. Oleh karena itu, penerapan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *computer visio*n dengan pendekatan *deep learning*, menjadi solusi potensial. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN), yang terbukti efektif dalam klasifikasi citra medis [3] dan telah banyak diterapkan pada deteksi penyakit kulit berbasis gambar klinis secara otomatis [4].

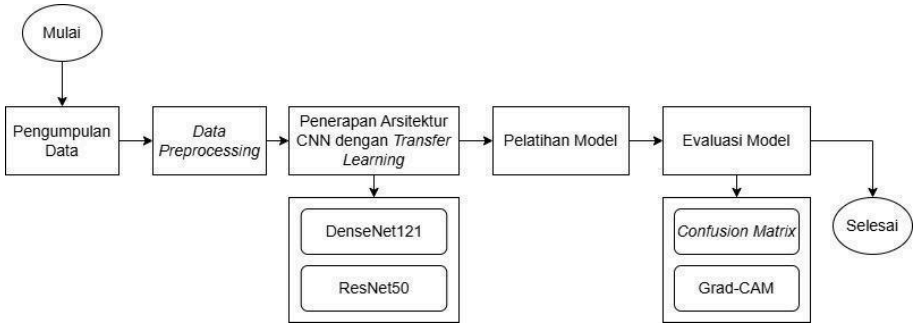
Keberhasilan CNN sangat bergantung pada ketersediaan data pelatihan yang besar. Untuk mengatasi keterbatasan ini, pendekatan *transfer learning* digunakan, di mana model pra-terlatih seperti ImageNet dapat dimanfaatkan kembali pada dataset khusus dengan jumlah data terbatas. Lebih lanjut, untuk meningkatkan transparansi sistem, *Explainable AI* (XAI) seperti Grad-CAM digunakan untuk memberikan interpretasi visual terhadap hasil prediksi, yang dapat membantu tenaga medis memahami alasan di balik keputusan model.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan CNN dalam mendeteksi penyakit kulit, seperti studi oleh Nurkhasanah dan Murinto [5] yang menggunakan arsitektur VGG16 untuk klasifikasi penyakit kulit wajah. Penelitian lainnya oleh Mohan et al. [6] menggabungkan CNN dan *Vision Transformer* dengan pendekatan XAI. Meskipun demikian, penerapan metode interpretatif seperti Grad-CAM (*Gradient-weighted Class Activation Mapping*) dalam konteks penyakit kulit di Indonesia masih belum banyak dijelajahi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi penyakit kulit berbasis CNN dengan dukungan transfer learning dan Grad-CAM sebagai metode interpretasi visual. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi arsitektur CNN modern dengan Grad-CAM untuk menginterpretasikan klasifikasi citra penyakit kulit. Diharapkan hasil penelitian ini dapat berkontribusi dalam meningkatkan akurasi diagnosis serta mendukung transparansi dan kepercayaan dalam pengambilan keputusan medis.

METODE

Metode dalam penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur tahapan yang dilakukan dalam proses klasifikasi penyakit kulit menggunakan model CNN berbasis *transfer learning* dan XAI. Gambar 1 menunjukkan *flowchart* tahapan metode yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

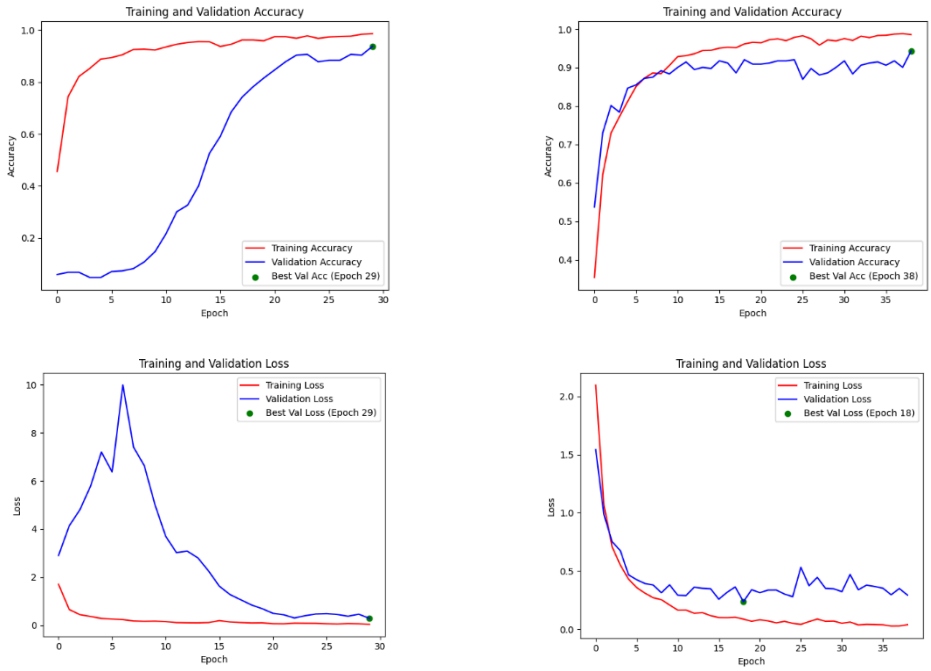
Penjelasan mengenai tahapan penelitian pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data
   Data diperoleh dari dua dataset publik di Kaggle. Total data yang diperoleh sebanyak 2.344 gambar yang mencakup 11 kategori penyakit kulit, antara lain *Athlete's Foot, Basal Cell Carcinoma*, *Cellulitis*, *Chickenpox*, *Impetigo*, *Keratosis*, *Melanoma*, *Nail Fungus*, *Melanocytic Nevi* (NV), *Ringworm*, dan *Herpes Zoster*. Pendekatan penggunaan dataset publik semacam ini juga telah diterapkan dalam penelitian oleh Febriyanti [7] dan Pangestu [8].
2. *Data Preprocessing*
   Seluruh gambar diubah ukurannya menjadi 224x224 piksel, distandarkan skala warnanya dalam rentang [0, 1], serta dilakukan encoding label ke bentuk numerik. Selain itu, data dibagi menjadi tiga subset, yaitu data latih sebesar 70%, validasi sebesar 15%, dan data uji sebesar 15%. Untuk meningkatkan performa model, diterapkan augmentasi data pada data latih, seperti rotasi, *flipping*, dan *zooming*.
3. Penerapan Model *Transfer Learning*
   Penelitian ini menggunakan dua arsitektur model *pre-trained* CNN, yaitu ResNet50 dan DenseNet121. Kedua model dimodifikasi pada bagian FCL (*Fully Connected Layer*) agar dapat disesuaikan dengan tugas klasifikasi 11 kelas penyakit kulit. FCL terdiri dari *Global Average Pooling*, *Dense Layer* dengan aktivasi ReLU, *Batch Normalization*, *Dropout*, dan *Output Layer Softmax*.
4. Pelatihan Model
   Model dilatih menggunakan fungsi loss *Sparse Categorical Crossentropy* dan optimizer Adam dengan learning rate sebesar 0.001, batch size 32 selama 100 epoch. Untuk mencegah *overfitting*, diterapkan *callback* berupa *EarlyStopping* untuk menghentikan pelatihan lebih awal jika akurasi validasi telah mencapai 94% dan *ModelCheckpoint* untuk menyimpan bobot terbaik selama pelatihan.
5. Evaluasi dan Validasi Model
   Evaluasi model dilakukan menggunakan data uji dengan metrik evaluasi berupa akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Visualisasi grafik akurasi dan loss digunakan untuk memantau proses pelatihan, dan confusion matrix digunakan untuk menilai performa per kelas. Evaluasi semacam ini telah digunakan secara luas dalam penelitian klasifikasi berbasis CNN seperti oleh Nurkhasanah dan Murinto [5] dan Siregar et al. [9].
6. Visualisasi Interpretasi Model dengan Grad-CAM
   Untuk meningkatkan interpretabilitas hasil klasifikasi, digunakan metode Grad-CAM. Grad-CAM menghitung gradien dari output model terhadap peta aktivasi pada lapisan konvolusi akhir, menghasilkan *heatmap* yang menunjukkan bagian citra yang paling memengaruhi prediksi. Interpretasi model menggunakan Grad-CAM telah terbukti

relevan untuk aplikasi medis seperti yang dibahas dalam Khare et al. [10] dan Mohan et al. [6]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedua arsitektur model CNN dilatih dengan *hyperparameter* yang sama selama 100 *epochs*. Hasil *training* dari kedua model dapat dilihat pada Gambar 2.



(a) (b)

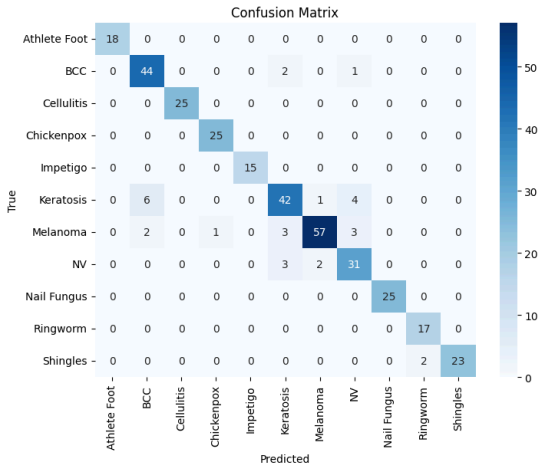
Gambar 2. a) Hasil *Training* Model ResNet50, b) Hasil *Training* Model DenseNet121

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa ResNet50 mengalami *overfitting*, terlihat dari adanya celah yang cukup besar antara akurasi pelatihan dan validasi, serta *validation loss* yang tidak stabil. Model ini mencapai performa terbaik pada *epoch* ke-29. Sebaliknya, DenseNet121 menunjukkan pelatihan yang lebih stabil, dengan akurasi validasi yang mendekati akurasi pelatihan dan *validation loss* yang cenderung menurun. Titik optimal tercapai pada *epoch* ke-38 untuk akurasi, dan ke-18 untuk *loss*. Secara keseluruhan, DenseNet121 menunjukkan kemampuan generalisasi yang lebih baik dibandingkan ResNet50. Berikut pada tabel 1 merupakan hasil *training* dari kedua model berdasarkan akurasi dan *macro F1-score*.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pelatihan Model Transfer Learning

Model	**Akurasi**	***Macro F1-score***
DenseNet121	95%	96%
ResNet50	91%	94%

Evaluasi dilakukan berdasarkan metrik *precision*, *recall* dan *F1-score*. Perhitungan metrik tersebut didasarkan pada *confusion matrix* yang dihasilkan dari pengujian model, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.



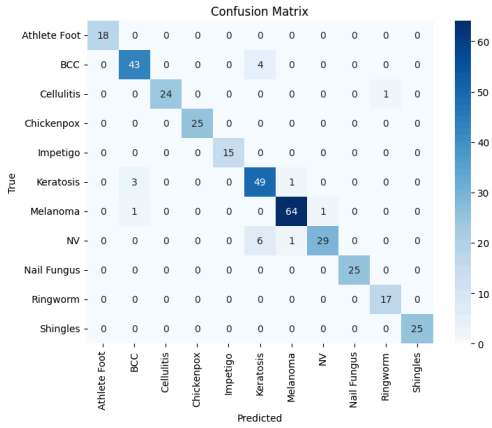
Gambar 3. Confusion Matrix Model ResNet50

Berdasarkan *confusion matrix*, model ResNet50 mampu mengklasifikasikan sebagian besar citra secara akurat. Seluruh citra kelas *Athlete's Foot*, *Cellulitis*, dan *Chickenpox* berhasil dikenali dengan benar. Model juga menunjukkan performa tinggi pada kelas *Melanoma*, dengan 57 dari 66 citra terklasifikasi tepat. Namun, kesalahan klasifikasi masih terjadi, terutama pada kelas dengan karakteristik visual yang mirip. Misalnya, enam citra *Keratosis* diklasifikasikan sebagai BCC, serta empat lainnya keliru sebagai *Melanoma* dan NV. Tiga citra NV salah diklasifikasikan sebagai *Melanoma* dan dua lainnya sebagai *Keratosis*. Meskipun akurasi *Melanoma* cukup tinggi, masih ada kesalahan ke kelas BCC, *Cellulitis*, dan *Keratosis*. Kesalahan ini umumnya terjadi antar kelas dengan tampilan lesi kulit yang serupa. Nilai metrik akurasi, *precision*, dan *F1-score* model ResNet50 ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Metrik *Precision*, *Recall* dan *F1-score* Model ResNet50

Label	***Precision***	***Recall***	***F1-score***
Athlete Foot	1,00	1,00	1,00
BCC	0,85	0,94	0,89
Cellulitis	1,00	1,00	1,00
Chickenpox	0,96	1,00	0,98
Impetigo	1,00	1,00	1,00
Keratosis	0,84	0,79	0,82
Melanoma	0,95	0,86	0,90
NV	0,79	0,86	0,83
Nail Fungus	1,00	1,00	1,00
Ringworm	0,89	1,00	0,94
Shingles	1,00	0,92	0,96

Pengujian menggunakan model DenseNet121 menghasilkan *confusion matrix* yang diperoleh diberikan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Confusion Matrix Model DenseNet121

Confusion matrix menunjukkan bahwa model DenseNet121 mampu mengklasifikasikan sebagian besar citra dengan baik. Seluruh citra kelas *Athlete's Foot*, *Chickenpox*, *Cellulitis*, *Impetigo*, *Nail Fungus*, *Ringworm*, dan *Shingles* berhasil diklasifikasikan dengan akurasi tinggi tanpa kesalahan signifikan. Namun, masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi, terutama antara kelas-kelas yang memiliki kemiripan visual. Beberapa citra BCC diklasifikasikan sebagai *Keratosis*, dan sebaliknya, serta satu citra *Keratosis* diprediksi sebagai *Melanoma*. Pada kelas NV, beberapa citra salah diklasifikasikan sebagai *Keratosis* dan satu sebagai *Melanoma*. Kesalahan juga terjadi pada kelas *Melanoma*, dengan satu citra diklasifikasikan sebagai BCC dan satu lainnya sebagai NV. Nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* disajikan pada Tabel 3.

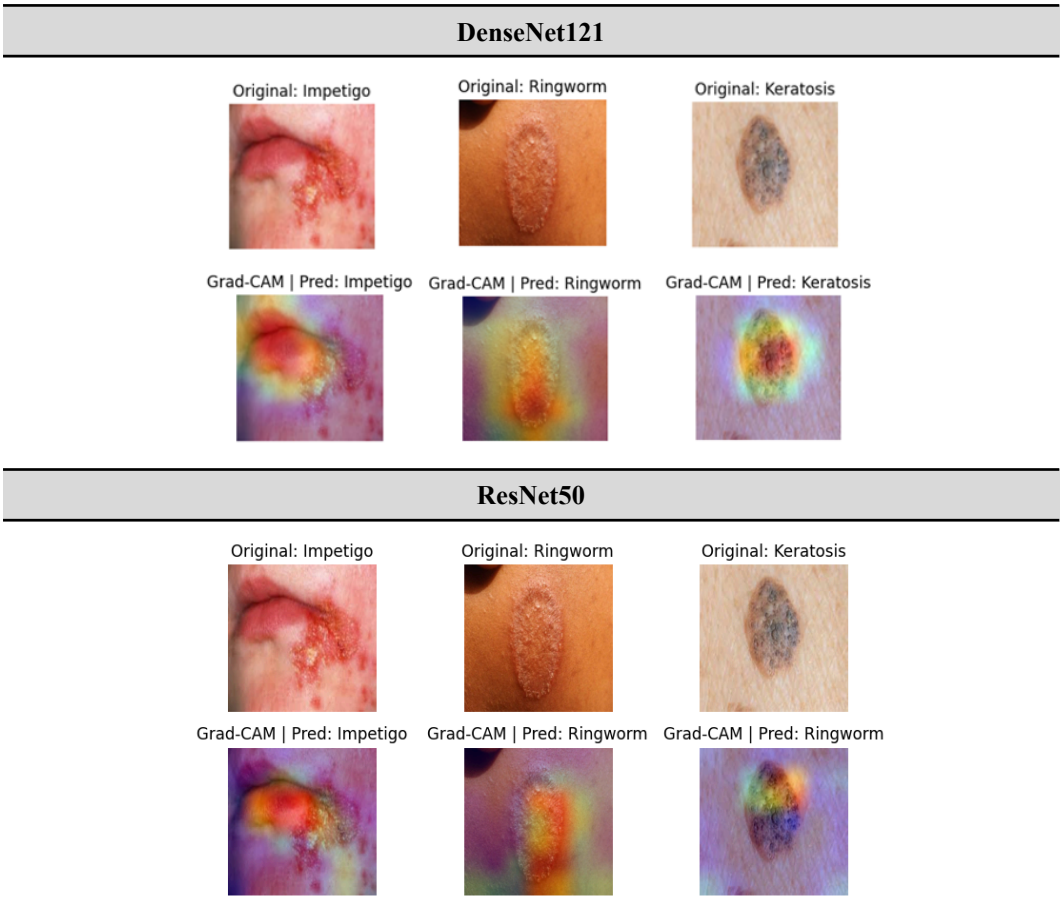
Tabel 3. Metrik *Precision*, *Recall* dan *F1-score* Model DenseNet121

Label	***Precision***	***Recall***	***F1-score***
Athlete Foot	1,00	1,00	1,00
BCC	0,91	0,91	0,91
Cellulitis	1,00	0,96	0,98
Chickenpox	1,00	1,00	1,00
Impetigo	1,00	1,00	1,00
Keratosis	0,83	0,92	0,88
Melanoma	0,97	0,97	0,97
NV	0,97	0,81	0,88
Nail Fungus	1,00	1,00	1,00
Ringworm	0,94	1,00	0,97
Shingles	1,00	1,00	1,00

Evaluasi menggunakan metrik *precision* dan *F1-score* menunjukkan bahwa kedua model, ResNet50 dan DenseNet121, memiliki performa klasifikasi yang sangat baik pada sebagian besar kelas penyakit kulit. Keduanya mencatat *precision* sempurna (1.0) pada kelas *Athlete's Foot*, *Chickenpox*, *Impetigo*, *Nail Fungus*, *Ringworm*, dan *Shingles*, menandakan akurasi tinggi dalam mengklasifikasikan citra-citra tersebut. Perbedaan performa muncul pada beberapa kelas lain. ResNet50 lebih unggul pada kelas *Melanoma* dan *Keratosis* dengan jumlah prediksi benar yang lebih tinggi dan kesalahan lebih sedikit, sementara DenseNet121

menunjukkan performa lebih baik pada kelas *Melanocytic Nev*i (NV). Pada metrik *F1-score*, kedua model menunjukkan pola performa yang seimbang. DenseNet121 unggul pada kelas *Cellulitis*, *Chickenpox*, *Impetigo*, *Nail Fungus*, dan *Shingles*, sedangkan ResNet50 menunjukkan keunggulan pada kelas Keratosis dan Melanoma. Secara keseluruhan, kedua model memiliki kelebihan masing-masing tergantung pada kategori penyakit yang diklasifikasikan.

Sebagai pelengkap evaluasi kuantitatif, interpretasi visual dengan Grad-CAM dilakukan untuk memahami area citra yang menjadi fokus utama model saat membuat prediksi. Grad-CAM menghasilkan *heatmap* yang menyoroti bagian paling berkontribusi dalam klasifikasi, sangat relevan dalam konteks medis karena membantu menjelaskan keputusan model. Hasil visualisasi Grad-CAM untuk kedua model dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi Grad-CAM

Visualisasi menunjukkan bahwa DenseNet121 lebih konsisten dan relevan dalam memusatkan perhatian pada area kritis citra, seperti lesi khas pada kasus *Impetigo*, pola melingkar pada *Ringworm*, dan lesi gelap pada *Keratosis*. Sementara itu, ResNet50 juga menunjukkan fokus yang baik, terutama pada *Impetigo* dan *Ringworm*, namun pada beberapa kasus seperti *Keratosis*, atensinya terlihat lebih menyebar sehingga menyebabkan kesalahan klasifikasi. Secara keseluruhan, Grad-CAM memperkuat hasil evaluasi sebelumnya, di mana DenseNet121 tidak hanya unggul dalam metrik kuantitatif, tetapi juga lebih akurat dalam mengidentifikasi area penting pada citra. Interpretasi ini menunjukkan bahwa model benar-benar memahami fitur visual yang relevan, menjadikan Grad-CAM alat penting dalam meningkatkan transparansi dan akuntabilitas sistem deteksi berbasis citra.

KESIMPULAN

Penerapan transfer learning dengan arsitektur CNN efektif dalam klasifikasi citra penyakit kulit. Model DenseNet121 menunjukkan performa terbaik dengan akurasi sebesar 95% dan *macro F1-score* 96%, sedangkan ResNet50 memperoleh akurasi 91% dan *macro F1-score* 94%. DenseNet121 juga lebih konsisten dalam mengklasifikasikan kelas-kelas yang memiliki kemiripan visual tinggi, seperti *Keratosis*, *Melanoma*, dan *Melanocytic Nevi*. Hasil ini diperkuat oleh analisis *confusion matri*x dan evaluasi metrik per kelas. Selain itu, visualisasi Grad-CAM menunjukkan bahwa DenseNet121 memiliki fokus perhatian yang lebih relevan terhadap area lesi utama pada citra, dibandingkan ResNet50 yang fokusnya cenderung lebih menyebar. Dengan demikian, DenseNet121 tidak hanya unggul secara kuantitatif, tetapi juga secara interpretatif, sehingga berpotensi kuat untuk diterapkan sebagai sistem pendukung diagnosis penyakit kulit berbasis citra dalam praktik medis.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Alfadli and S. Khairunisa, “Prevalensi Penyakit Kulit Infeksi dan Non-infeksi di Poliklinik Kulit dan Kelamin RSUD Jagakarsa Periode Februari 2023 - Januari 2024 Prevalence of Infectious and Non-infectious Skin Diseases in the Dermatology and Venereology Outpatient Department at Jagakarsa Regional Hospital between February 2023 - January 2024,” vol. 30, no. 3, pp. 151–156, 2024.

[2] N. S. Rahayu, A. D. Puteri, and L. M. A. Isnaeni, “Hubungan Perilaku Masyarakat Dan Penggunaan Air Sungai Dengan Gangguan Penyakit Kulit Di Desa Kampung Pinang Wilayah Kerja Puskesmas Pantai Raja,” *J. Imliah Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 3, p. 2023, 2023.

[3] I. W. Prastika and E. Zuliarso, “Deteksi Penyakit Kulit Wajah Menggunakan Tensorflow Dengan Metode Convolutional Neural Network,” *J. Manaj. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 84–91, 2021, doi: 10.36595/misi.v4i2.418.

[4] M. R. Efrian and U. Latifa, “Image Recognition Berbasis Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Mendeteksi Penyakit Kulit Pada Manusia,” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 276, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3874.

[5] Nurkhasanah and Murinto, “Klasifikasi Penyakit Kulit Wajah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Classification of Facial Skin Diseases Using the Method of the Convolutional Neural Network,” *Sainteks*, vol. 18, no. 2, pp. 183–190, 2021, [Online]. Available: https://www.kaggle.com/datasets

[6] J. Mohan, A. Sivasubramanian, V. Sowmya, and R. Vinayakumar, “Enhancing Skin Disease Classification Leveraging Transformer-based Deep Learning Architectures and Explainable AI,” pp. 1–17, 2024, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2407.14757

[7] F. A. Febriyanti, “Image Processing Dengan Metode Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Deteksi Penyakit Kulit Pada Manusia,” *Kohesi J. Sains Dan Teknol.*, vol. 3, no. 10, pp. 21–30, 2024, [Online]. Available: https://ejournal.warunayama.org/kohesi

[8] Handoko Adji Pangestu and Kusrini, “Peningkatan kinerja arsitektur ResNet50 untuk Menangani Masalah Overfitting dalam Klasifikasi Penyakit Kulit,” *Tematik*, vol. 11, no. 1, pp. 65–71, 2024, doi: 10.38204/tematik.v11i1.1876.

[9] M. M. Siregar, R. Hizria, and D. Pardede, “Perbandingan Kinerja Kernel SVM dalam Klasifikasi Kategori Kanker Kulit Menggunakan Transfer Learning,” vol. 4, no. 1, pp. 83–90, 2024.

[10] S. K. Khare, V. Blanes-Vidal, E. S. Nadimi, and U. R. Acharya, “Emotion recognition and artificial intelligence: A systematic review (2014–2023) and research recommendations,” *Inf. Fusion*, vol. 102, no. August 2023, p. 102019, 2024, doi: 10.1016/j.inffus.2023.102019.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7648

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengembangan Sistem Penyaringan Air Otomatis Berbasis Internet of Things

Jason Hartono, Handy Wicaksono

Universitas Kristen Petra
e-mail: handy@petra.ac.id

ABSTRACT

The water filtration system at PDAM Surya Sembada was still operated manually as of 2020, making it prone to inaccuracies due to human error. This research aims to design an automatic water filtration system using ultrasonic sensors, flow sensors, pumps, valves, and filtration stones. There are three stages activated when a high level of impurities is detected: tank draining, mixing, and waste disposal. Our system is capable of monitoring system parameters via the internet and sends notifications to operators in the event of an error. The controllers used are the Siemens S7-1200 PLC and the Schneider M221 PLC. A Raspberry Pi 4 serves as the IoT gateway, with Node-RED as the tool for integrating various IoT system components. Based on testing results, the system operates according to the programmed logic. If any part of the system fails to turn on or water flow is not detected, the system sends an email notification within less than one minute. The system has also successfully stored the timestamp of each error event in a MySQL database.

Keywords: *Automation; dynamic system; embedded system; example; water vehicles.*

ABSTRAK

Sistem penyaringan air di PDAM Surya Sembada masih dilakukan secara manual (tahun 2020), sehingga berpotensi untuk terjadinya inakurasi karena *human error*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyaringan air otomatis memanfaatkan sensor ultrasonik, *flow sensor*, pompa, valve dan batu filtrasi. Ada tiga tahapan yang terjadi jika kotoran banyak: tahap pengosongan bak, tahap pengadukan, dan tahap pembuangan kotoran. Sistem kami dapat memonitor pergerakan parameter sistem via internet dan memberikan notifikasi kepada petugas jika terjadi *error*. Kontroler yang digunakan ialah PLC Siemens S7-1200 dan PLC Schneider M221. Raspberrry Pi 4 digunakan sebagai IoT *gateway* dengan Node-RED

sebagai *tool* untuk integrasi berbagai komponen sistem IoT. Berdasarkan hasil pengujian, sistem telah berjalan sesuai dengan alur program yang dibuat. Jika salah satu bagian dari sistem tidak menyala atau aliran air tidak terdeteksi, maka sistem akan mengirim notifikasi via email dalam waktu kurang dari 1 menit. Penyimpanan waktu dan tanggal terjadinya *error* ke *database* MySQL telah berhasil dilakukan.

Kata kunci: penyaringan air; internet of things; PLC; Node-RED

PENDAHULUAN

Peneliti telah menggunakan sistem filtrasi air sederhana memanfaatkan zeolit, pasir silika, karbon aktif, dan spons. Sistem ini dikembangkan untuk skala rumah tangga saja [1]. Salah satu fungsi PDAM ialah fungsi produksi, dimana PDAM bertugas untuk memproduksi air bersih yang dapa digunakan oleh masyarakat [2]. Berdasarkan wawancara dengan staf PDAM Surya Sembada di tahun 2020, didapatkan beberapa informasi berikut. Sebelum air disalurkan ke tiap-tiap rumah, harus dilakukan proses pembersihan dan penyaringan (filtrasi) supaya air dapat menjadi bersih (sumber air yang digunakan umumnya berasal dari sungai yang keruh). Pembersihan dilakukan dengan menggunakan bahan kimia seperti tawas dan beberapa bahan lainnya untuk mengikat bakteri dan menjernihkan air. Setelah pembersihan dilakukan proses penyaringan. Proses filtrasi yang dilakukan di PDAM (di tahun 2020) masih menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikannya, dengan cara membuka valve, menyalakan sistem *blower* dan mengaktifkan pompa untuk pengurasan secara manual.

Sistem *IoT* berbasis Arduino telah digunakan untuk *monitoring* penjernihan air berdasar derajat keasaman [3]. Peneliti lain mengembangkan sistem penjernih air pada tandon berdasar sensor ultrasonik dan sensor *turbidity* [4]. Aplikasi sistem penyaringan lain ialah pada sumur bor dengan memanfaatkan sensor pH dan *turbidity* [5]. Blynk juga digunakan sebagai platform IoT pada penjernihan air dengan sistem filtrasi berulang yang memanfaatkan sensor – sensor serupa [6]. Peneliti lain memanfaatkan Virtual PLC dan HMI pada sistem filtrasi air [7]. PLC digunakan karena sifatnya yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak ideal.

Pada penelitian ini, kami memanfaatkan NodeRed (sebuah inisiatif *open source*) untuk mengintegrasikan sistem penyaringan air yang dikendalikan oleh beberapa PLC berbeda *brand*. Hal ini senada dengan penelitian kami sebelumnya yang memanfaatkan NodeRed untuk mengintegrasikan sistem dengan beberapa kontroler heterogen [8].

METODE

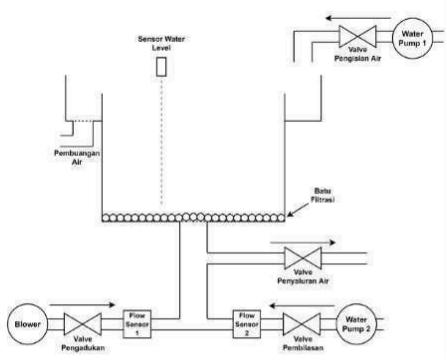
Alur penelitian yang kami lakukan meliputi: menetapkan mekanisme sistem penyaringan air berdasar kondisi sekarang (manual), membuat logika kontrol sistem penyaringan air otomatis, menambahkan fitur – fitur IoT pada sistem (monitor dan kontrol via internet, database, notifikasi melalui email).

Mekanisme sistem penyaringan air

Sistem penyaringan air sebelumnya merupakan sistem manual, dimana aktivasi pompa dan *valve* sebagai aktuator dilakukan oleh operator manusia, berdasar pengamatan mereka tentang kondisi kebersihan air saat ini. Mekanisme manual ini berpotensi menimbulkan inakurasi karena adanya *human error*.

Kami mengusulkan sistem penyaringan air otomatis yang terdiri dari sebuah bak *filter* yang dilengkapi batu filtrasi, dimana ketinggian air dideteksi oleh sebuah *water level sensor*. Selain itu terdapat: bagian pengisian (*water pump 1*, *valve* pengisian air), bagian pembilasan (*water pump 2*, *valve* pembilasan, *flow sensor* 2), bagian pengadukan (*blower*, valve pengadukan, flow sensor 1), bagian penyaluran air (*valve* penyaluran air), dan bagian pembuangan air. Ketinggian bak *filter* sekitar 40 cm. Terdapat dua bak filter identik, yang nantinya akan

dikendalikan oleh dua pengendali yang berbeda juga. *Layout* sistem penyaringan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Layout* sistem penyaringan air

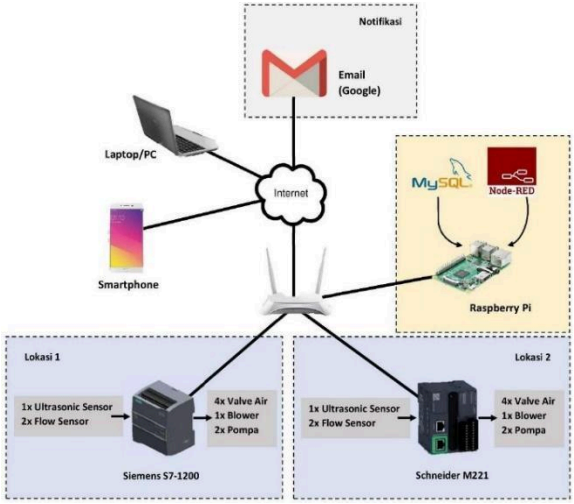
Secara umum sistem penyaringan air yang dikembangkan meliputi dua tahap utama: tahap pengisian dan tahap pembersihan. Pada tahap pengisian, tangki akan diisi dengan mengaktifkan *water pump 1* dan valve pengisian air. Sensor level air akan mendeteksi ketinggian air di bak *filter*. Valve penyaluran air akan terbuka jika bak *filter* sudah hampir penuh, sehingga air bersih akan disalurkan ke bagian lain. Jika valve penyaluran air terbuka namun bak terus dalam kondisi penuh (di atas 25 cm), bahkan meluap ke bagian pembuangan air, berarti ada kotoran yang menyumbat saluran filtrasi.

Jika sistem mendeteksi ada banyak kotoran di bak *filter*, maka akan dilakukan tahapan pembersihan sebagai berikut:

1. Tahap pengosongan bak. Bak filter akan dikosongkan (water pump 1 dan valve pengisian OFF). Valve penyaluran air tetap dibuka. Akan ada sedikit air yang tersisa di bak.
2. Tahap pengadukan. Valve penyaluran OFF, dan *blower* serta *valve* pengadukan ON selama 30 detik. Udara akan ditiup oleh blower, sehingga kotoran yang menempel di batu filtrasi akan tertiup dan naik ke air di bak.
3. Tahap pembuangan kotoran. *Blower* dan *valve* pengadukan OFF, lalu *water pump 2* dan *valve* pembilasan akan ON (selama 30 detik setelah air mencapai 29 cm) untuk mengisi bak yang telah diaduk. Kotoran akan naik ke atas sampai meluap ke bagian pembuangan.

Sistem penyaringan air otomatis berbasis IoT

Sistem penyaringan air otomatis berbasis IoT yang dikembangkan memanfaatkan dua buah PLC berbeda merk (PLC Siemens S7 1200 dan PLC Modicon M221). Masing – masing PLC memiliki logika yang identik untuk melakukan penyaringan air seperti telah dijelaskan di atas. Raspberry Pi 4 digunakan sebagai *database server* (MySQL) dan berfungsi sebagai IoT *gateway* (memanfaatkan Node-Red). Petugas dapat memantau kondisi sistem setiap saat dari internet melalui NodeRed *dashboard*. Saat terjadi kondisi darurat, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui email. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 2.

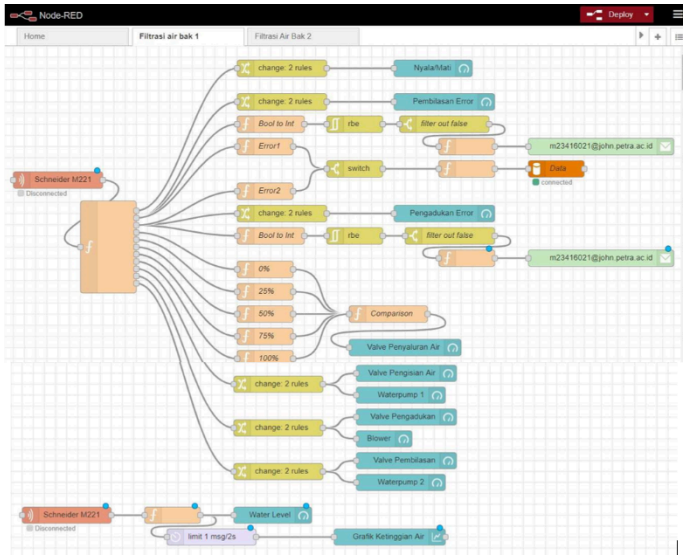


Gambar 2. Blok diagram sistem penyaringan air otomatis berbasis IoT

Sensor flow dan sensor ultrasonik akan dihubungkan ke Arduino. Karena kebutuhan dari sensor *flow* hanyalah diskrit (ada atau tidaknya air yang mengalir), maka output Arduino akan dihubungkan ke modul input diskrit dari PLC. *OpAmp* dengan konfigurasi komparator (memanfaatkan LM 324) akan digunakan untuk merubah tegangan dari TTL ke standar PLC (0 – 24 VDC). Untuk sensor ultrasonic akan dihubungkan ke analog input PLC, karena kebutuhan pengamatan ketinggian air secara analog. Amplifier akan digunakan supaya tegangan berada di kisaran 5 – 10 VDC. Logika penyaringan air diimplementasikan dengan *ladder diagram* via *software* TIA Portal untuk PLC Siemens, dan *software* SoMachine Basic untuk PLC Modicon.

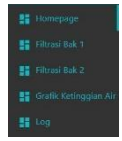
Dari sisi *software* IoT, RaspberryPi 4 akan digunakan sebagai IoT *gateway* dengan memanfaatkan NodeRed. Terkait bak filtrasi pertama, *package* berikut perlu di-install sebagai tambahan di NodeRed: "modbustcp" untuk komunikasi dengan PLC Modicon M221. Pada node "modbustcp" perlu diatur IP *address* PLC yang diakses, alamat Modbus yang dibaca dari PLC. Data yang diambil dari PLC akan ditampilkan di *nodered dashboard*. Selain itu beberapa data juga akan dimasukkan ke *database* memanfaatkan MySQL database. Jika terjadi kondisi darurat, maka *node* terkait *email notification* juga akan digunakan untuk mengirim notifikasi email ke alamat tertentu yang digunakan. Gambar 3 menunjukkan potongan *flow* NodeRed untuk bak filter pertama yang dikendalikan oleh PLC Modicon M221.

Untuk pengendalian bak filtrasi ke dua, *flow* lain dengan fungsi serupa juga dibuat. Disini PLC Siemens S7 1200 akan digunakan sebagai pengendali. Perlu ditambahkan NodeRed *package* "S7" untuk supaya sensor yang terhubung dengan PLC Siemens S7 1200 dapat ditampilkan di *dashboard*, disimpan ke *database*, dan dimanfaatkan untuk pengiriman email notifikasi dalam keadaan abnormal.



Gambar 3. Flow NodeRed untuk bak filter 1

Sebagai tampilan, kami membuat lima buah halaman yang terdiri dari: *homepage* (halaman yang berisi identitas sistem), filtrasi bak 1, filtrasi bak 2, grafik ketinggian air, dan *database log* dari situasi abnormal yang terjadi pada sistem. Setelah halaman – halaman tersebut dibuat di NodeRed, maka pada *user interface* akan muncul pilihan halam sebagai berikut (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Menu dari *user interface*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini beberapa pengujian yang akan dilakukan: pengujian *water level* sensor, pengujian *monitoring system* dengan *dashboard*, pengujian fitur *database* dan notifikasi melalui email.

Pengujian water level sensor

Pengujian water level sensor dilakukan dengan membandingkan ketinggian sebenarnya di bak dengan data *water level sensor* yang diterima oleh pengendali. Dari 10 kali pengujian dengan ketinggian yang dinaikkan perlahan, terdapat rata – rata error sebesar 1.75%. Nilai error ini relatif kecil dan dapat diterima. Tabel 1 menunjukkan data pengujian tersebut. Sensor dan aktuator lain pada sistem bersifat diskrit, dan semuanya berhasil dinyala-matikan sesuai logika PLC.

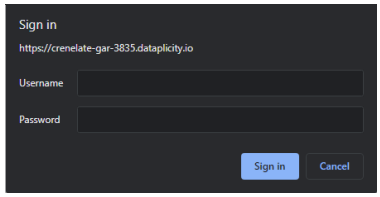
Tabel 1. Pengujian *water level sensor*

No	Ketinggian di Bak (cm)	Data *level sensor* (cm)	Selisih Jarak (%)
1	10,8	11,05	3,24
2	13,5	13,9	2,96
3	15,3	15,41	0,72

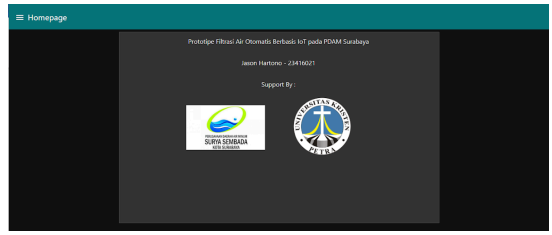
4	18,3	18,86	2,51
5	19,5	19,98	2,46
6	20,8	21,27	2,26
7	22	22,3	1,36
8	23	23,4	1,74
9	23,8	23,85	0,21
10	25,5	25,5	0
Rata-rata error jarak			1,75

Pengujian monitoring sistem

Di halaman awal, kami menggunakan mekanisme *user name* dan password sederhana. Jika berhasil, maka akan masuk ke halaman awal (*homepage*). Tampilan halaman dapat dilihat pada Gambar 5a dan 5b.



(a)



(b)

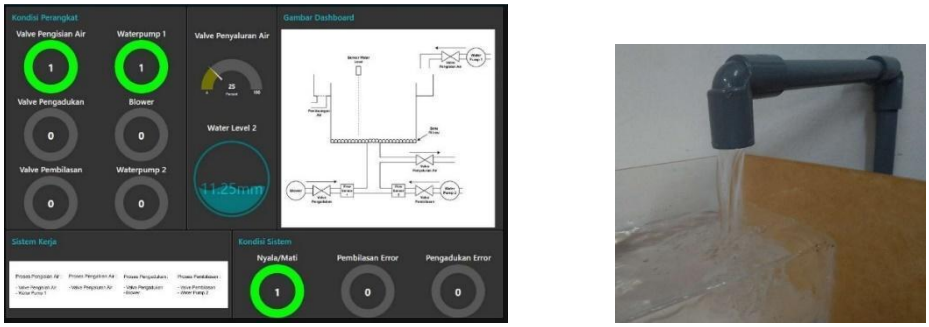
Gambar 5. a) Halaman *security,* b) Halaman *homepage* sistem.

Saat proses penyaringan terjadi, maka *dashboard* akan menampilkan status peralatan: perubahan dua warna dan angka 0/1 (untuk peralatan diskrit), dan akan menampilkan pergerakan jarum atau angka analog (untuk sensor analog). Pada tampilan juga akan ditampilkan apakah: sistem menyala atau mati, terjadi *error* pada tahap pembilasan, terjadi *error* pada tahap pengadukan. Tampilan dashboard dan kondisi bak nyata saat terjadi pengisian (*valve* pengisian air dan *waterpump 1* aktif) ditampilkan pada Gambar 6a dan 6b. Hal serupa terjadi juga pada tahapan – tahapan penyaringan lainnya. Gambar 7a dan 7b menunjukkan tampilan *dashboard* dan kondisi peralatan nyata saat proses pengadukan berjalan (*valve* pengadukan dan *blower* menyala).

Sebuah halaman khusus dibuat untuk menampilkan ketinggian air dalam bentuk grafik atau *trend* yang dikembangkan di NodeRed. Tampilan *trend* penting karena selain menampilkan data terkini, namun juga memberikan data historis, sehingga operator dapat mengamati pergerakan ketinggian air dan dapat mengambil keputusan yang relevan (lihat Gambar 8).

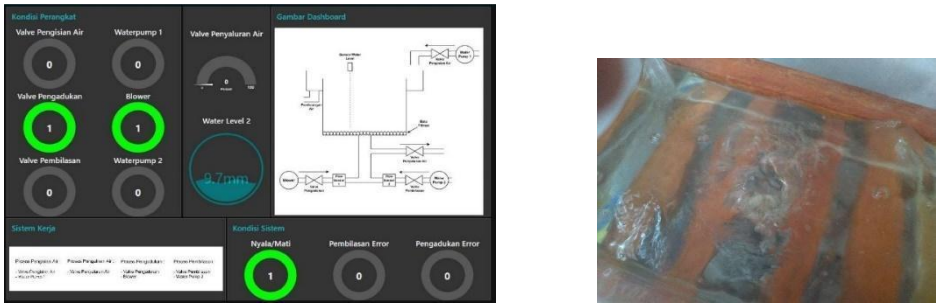
Pengujian database dan notifikasi email

Fitur lain pada sistem ini ialah *logging* data *error* di bagian pembilasan atau pengadukan pada MySQL database. *Error* akan direkam jika pompa atau *blower* mati, padahal seharusnya menyala. *Log* terkait juga ditampilkan di halaman khusus log (lihat Gambar 9).



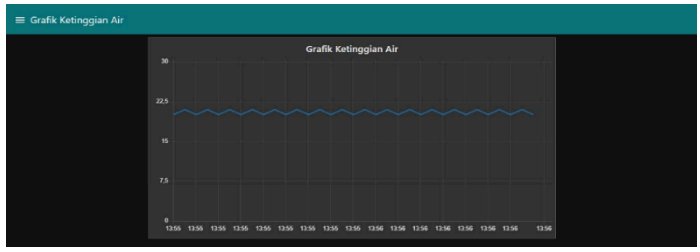
(a) (b)

Gambar 6. a) Tampilan dashboard saat pengisian, b) Kondisi peralatan nyata.

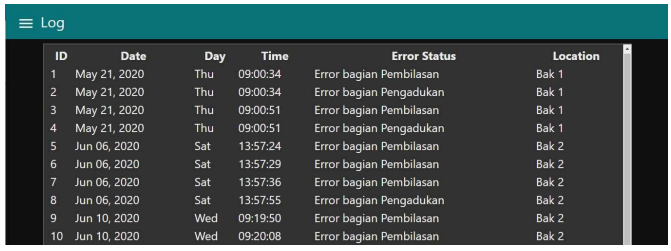


(a) (b)

Gambar 7. a) Tampilan dashboard saat pengadukan berlangsung, b) Kondisi peralatan nyata.



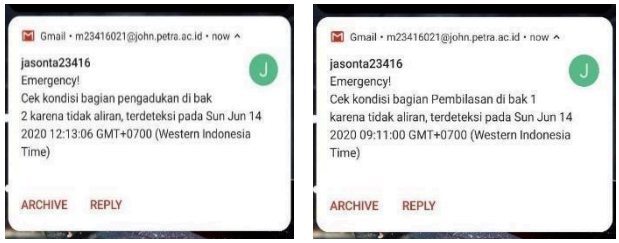
Gambar 8. Halaman grafik ketinggian air



ID	Date	Day	Time	Error Status	Location
1	May 21, 2020	Thu	09:00:34	Error bagian Pembilasan	Bak 1
2	May 21, 2020	Thu	09:00:34	Error bagian Pengadukan	Bak 1
3	May 21, 2020	Thu	09:00:51	Error bagian Pembilasan	Bak 1
4	May 21, 2020	Thu	09:00:51	Error bagian Pengadukan	Bak 1
5	Jun 06, 2020	Sat	13:57:24	Error bagian Pembilasan	Bak 2
6	Jun 06, 2020	Sat	13:57:29	Error bagian Pembilasan	Bak 2
7	Jun 06, 2020	Sat	13:57:36	Error bagian Pembilasan	Bak 2
8	Jun 06, 2020	Sat	13:57:55	Error bagian Pengadukan	Bak 2
9	Jun 10, 2020	Wed	09:19:50	Error bagian Pembilasan	Bak 2
10	Jun 10, 2020	Wed	09:20:08	Error bagian Pembilasan	Bak 2

Gambar 9. Daftar Error pada *dasboard* Node-RED

Selain perekaman pada *database*, kondisi *error* juga akan dikirim sistem sebagai notifikasi melalui email pada pengguna. Jangka waktu yang diperlukan untuk mengirim notifikasi ialah di bawah 1 menit. Contoh tampilan notifikasi email dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Contoh notifikasi *email* jika terjadi *error*

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem penyaringan air berbasis *internet of things*. Sensor level air cukup akurat dengan dengan rata – rata *error* sebesar 1.75 %. Sistem menggunakan dua buah PLC berbeda merk sebagai pengendali, dan NodeRed digunakan sebagai *tool* untuk integrasi berbagai komponen sistem IoT. Fitur – fitur sistem (*monitoring* kondisi sensor dari internet, perekaman *error* ke MySQL database, dan notifikasi email jika terjadi *error*) telah dibuat dan berjalan dengan baik. Notifikasi email memerlukan waktu kurang dari 1 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih untuk PDAM Surya Sembada, khususnya Bapak Riyan Wahyu Yogatama (kepala bagian distribusi dan survey lapangan di PDAM Surya Sembada), yang telah memberikan informasi bermanfaat terkait sistem penyaringan air.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. A. Nainggolan, et al., "Alat pengolahan air baku sederhana dengan sistem filtrasi," *Widyakala Journal: Journal of Pembangunan Jaya University*, vol. 6, pp. 12-20, 2019.
[2] Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi, “Fungsi PDAM Tirta Mayang.” https://tirtamayang.com/tugas-pokok-fungsi/.
[3] M. Orlando, and W. Kasoep, "Sistem monitoring dan penjernihan air berdasarkan derajat keasaman (pH) dan kekeruhan pada bak penampungan air berbasis internet of things," *CHIPSET* , vol. 1, no. 1, pp. 17-22, 2020.
[4] M. A. Delwizar, et al., "Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Kejernihan Air Dengan Sensor Turbidity Pada Tandon Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 106-112, 2021.
[5] Zaenurrohman, et al., "Sistem Penjernih Air Otomatis Dengan Filtrasi Berulang Dan Monitoring Kekeruhan Berbasis IoT," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika* , vol. 8, no.1, pp. 1-11, 2023.
[6] A. Wardani, T. Rismawan, dan Suhardi, "Sistem Kendali Dan Pemantauan Filter Air Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32," *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer*, vol. 16, no. 1, pp. 49-60, 2024.
[7] K. O. Bachri et al., "Perancangan Sistem Filtrasi Air Berbasis Virtual Programmable Logic Controller (PLC) dan Human-Machine Interface (HMI)," *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 10, no .2, pp. 25-35, 2024.
[8] H. Wicaksono, et al., "Towards integration of heterogeneous controllers in an IoT-based automation system," *E3S Web of Conferences*, vol. 188, no. 9, 2020.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI :10.31284/p.snestik.2025.7655

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pemodelan Proses Pengoprasian Sistem *Building Automation System* (BAS) di Bandara SMB II Palembang Menggunakan *Business Process Modelling Notation* (BPMN)

Pandu Satria, Gusmelia Testiana

UIN Raden Fatah Palembang
e-mail: panduaatria@gmail.com

ABSTRACT

In an era of increasingly rapid digitalization, BPMN allows clear and structured visualization of workflows and interactions between components in the BAS system. then it can be seen that the problem formulation in this practical work report is how to Model the BAS System Operation Process at SMB II Palembang Airport Using BPMN. Problem Limitations This research will focus on modeling the HVAC system operation process at the international arrival terminal of SMB II Palembang Airport using BPMN Bizagi software. The aim of this research is to model and analyze the system operation process Building Automation System at SMB II Palembang Airport using Business Process Modelling Notation with the aim of increasing efficiency, identifying work flows and main activities in the BAS System operation process at SMB II Palembang Airport, modeling the BAS operation process flow at SMB II Airport using BPMN to provide clear and structured visualization, identifying bottleneck in the most significant BAS operations processes and propose solutions to optimize workflows. The methods used in this research include direct observation, interviews with BAS technicians and operators, and analysis of operational documents. The results of this research are a BPMN model which describes in detail the BAS operating process, starting from system initialization to monitoring and handling disturbances. It is hoped that this model can become a reference in personnel training, increasing operational efficiency, as well as a basis for developing advanced automation systems in the future.

Keywords: Building Automation System; Business Process Modeling Notation

ABSTRAK

Dalam era digitalisasi yang semakin pesat, BPMN memungkinkan visualisasi yang jelas dan terstruktur mengenai alur kerja dan interaksi antar komponen dalam sistem BAS. maka dapat diketahui rumusan masalah dalam laporan kerja praktik ini yaitu bagaimana Pemodelan Proses Pengoprasian Sistem BAS di Bandara SMB II Palembang Menggunakan BPMN. Batasan Masalah Penelitian ini akan fokus pada pemodelan proses operasi sistem HVAC di terminal kedatangan internasional Bandara SMB II Palembang menggunakan perangkat lunak BPMN Bizagi. Tujuan Penelitian ini adalah untuk memodelkan dan menganalisis proses pengoperasian Sistem *Building Automation System* di Bandara SMB II Palembang menggunakan *Business Process Modelling Notation* dengan tujuan meningkatkan efisiensi, mengidentifikasi alur kerja dan aktivitas utama dalam proses pengoperasian Sistem BAS di Bandara SMB II Palembang, memodelkan alur proses pengoperasian BAS di Bandara SMB II menggunakan BPMN untuk memberikan visualisasi yang jelas dan terstruktur, mengidentifikasi *bottleneck* dalam proses operasi BAS yang paling signifikan dan mengusulkan solusi untuk mengoptimalkan alur kerja. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi langsung, wawancara dengan teknisi dan operator BAS, serta analisis dokumen operasional. Hasil dari penelitian ini berupa model BPMN yang menggambarkan secara rinci proses pengoperasian BAS, mulai dari inisialisasi sistem hingga pemantauan dan penanganan gangguan. Model ini ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pelatihan personel, peningkatan efisiensi operasional, serta dasar pengembangan sistem otomatisasi lanjutan di masa depan.

Kata kunci: *Building Automation System*; *Business Process Modelling Notation*

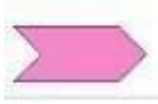
PENDAHULUAN

Dalam era digitalisasi yang semakin pesat, bangunan modern, termasuk bandara, dituntut untuk beroperasi secara efisien, nyaman, dan berkelanjutan [1]. Salah satu upaya untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan mengimplementasikan Sistem Otomatisasi Bangunan (BAS). Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang, sebagai salah satu hub transportasi udara di Sumatera Selatan, telah mengambil langkah strategis dengan mengadopsi teknologi BAS [2]. BAS merupakan sistem terintegrasi yang mengendalikan dan mengelola berbagai sistem di dalam sebuah bangunan, seperti sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning), pencahayaan, keamanan, dan energi. Dengan memanfaatkan sensor, aktuator, dan perangkat lunak yang saling terhubung, BAS mampu mengoptimalkan kinerja bangunan, mengurangi konsumsi energi, dan meningkatkan kenyamanan pengguna [3]. Meskipun BAS telah diterapkan di Bandara SMB II, pemahaman yang mendalam mengenai alur kerja dan interaksi antar komponen dalam sistem ini masih perlu ditingkatkan. Kompleksitas sistem yang terdiri dari berbagai subsistem dan komponen yang saling berinteraksi seringkali menyulitkan dalam mengidentifikasi potensi perbaikan dan optimasi.

Pemodelan proses bisnis menggunakan *Business Process Modelling Notation* (BPMN) menawarkan solusi yang efektif untuk mengatasi tantangan tersebut [4]. BPMN memungkinkan visualisasi yang jelas dan terstruktur mengenai alur kerja dan interaksi antar komponen dalam sistem BAS. Dengan menggunakan notasi standar BPMN, proses bisnis dapat didokumentasikan, dianalisis, dan disimulasikan.

Peta proses *Business Process Modeling Notation* (BPMN) merupakan representasi visual yang menggunakan simbol-simbol untuk menjelaskan, mendokumentasikan, dan memodelkan proses bisnis nyata secara terstruktur dan jelas [5].

Tabel 1. Peta Proses BPMN

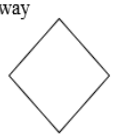
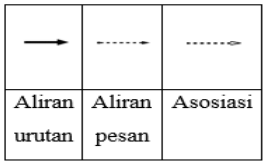
Simbol	Keterangan
Proses 	Proses dalam *Business Process Modeling Notation* (BPMN) ialah sautu gambaran (aktivitas) dalam suatu proses bisnis yang mendukung pemodelan serta analisis proses yang ada
Menerima 	Menerima *Business Process Modeling Notation* (BPMN) ialah cara untuk memberitahu bahwa proses akan menerima informasi (pesan) pada elemen proses lainnya
Kirim 	Kirim dalam *Business Process Modeling Notation* (BPMN) ialah cara untuk menggambarkan suatu pengiriman pesan ditunjuk dengan simbol ini
Tuntutan Acara	Tuntunan acara dalam *Business Process Modeling* Notation (BPMN) ialah sebuah penghubung pada semua elemen dan dapat dipakai untuk pemicu suatu kegiatan selanjutnya dalam sebuah pemodelan.

Keterangan: Kualitatif merujuk pada Aprillianie, B., & Son Muarie tahun 2023

Dasar-dasar *Business Process Modeling Notation* (BPMN) melibatkan pemahaman mengenai elemen-elemen proses, simbol, peristiwa, alur kerja, dan pengambilan keputusan yang digunakan untuk menggambarkan alur proses bisnis secara akurat dan terstruktur.

Tabel 2. Dasar - Dasar BPMN

Simbol	Objek	Keterangan
Start  Intermediate  End 	Event	Ketiga event ini dapat digunakan untuk menggambarkan aliran kerja pada BPMN
Task 	Task/Activity	Task dapat digunakan untuk aktivitas rendah sedangkan subproses dapat digunakan untuk aktivitas- aktivitas yang

Subproses 		besar/menggambarkan bagian yang lebih detail dalam suatu proses
Getway 	Getway	Getway merupakan suatu elemen yangmengatur aliran dalam proses bisnis
Penghubung 	Menghubungkan suatu objek	Ketiga aliran ini dapat membantu berintraksi, komunikasi dan urutan aktivitas dalam suatu proses lebih rinci. Tidak hanya itu masing-maisng memiliki tugas yang berbeda dalam mengartikan berbagai aspek proses yang bisnis yang dimodelkan.
Pool 	Wadah	Pool merupakan merupakan suatu elemen untuk menggambarkan proses atau alur kerja

METODE

Bagian metode berisikan uraian terkait alur penelitian yang telah dilakukan oleh penulis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memodelkan proses operasional *Building Automation System* (BAS) di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang menggunakan *Business Process Modeling Notation* (BPMN) [3].

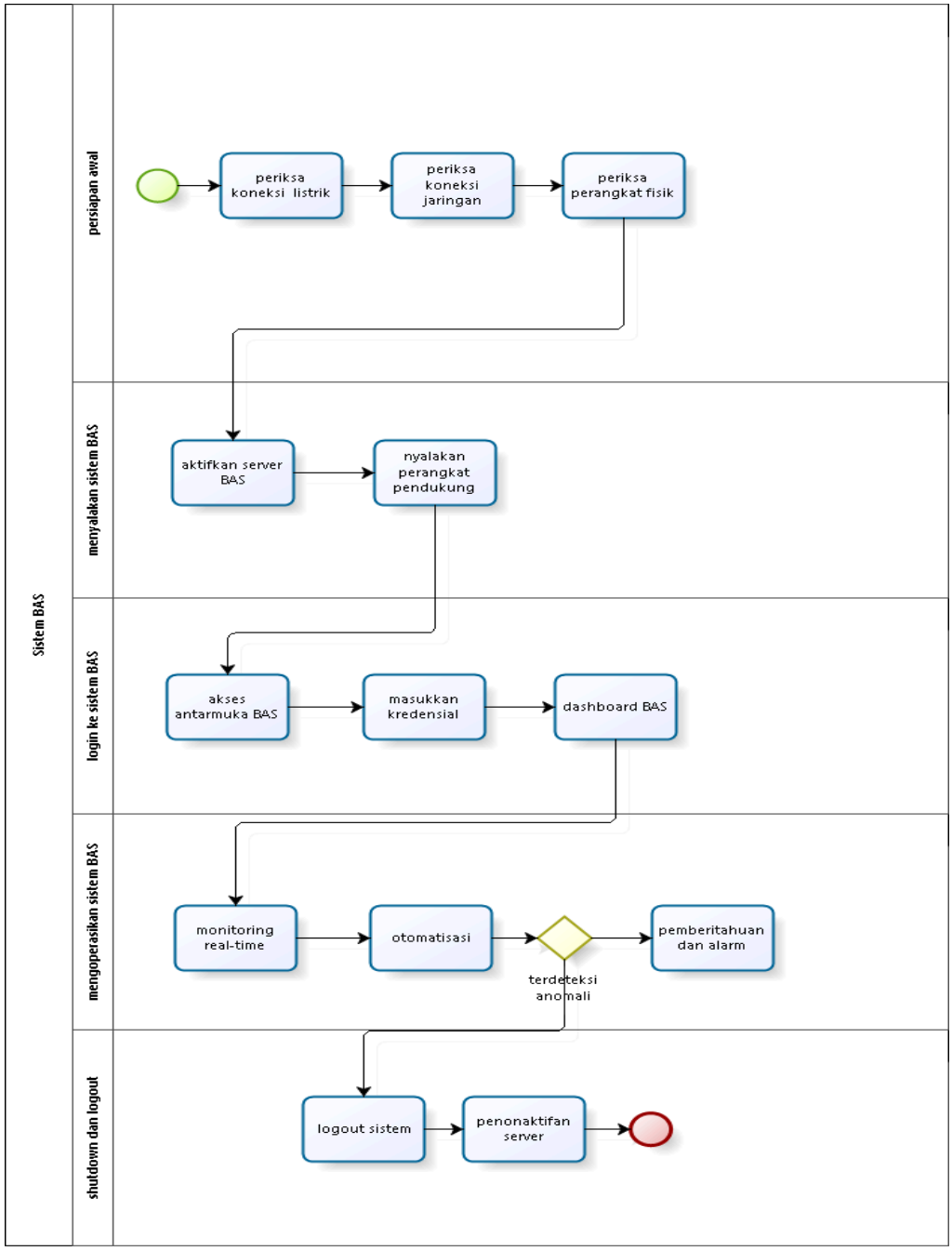


Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil utama dari penelitian ini adalah pemodelan proses pengoperasian *Building Automation System (BAS)* di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II (SMB II) Palembang menggunakan notasi BPMN. Fokus utama pemodelan adalah sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) yang berada di terminal kedatangan internasional.

Melalui pengamatan langsung dan wawancara dengan operator BAS, diperoleh alur kerja operasional yang mencakup proses awal hingga akhir dari pengaturan suhu dan ventilasi ruangan secara otomatis. Proses-proses tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk diagram BPMN menggunakan perangkat lunak Bizagi.



Gambar 2. Pemodelan Pengoperasian BAS

1. Persiapan Awal
   Tahap awal ini dilakukan sebelum sistem BAS dinyalakan, untuk memastikan bahwa semua kondisi teknis mendukung operasional:
   1) Periksa koneksi Listrik
      Memastikan bahwa suplai daya listrik tersedia dan stabil agar sistem BAS dapat dijalankan tanpa gangguan.

2) Periksa koneksi jaringan
   Jaringan lokal atau internet yang mendukung konektivitas antar komponen BAS harus dalam kondisi baik.
3) Periksa perangkat fisik
   Mengecek kondisi fisik perangkat seperti server, sensor, aktuator, dan kontroler BAS.

2. Menyalakan Sistem BAS
   Setelah tahap persiapan selesai, sistem mulai diaktifkan:
   1) Aktifkan server BAS
      Menyalakan server utama yang mengontrol seluruh sistem otomatisasi bangunan.
   2) Nyalakan perangkat pendukung
      Mengaktifkan perangkat tambahan seperti monitor, switch jaringan, dan kontroler fisik yang mendukung jalannya sistem.
3. Login ke Sistem BAS
   Setelah server dan perangkat siap, pengguna masuk ke dalam sistem:
   1) Akses antarmuka BAS
      Pengguna membuka aplikasi antarmuka (dashboard) untuk mengontrol BAS.
   2) Masukkan kredensial
      Pengguna login dengan username dan password untuk otorisasi akses.
   3) Dashboard BAS
      Setelah login berhasil, pengguna dapat mengakses dashboard utama untuk mengelola sistem BAS.
4. Mengoperasikan Sistem BAS
   Ini adalah inti dari kegiatan sistem BAS di mana proses otomatisasi berlangsung:
   1) Monitoring real-time
      Sistem melakukan pemantauan kondisi bangunan secara langsung (suhu, cahaya, keamanan, dll).
   2) Otomatisasi
      Sistem memberikan respon otomatis terhadap kondisi yang terdeteksi oleh sensor (misalnya menyalakan pendingin saat suhu tinggi).
   3) Terdeteksi anomali?
      Jika sistem mendeteksi kejanggalan (seperti suhu ekstrem, gangguan listrik, atau intrusi), maka akan:
   4) Pemberitahuan dan alarm
      Memberi notifikasi dan alarm kepada operator agar dilakukan tindakan manual jika dibutuhkan.
5. Shutdown dan Logout
   Jika operasional selesai atau terjadi perawatan:
   1) Logout system
      Pengguna keluar dari sistem antarmuka untuk mengakhiri sesi kerja.
   2) Penonaktifan server
      Server dimatikan untuk mengakhiri seluruh operasi BAS secara aman.

KESIMPULAN

Penelitian ini menggambarkan pemodelan proses Pengoprasian *Building Automation System* (BAS) di Bandara SMB II Palembang menggunakan *Business Process Modelling Notation* (BPMN) untuk membantu memahami alur pengoprasian sistem BAS. Dengan BPMN, setiap tahap dan alur pengoprasian sistem BAS digambarkan secara visual dengan jelas dan

sistematis. Model ini mempermudah pemahaman alur kerja, meningkatkan efisiensi operasional, serta dapat dijadikan acuan dalam pelatihan dan pengembangan system ke depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun yang berjudul "*Pemodelan Proses Pengoprasian Sistem Building Automation System (BAS) di Bandara SMB II Palembang Menggunakan Business Process Modelling Notation (BPMN)"* terutama kepada pihak manajemen dan teknisi *Building Automation System* (BAS) di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang atas kerja sama dan keterbukaannya dalam memberikan data, wawancara serta akses untuk observasi lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan berharga selama proses penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Setiawan, R., & Putri, A. D. *Penerapan Teknologi Otomasi pada Gedung Pintar Untuk Efisiensi Energi.* Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 2021.

[2] Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. *Fundamentals of Business Process Management.* (2nd ed) Springer, 2018.

[3] Ramadhan, M. A. P. (2024). *Rancangan Model Sistem Kontrol Jarak Jauh Berbasis Iot Pada Eskalator Di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang* (Doctoral Dissertation, Politeknik Penerbangan Palembang), 2024.

[4] Lestanto, Y., Subagja, A. A., Utomo, P. B., & Arment, S. A. *Sistem Otomatisasi Bangunan (BAS): Pengindraan suhu ruang jarak jauh via TCP/IP*. 2022.

[5] Dewi, L. P., Indahyanti, U., & S, Y. H. *Pemodelan Proses Bisnis Menggunakan Activity Diagram Uml Dan Bpmn* (Studi Kasus Frs Online). 2021.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7659

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

PERANCANGAN *USER INTERFACE/EXPERIENCE* APLIKASI PENYEWAAN MOTOR LISTRIK *ONLINE* XYZ MENGGUNAKAN METODE *KANSEI ENGINEERING*

Rizki Irawan Salas Salim, Anwar Sodik

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: rizki0808irawan@gmail.com, anwar@itats.ac.id

ABSTRACT

Although the XYZ application has a relatively high user rating (4.3 out of 5), some users have expressed complaints, particularly regarding the interface design, which is perceived as difficult to use and unintuitive. This indicates a mismatch between users' emotional expectations and the application's interface elements. This study aims to redesign the user interface (UI) and user experience (UX) of the XYZ application using the Kansei Engineering approach to capture users' emotional needs and translate them into design elements. The research began with an initial usability evaluation using the System Usability Scale (SUS), followed by the identification of Kansei words, development of a Semantic Differential questionnaire, and application of multivariate statistical analyses including Canonical Correlation Analysis (CCA), Principal Component Analysis (PCA), Factor Analysis (FA), and Partial Least Squares (PLS). The resulting design was then re-evaluated using SUS. The final SUS score slightly decreased from 61.25 to 60.13. Although the Kansei Engineering approach effectively captures users' emotional aspects, the results indicate that the final design still requires refinement to achieve optimal functional and emotional alignment.

Keywords: User Interface*, *User Experience*, *Kansei Engineering*, *Electrical motorbike rental*, *System Usability Scale

ABSTRAK

Meskipun aplikasi XYZ memiliki rating cukup tinggi (4,3 dari 5), masih ditemukan keluhan dari sebagian pengguna, khususnya terkait tampilan antarmuka yang dianggap menyulitkan dan kurang intuitif. Hal ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara persepsi emosional pengguna dan elemen desain antarmuka. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang antarmuka (UI) dan pengalaman pengguna (UX) aplikasi XYZ dengan pendekatan Kansei Engineering guna menangkap kebutuhan emosional pengguna dan menerjemahkannya ke dalam elemen-elemen desain. Metode penelitian diawali dengan pengujian usability awal menggunakan System Usability Scale (SUS), diikuti dengan identifikasi kata Kansei, penyusunan kuesioner Semantic Differential, serta analisis statistik multivariat seperti Canonical Correlation Analysis (CCA), Principal Component Analysis (PCA), Factor Analysis (FA), dan Partial Least Squares (PLS). Rancangan desain hasil analisis tersebut kemudian diuji kembali menggunakan SUS. Hasil evaluasi menunjukkan skor SUS mengalami penurunan dari 61,25 menjadi 60,13. Meskipun pendekatan Kansei Engineering efektif dalam menangkap aspek emosional pengguna, hasil ini mengindikasikan bahwa desain akhir masih memerlukan penyempurnaan agar lebih optimal secara fungsional dan emosional.

Kata kunci: *User Interface*, *User Experience*, *Kansei Engineering*, Penyewaan motor listrik, *System Usability Scale*

PENDAHULUAN

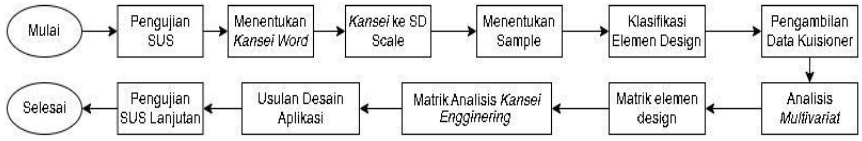
Perkembangan teknologi yang pesat membawa dampak signifikan di berbagai bidang, termasuk transportasi. Salah satu inovasi terbaru adalah motor listrik yang ramah lingkungan dan kini semakin diminati. Sejalan dengan itu, hadir pula aplikasi penyewaan motor listrik, seperti aplikasi XYZ yang dirilis pada tahun 2017 dan menjadi pionir layanan sewa motor listrik online di indonesia. Aplikasi ini memiliki rating cukup tinggi (4,3/5), namun masih ditemukan keluhan dari sebagian pengguna, khususnya pada tampilan aplikasi yang dinilai menyulitkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan metode *Kansei Engineering,* yang bertujuan menganalisis elemen-elemen desain dalam tampilan aplikasi agar lebih sesuai dengan preferensi emosional dan kebutuhan pengguna.

Metode *Kansei Engineering* telah terbukti efektif dalam berbagai studi, seperti pada pengembangan produk makanan[1] dan desain aplikasi *mobile Marketplace*[2]. Dalam penelitian sebelumnya, metode ini mampu mengidentifikasi kata-kata emosional (*Kansei Words*) dari pengguna, lalu menghubungkannya dengan karakteristik produk untuk menciptakan desain yang lebih *user-friendly*. Hasilnnya, produk menjadi lebih sesuai dengan keinginan pasar dan meningkatkan kepuasan konsumen. Penerapan metode ini pada aplikasi XYZ diharapkan dapat menghasilkan desain yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi. *Kansei Engineering* memungkinkan terciptanya produk cerdas yang memahami perasaan pengguna, sehingga dapat meningkatkan *User experience* pengguna, yang dimana *User Experience* dapat dijadikan acuan dalam perancangan antarmuka pada sebuah sistem informasi. Ketidaknyamanan pengguna dalam memanfaatkan suatu aplikasi atau produk atau layanan, dapat mengindikasikan kegagalan dari sebuah aplikasi atau produk atau layanan tersebut[3]. Selain itu, digunakan metode system usability scale (SUS) dalam mengukur usabilty, Usability yang menyebutkan bahwa satisfaction sebuah produk dapat dipergunakan oleh sekelompok orang tertentu untuk mendapatkan tujuan yang khusus dengan efektifitas (effectiveness), efisiensi (efficiency), dan memuaskan (satisfaction) dalam sebuah proses pengoperasiannya.[4] Metode system usabilty Scale (SUS) digunakan agar dapat mengetahui seberapa jauh tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem[5].

METODE

Penelitian ini diawali dengan pengujian Usability. Metode yang digunakan untuk pengujian awal yaitu menggunakan System Usability Scale (SUS). Selanjutnya, dilakukan identifikasi dan pemilihan kata Kansei berdasarkan persepsi emosional pengguna. Kata-kata Kansei tersebut kemudian dikonversi ke dalam bentuk skala Semantic Differential (SD Scale) yang digunakan dalam penyusunan kuesioner. Setelah itu, ditentukan sampel responden yang relevan, dilanjutkan dengan klasifikasi elemen desain dari beberapa aplikasi sejenis sebagai pembanding. Proses pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner yang mengukur persepsi pengguna terhadap elemen desain berdasarkan kata Kansei yang telah disusun sebelumnya. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan teknik multivariat untuk memperoleh hubungan antara persepsi emosional dan elemen desain. Hasil dari analisis ini disusun ke

dalam dua matriks: matriks elemen desain dan matriks Kansei Engineering. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan perancangan ulang antarmuka, yang kemudian diuji kembali menggunakan metode SUS. Akhirnya, dilakukan analisis perbandingan antara hasil pengujian awal dan akhir untuk mengevaluasi efektivitas penerapan metode Kansei Engineering dalam mendesain ulang antarmuka aplikasi. Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Alur Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian SUS

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pengujian usability terhadap Aplikasi XYZ menggunakan metode System Usability Scale (SUS) guna mengevaluasi aspek kemudahan penggunaan, kenyamanan, serta kepuasan pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi tersebut[6]. Pengukuran dilakukan melalui sepuluh butir pertanyaan dalam kuesioner SUS yang dibagikan secara daring menggunakan Google Form, untuk mempermudah proses distribusi dan pengumpulan data. Hasil kuesioner kemudian diolah menggunakan Micrososft Excel dan diperoleh nilai rata-rata SUS sebesar 61,25, yang menempatkan aplikasi dalam kategori "Marginal Low" dengan klasifikasi nilai "D".

2. Menentukan Kansei Word

Tahapan awal dalam penerapan metode Kansei Engineering dimulai dengan proses identifikasi kata Kansei. Langkah ini bertujuan untuk merancang desain yang selaras dengan preferensi serta kebutuhan emosional pengguna, sehingga dapat meningkatkan daya tarik visual dan kepuasan terhadap aplikasi. Dalam penelitian ini, pengumpulan kata Kansei dilakukan melalui pengisian kuesioner oleh responden. Informasi lebih rinci disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Kansei Word

No	Kata Kansei	No	Kata Kansei
1	Nyaman	6	Puas
2	Lega	7	Sederhana
3	Praktis	8	Enak Dilihat
4	Aman	9	Tidak Frustasi
5	Tenang	10	Tidak Ribet

3. Semantic Differntial

Setelah didapatkan kata-kata *kansei* nya, tahap selanjutnya adalah akan dibuat skala *semantic diferential*. Skala ini terdiri dari sepasang kata atau frasa yang memiliki makna berlawanan di kedua ujungnya. Dengan adanya cara ini, responden memiliki opsi untuk menilai sejauh mana aplikasi mendekati salah satu kata kunci pada skala ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Semantic Differential

Kata *Kansei*	SKOR	Kata *Kansei*

	1	2	3	4	5	
Tidak Nyaman						Nyaman
Tidak Legah						Legah
Tidak Praktis						Praktis
…..	**….**	**….**	**….**	**….**	**…..**	**…..**

4. Menentukan sampel

Dalam penelitian ini, ditentukan enam aplikasi serupa sebagai sampel desain pembanding, yaitu SWAP, Usewa, Semolis, Movic, Bird, dan Beam. Pemilihan aplikasi-aplikasi tersebut didasarkan pada kesamaan fungsi utama, yaitu sebagai platform penyewaan kendaraan listrik, serta kemiripan dalam karakteristik antarmuka. Sampel ini digunakan untuk mengidentifikasi elemen-elemen desain yang relevan dalam analisis Kansei Engineering.

5. Klasifikasi Elemen Design

Setelah pemilihan sample aplikasi, dilakukan proses klasifikasi elemen desain untuk mengidentifikasi komponen visual yang dinilai berpengaruh terhadap persepsi pengguna. Dalam penelitian ini, elemen desain dikelompokkan ke dalam 8 kategori utama, yaitu: background color, header color, header logo position, header navbar position, body icon, icon border, sidebar menu, dan footer menu. Dari delapan kategori tersebut, selanjutnya diturunkan menjadi 20 sub-elemen desain yang lebih spesifik. Klasifikasi ini berperan penting dalam menghubungkan karakteristik visual antarmuka dengan preferensi emosional pengguna melalui analisis Kansei Engineering.

6. Pengambilan data kuesioner

Tahap selanjutnya adalah pelaksanaan pengumpulan data melalui kuesioner Semantic Differential yang telah disusun sebelumnya. Mengacu pada pedoman yang dijelaskan oleh Nagamachi (2003)[7], kuesioner ini diisi oleh 20 responden. Seluruh data yang diperoleh kemudian diolah secara manual menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung nilai rata-rata dari setiap item penilaian. Hasil pengolahan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses analisis statistik multivariat pada tahap berikutnya.

7. Analisis Multivariat

Dalam penelitian ini, analisis multivariat digunakan untuk menghubungkan data persepsi emosional pengguna (kata Kansei) dengan elemen-elemen desain aplikasi. Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

a. Coefficient Correlation Analysis (CCA)

CCA digunakan untuk mengidentifikasi hubungan korelasi antar kata Kansei. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana antar variabel (kata Kansei) saling berkaitan, sehingga dapat dilihat kecenderungan pola emosi pengguna terhadap elemen desain tertentu. Hasil nya dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3 Hasil Coefficient Correlation Analysis (CCA)

Variables	Nyaman	Legah	Praktis	Aman	….
Nyaman	1	0.162	0.382	-0.055	**….**
Legah	0.162	1	-0.033	0.233	**…**
Praktis	0.382	-0.033	1	-0.465	**…**
Aman	-0.055	0.233	-0.465	1	**…**
…	**….**	**….**	**…..**	**….**	**…..**

b. Principal Component Analysis (PCA)

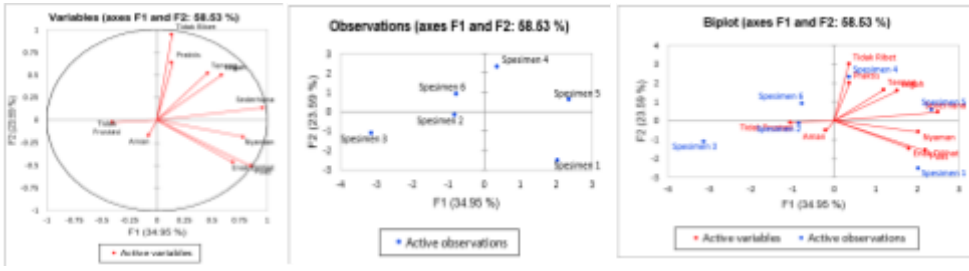
PCA diterapkan untuk mereduksi dimensi data dan mengelompokkan kata Kansei ke dalam beberapa komponen utama. Hasil PCA memberikan pemahaman yang lebih terstruktur terhadap persepsi pengguna dan memudahkan dalam interpretasi data secara visual. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Primcipal Component Analysis (PCA)

	F1	F2	F3	F4	F5
Eigenvalue	3.495	2.359	2.162	1.271	0.714
Variability (%)	34.949	23.585	21.621	12.709	7.136
Cumulative %	34.949	58.534	80.155	92.864	100.000

c. PC *Loading*, PC *Score*, dan PC *Vector*

Tahapan ini merupakan bagian lanjutan dari PCA. PC *Loading* menunjukkan besarnya kontribusi masing-masing kata *Kansei* terhadap komponen utama. PC *Score* digunakan untuk menilai seberapa kuat pengaruh komponen emosional tersebut terhadap masing-masing sampel desain. Sementara PC *Vector* memberikan gambaran visual mengenai arah dan kekuatan hubungan antara kata Kansei dan spesimen desain, sehingga mempermudah dalam interpretasi ruang semantik pengguna. Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 PC Loading, Score, Vector

d. *Factor Analysis (FA)*

FA diterapkan untuk mengelompokkan kata Kansei ke dalam beberapa faktor psikologis yang mendasari persepsi pengguna. Analisis ini mengungkap struktur laten dari data dan memberikan pemahaman lebih dalam mengenai dimensi emosional yang tersembunyi di balik penilaian pengguna. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Hasil *Factory Analysis*

Kata Kansei	F1	F2
Tidak Frustasi	-0.407	-0.536
Aman	-0.059	-0.424
Praktis	0.125	-0.210
Tidak Ribet	0.141	-0.046

Tenang	0.475	0.046
Legah	0.596	0.101
Enak Dilihat	0.678	0.501
Nyaman	0.716	0.563
Puas	0.840	0.588
Sederhana	**0.968**	0.925

8. Matrik elemn design

Pada tahap imi,digunakan teknik Partial Least Square (PLS). PLS digunakan untuk menganalisis hubungan antara nilai rata-rata persepsi pengguna terhadap kata Kansei (variabel dependen) dan elemen desain dari aplikasi (variabel independen). Hasil dari analisis ini menjadi dasar dalam penentuan elemen desain yang paling sesuai dengan preferensi emosional responden. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6 Hasil matrik elemen *design*

No	**Konsep Desain: Sederhana**		
	Kategori	Variable	*Coefficient*
1	*Background Color*	*B_Color_White*	0.009
2		*B_Color_None*	-0.009
3	*Header Color*	*H_Color_Blue*	0.002
4		*H_Color_Whites*	0.002
5		*H_Color_Green*	0.007
6		*H_Color_None*	-0.009
…	……	.....	….

9. Matrik analisis Kansei Engineering

Rekomendasi desain diperoleh berdasarkan hasil analisis Partial Least Square (PLS). Melalui analisis ini, setiap kategori utama elemen desain dievaluasi terhadap beberapa sub-elemennya, kemudian dipilih satu sub-elemen dengan skor tertinggi. Dengan demikian, masing-masing kategori utama menghasilkan satu sub-elemen desain yang dinilai paling mewakili preferensi emosional pengguna. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7 *Matriks* Analisis *Kansei Engimeering*

No	**Kategori**	**Konsep Emosi : Sederhana**	
		Konsep Desain	*Coefficient*

1	*Background Color*	*B_Color_White*	0.009
2	*Header Color*	*H_Color_Green*	0.007
3	*Header Logo Position*	*H_LP_Left*	0.007
…	…	…	…

10. Hasil Usulan Desain

Berikut adalah hasil rancangan desain yang diusulkan sebagai hasil akhir dari seluruh tahapan yang telah dilakukan dalam metode Kansei Engineering, selengkapnya dapat dilihat di tampilan-tampilan pada gambar 3



(a) (b) (c) (d)

Gambar SEQ Gambar * ARABIC 3 Usulan Desain : (a) Login, (b) Halaman Utama, (c) Halaman tarif, (d) Halaman undang Teman

11. Pengujian SUS Lanjutan

Setelah rancangan desain diimplementasikan, dilakukan pengujian lanjutan menggunakan metode System Usability Scale (SUS). Rumus menghitung skor SUS :

Skor SUS = ((Q1-1)+(5-Q2)+(Q3-1)+(5-Q4)+(Q5-1)+(5-Q6)+(Q7-1)+(5-Q8)+(Q9-1)+(5-Q10))*2,5)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa skor rata-rata SUS yang diperoleh adalah 60,13. Nilai tersebut masih berada pada kategori yang sama dengan hasil pengujian sebelumnya, yaitu berada pada grade D sesuai dengan interpretasi standar SUS.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh, rata-rata skor *System Usability Scale (SUS)* pada tahap awal pengujian menunjukkan tingkat kegunaan yang cukup. Sementara itu, hasil pengujian lanjutan terhadap desain tampilan yang dirancang menggunakan pendekatan metode *Kansei Engineering* menunjukkan adanya sedikit penurunan skor. Penurunan ini tergolong kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian sebelum dan sesudah dilakukan perubahan desain. Temuan ini menunjukkan bahwa persepsi pengguna terhadap kegunaan aplikasi secara umum tetap stabil, meskipun telah dilakukan modifikasi pada tampilan antarmuka aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Nicholas, H. J. Kristina, and L. L. Salomon, "APLIKASI METODE KANSEI ENGINEERING UNTUK PENGEMBANGAN PRODUK COOKIES HOME INDUSTRY LITTLE TREATS," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 129, Aug. 2021, doi: 10.24912/jitiuntar.v9i2.12656.

[2] N. Vilano and S. Budi, "Penerapan Kansei Engineering dalam Perbandingan Desain Aplikasi Mobile Marketplace di Indonesia," *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, Aug. 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i2.2705.

[3] L. M. Alaik, A. Sodik, and J. A. R. Hakim, "Perancangan User Interface Dan User Experience Pada Website Paid Newsletter XYZ Dengan Model User Centered Design," 2023.

[4] N. D. Wulanndari and A. Sodik, "Uji Usability Website Akademik Universitas XYZ Menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ)," 2023.

[5] A. B. A. AlFatich and A. Sodik, "EVALUASI USER INTERFACE (UI) DAN USER EXPERIENCE (UX) SISTEM INFORMASI GUDANG OBAT RUMAH SAKIT SITI KHODIJAH MENGGUNAKAN LEAN UX," 2024.

[6] R. R. Marbun, F. Al Mufied, and R. Fauzi, "PERANCANGAN USER INTERFACE/USER EXPERIENCE (UI/UX) WEBSITE HELPMEONG UNTUK SHELTER MENGGUNAKAN METODE GOAL-DIRECTED DESIGN," *JIPI J. Ilm. Penelit. Dan Pembelajaran Inform.*, vol. 7, no. 4, pp. 1096–1109, Nov. 2022, doi: 10.29100/jipi.v7i4.3190.

[7] Nagamachi, "Innovation_of_Kansei_Engineering," p. 150, 2003.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7660

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

PERANCANGAN USER INTERFACE / EXPERIENCE APLIKASI ABC MENGGUNAKAN METODE KANSEI ENGINEERING

Faris Asiful Anwar, Anwar Sodik

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: faris.asiful.anwar@gmail.com, anwar@itats.ac.id

ABSTRACT

ABC is a hospital queue registration application that has received various user complaints, particularly regarding its unappealing and unresponsive user interface. This study aims to improve the quality of the User Interface (UI) and User Experience (UX) of the application using the Kansei Engineering approach, which focuses on capturing user emotions and perceptions. Data were collected from 30 respondents through a semantic differential scale questionnaire and analyzed using multivariate statistical methods such as Coefficient Correlation Analysis (CCA), Principal Component Analysis (PCA), Factor Analysis (FA), and Partial Least Square (PLS). The results identified "Confident" as the dominant emotional response desired by users, leading to the recommendation of 21 main UI design element categories. The redesigned prototype was then evaluated using the System Usability Scale (SUS), resulting in an average score of 74, categorized as "Marginal High" with a "Good" rating. These findings confirm that Kansei Engineering is effective in developing emotionally responsive UI/UX aligned with user expectations.

Keywords: *Kansei Engginering; User Interface; User Experience; Aplikasi Mobile; Usability Testing.*

ABSTRAK

Aplikasi ABC, yang berfungsi sebagai media registrasi antrian rumah sakit secara online, masih menghadapi berbagai keluhan dari pengguna, terutama terkait tampilan antarmuka yang kurang menarik dan kurang responsif. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas *User Interface* (UI) dan *User Experience* (UX) pada aplikasi tersebut dengan pendekatan *Kansei Engineering* yang fokus pada emosi dan persepsi pengguna. Melalui kuesioner berbasis skala *semantik diferensial* yang diisi oleh 30 responden, data dianalisis menggunakan metode statistik *multivariat* seperti *Coefficient Correlation Analysis* (CCA), *Principal Component Analysis* (PCA), *Factor Analysis* (FA), dan *Partial Least Square* (PLS). Hasil analisis menunjukkan bahwa emosi dominan yang diinginkan pengguna adalah "Yakin", dan diperoleh 21 kategori utama elemen desain yang direkomendasikan. Prototipe yang dihasilkan kemudian diuji menggunakan *System Usability Scale* (SUS) dengan skor rata-rata 74, berada dalam kategori "*Marginal High*" dan rating "*Good*". Temuan ini menunjukkan bahwa metode *Kansei Engineering* efektif dalam menghasilkan desain UI/UX yang lebih selaras dengan harapan dan persepsi emosional pengguna.

Kata kunci: Kansei Engginering; User Interface; User Experience; Aplikasi Mobile; Usability Testing.

PENDAHULUAN

Aplikasi ABC merupakan aplikasi untuk melakukan registrasi tiket antrian rumah sakit secara *online* yang memungkinkan pengguna melihat jadwal setiap dokter untuk semua poli secara *online*, layanan *home care* dan mengecek status antrian secara *realtime* sebelum menuju ke poli tujuan. Namun aplikasi ABC telah menerima banyak ulasan negatif dengan rating 2.4 yang dapat dilihat dari Google Play Store. Mulai dari masalah aplikasi yang kurang responsif sampai tampilan aplikasi yang kurang menarik dan membingungkan bagi pengguna. Antarmuka aplikasi adalah elemen pertama yang akan dilihat oleh pengguna saat membuka aplikasi. Oleh karena itu, desain antarmuka yang menarik diharapkan dapat memikat perhatian mereka sejak penggunaan pertama[1]. Sehingga, dibutuhkan sebuah pendekatan yang mampu menyempurnakan tampilan antarmuka pengguna (UI), salah satunya melalui metode *Kansei Engineering*[2].

Dalam perkembangan aplikasi, *Kansei Engineering* digunakan untuk menganalisis hal-hal yang bersifat non-teknis[3]. *Kansei Engineering* merupakan metode yang dapat menerjemahkan emosi dan persepsi indera manusia seperti penglihatan, penciuman, sentuhan, rasa, dan pendengaran ke dalam bentuk desain yang terukur dan nyata[1]**.** Dalam praktiknya, interaksi manusia-komputer dikenal sebagai pengalaman pengguna dan desain antarmuka pengguna[4]. *Kansei Engineering* pada dasarnya adalah teknologi yang menggabungkan rekayasa dan perasaan untuk mengintegrasikan elemen manusia ke dalam desain produk dengan tujuan menghasilkan produk *Kansei* yang dinikmati dan memuaskan pelanggan. Proses *Kansei Engineering* terdiri dari tiga tahap yaitu; *Kansei Assesmen*, *Kansei Analysis* dan *Kansei Design*[5].

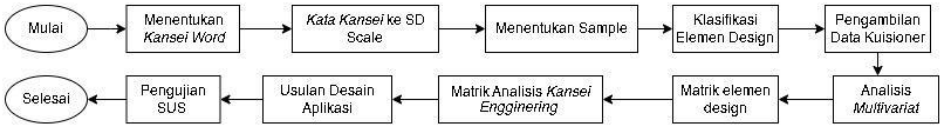
Penelitian terdahulu dengan metode *Kansei Engineering* dengan judul "Penerapan *Kansei Engineering* dalam Perbandingan Desain Aplikasi *Mobile Marketplace* di Indonesia". Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *Kansei Engineering* dalam membandingkan tampilan *mobile marketplace* di Indonesia menghasilkan usulan rekomendasi yang berfokus pada aspek emosional pengguna yang diambil dari 54 responden. Tampilan mobile *marketplace* dengan nilai tertinggi adalah *Marketplace* B, serta faktor utama dalam tampilan mobile *marketplace* adalah konsep desain "Informatif"[1].

Setelah dilakukan percancangan desain dengan *Kansei Engineering* selesai, *usability testing* diperlukan untuk mengetahui tingkat kegunaan. Uji *Usability* adalah salah satu aspek penting dalam pengalaman pengguna (*User Experience*). *Usability* adalah alat yang digunakan untuk menilai sejauh mana kemudahan dalam menggunakan antarmuka pengguna (*User Interface*) [6][7]. usability sebagai tingkat produk yang dapat digunakan oleh sekelompok orang tertentu untuk mencapai tujuan tertentu dengan efektifitas (efektifitas), efisiensi (efisiensi), dan kepuasan (puas)[8]. *Usability* test Test kegunaan dilakukan untuk menentukan informasi yang paling penting bagi penggun .Salah satu metode *usability testing* adalah dengan menggunakan *System Usability Scale* (SUS). Keunggulan Metode *System Usability Scale* (SUS)

adalah bahwa alat ini cukup sederhana dan mudah digunakan. Kuesioner SUS terdiri dari sepuluh pertanyaan yang dapat diisi dengan cepat oleh pengguna[9].

METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan Kansei Engineering yang diawali dengan menententukan kata-kata Kansei (*Kansei Words*) yang mewakili persepsi emosional pengguna, lalu dikonversi ke dalam Skala *Semantic Differential* (SD). Setelah itu, ditentukan sampel responden yang akan dilibatkan dan dilakukan klasifikasi elemen desain dari aplikasi. Pengambilan data dilakukan melalui penyebaran kuisioner dengan jumlah 30 responden, kemudian dianalisis menggunakan analisis *multivariat* untuk mengidentifikasi hubungan antara elemen desain dan respons emosional pengguna. Hasil analisis digunakan untuk membentuk matriks *Kansei Engineering* dan matriks elemen desain. Setelah itu, dilakukan pengujian SUS untuk kepuasan pengguna terhadap desain baru yang diusulkan. Berikut merupakan alur penelitian yang tertera pada Gambar 1:



Gambar 1 Flowchart Alur Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Menentukan *Kansei Word*

Pada tahap awal dalam penerapan metode Kansei Engineering, akan dilakukan tahap menentukan kata Kansei, Dengan tujuan mendukung pembuatan desain yang cocok dengan preferensi dan kebutuhan pengguna aplikasi, serta meningkatkan daya tarik produk dan kepuasan pengguna aplikasi. Tabel 1 merupakan kumpulan kata kansei yang didapat dari wawancaara lewat kuesioner.

Table 1. *Kansei Word*

No.	*Kansei Word*	No.	*Kansei Word*
1.	Membingungkan	6.	Santai
2.	Antusias	7.	Tenang
3.	Nyaman	8.	Menyenangkan
4.	Menarik	9.	Yakin
5.	Menenangkan	10.	Khawatir

B. Menerjemahkan Kansei Word ke *Semantic Differential*

Semua kata kansei yang telah dipilih disusun dan digunakan dalam skala diferensial semantik untuk keperluan kuesioner yang akan dibagikan kepada responden. Lima skala digunakan, dengan nilai 5 sangat setuju dan nilai 1 sangat tidak setuju. Hasil dari penyusunan dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Skala semantik diferensial untuk kuesioner

No.	*Kansei Word*	Skor penilaian					Kata *kansei*
		5	4	3	2	1	
1	Tidak Membingungkan						Membingungkan
2	Antusias						Tidak Antusias
3	Nyaman						Tidak Nyaman
…	**….**	**…**	**…**	**…**	**…**	**…**	**…**

C. Menentukan Sampel Aplikasi

Aplikasi yang mirip dengan ABC digunakan untuk kandidat spesimen dalam penelitian ini yaitu aplikasi *mobile* kesehatan dari rumah sakit. Terdapat 6 kandidat sampel aplikasi *mobile* yang diantaranya *Mobile Apps*: RS Dian Harapan, *Mobile Apps*: RS HARAPAN IBU PURBALINGGA, *Mobile Apps*: RSUD AL IHSAN *Mobile*, *Mobile Apps:* Primaya, *Mobile Apps:*Pendaftaran RS. Urip Sumoharjo dan *Mobile Apps:*Eka Hospital.

D. Klasifikasi Elemen Design

Untuk membuatnya lebih mudah untuk dikelompokkan, enam sample Aplikasi tersebut akan diubah menjadi elemen desain yang lebih kecil, dimulai dengan kategori utama dengan hasil : 21 kategori utama elemen desain : *Floating Action Button, Drop Down Menus, Checkboxes, Radio Buttons, Sliders, Body Background Color, Body Slider, Body Icon Border, Header Color, Main Content Area, Header Logo Position, Pull to Refresh, Swipe, Header Navbar Position, Full Screen Modal, Font Size, Icon Size, Footer Menu, Header Menu Position, Status Bar*, dan *Navigation Menu.* Dan 49 komponen desain yang merupakan penjabaran dari 21 kategori utama tersebut.

E. Pengolaan Data Kuesioner

Sebanyak 20 – 30 orang cukup untuk dijadikan subyek dalam penelitian Kansei [10]. Oleh karena itu, jumlah orang yang terlibat dalam dena pengambilan data kuesioner dalam penelitian ini adalah 30. Instrumen kuesioner dibuat dalam bentuk skala *Semantic Differential* (SD), dan kemudian didistribusikan kepada 30 responden. Tabel 3 berikut menunjukkan hasil rekap:

Table 3 Hasil rekap kuesioner

Kata kansei	**Spesimen 1**	**Spesimen 2**	**Spesimen 3**	**Spesimen 4**	**Spesimen 5**	**Spesimen 6**	**Spesimen 7**	**Spesimen 8**
Aman	3,45	3,6	3,65	3,65	3,65	3,25	3,15	3,15
Modern	3,9	3,85	3,95	3,95	3,95	3,6	3,3	3,3
Inofatif	3,8	3,65	3,65	3,65	3,65	3	3,25	3,25
...	...	...	...	...	...	...	...	...

F. Analisis *Multivariat*

Penelitian ini menggunakan empat metode statistik *multivariat* untuk menganalisis hubungan antara kata Kansei dan elemen desain aplikasi, dimana menggunakan *software plugin* XLSTAT 2019. Pertama, *Correlation Coefficient Analysis (CCA)* dilakukan untuk mengukur kekuatan hubungan antar kata Kansei. Hasilnya menunjukkan bahwa beberapa kata seperti "yakin" dan "informatif" memiliki korelasi kuat dengan persepsi positif pengguna. Kedua, *Principal Component Analysis (PCA)* digunakan untuk mengurangi ukuran data dan menemukan ruang semantik emosional pengguna. Tiga komponen utama berhasil diidentifikasi yang mewakili kelompok emosi dominan. Selanjutnya, *Factor Analysis (FA)* digunakan untuk memperkuat hasil PCA dengan mengelompokkan kata Kansei ke dalam faktor yang saling berkorelasi. Hasil FA menunjukkan bahwa kata-kata "tepat", "efisien", dan "mudah" membentuk satu kelompok faktor yang dominan. Terakhir, *Partial Least Square (PLS)* digunakan untuk memetakan pengaruh kata Kansei terhadap elemen-elemen desain aplikasi. Hasilnya menunjukkan bahwa elemen seperti "navigasi menu", "warna tombol", dan "*layout* antrian" memiliki pengaruh signifikan terhadap respons emosional pengguna. Hasil CCA dan FA dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.

Table 4 Hasil Analisis CCA Seluruh Partisipan

Kata Kansei	Membingungkan	Antusias	Nyaman	Menarik	….
Membingungkan	**1**	-0,232	-0,422	0,012	…
Antusias	-0,232	**1**	0,141	0,180	…
Nyaman	-0,422	0,141	**1**	0,313	…
….	…	…	…	….	…

Table 5 *Factor Loading* Kata *Kansei* setelah sorting

Kata Kansei	**F1**	**Kata Kansei**	**F2**
Nyaman	-0,484	Membingungkan	-0,413
….	….	….	….
Membingungkan	0,843	Antusias	0,876
Yakin	**0,952**	Tenang	**0,950**

G. Menerjemahkan Data Statistik ke Elemen Desain

Analisis *Partial Least Squere* (PLS) akan digunakan untuk mengubah hasil analisis PCA dan FA menjadi elemen desain di langkah berikutnya. Tujuan proses ini adalah untuk mengidentifikasi elemen desain yang memiliki dampak signifikan terhadap emosi partisipan. Analisis PLS menggunakan *software* XLStat 2019. Data-data yang dilibatkan dalam analisis PLS adalah:

1. Variabel Y berupa hasil rekapitulasi rata-rata 10 kata Kansei dari 30 partisipan
2. Variabel X berupa elemen desain yang diterjemahkan ke dalam dummy *variable*.
3. 6 Sample aplikasi

Tabel 6 menunjukan hasil dari analisis PLS. Data yang ditampilkan hanya konsep emosi yang memiliki nilai variabel tertinggi berdasarkan hasil dari analisis PCA dan FA.

Table 6 Hasil Perhitungan PLS Menerjemahkan Konsep Emosi Terpilih

No	**Kategori**	**Konsep emosi : Meyakinkan**		**Range rata- rata**
				0,011
		Konsep Design	*Coefficient*	Range
1	Floating Action Button	Float_Menu_Yes	-0,005	0,01
2		Float_Menu_No	0,005	
3	Drop Down Menus	DD_Menu_Yes	-0,005	0,011
4		DD_Menu_No	0,005	
5	Checkboxes	CBX_Yes	0,007	0,013
6		CBX_No	-0,007	
…	**….**	**…**	**…**	**…**

H. Matrik Hasil Analisis *Kansei Engineering*

Matrik rekomendasi konsep desain tampilan dapat dibuat berdasarkan hasil perhitungan PLS. Elemen desain yang disarankan adalah yang memiliki nilai range yang lebih besar dari rata-rata seluruh range. Tabel 7 merupakan hasil rekomendasi elemen desain dari analisis *kansei Engineering.*

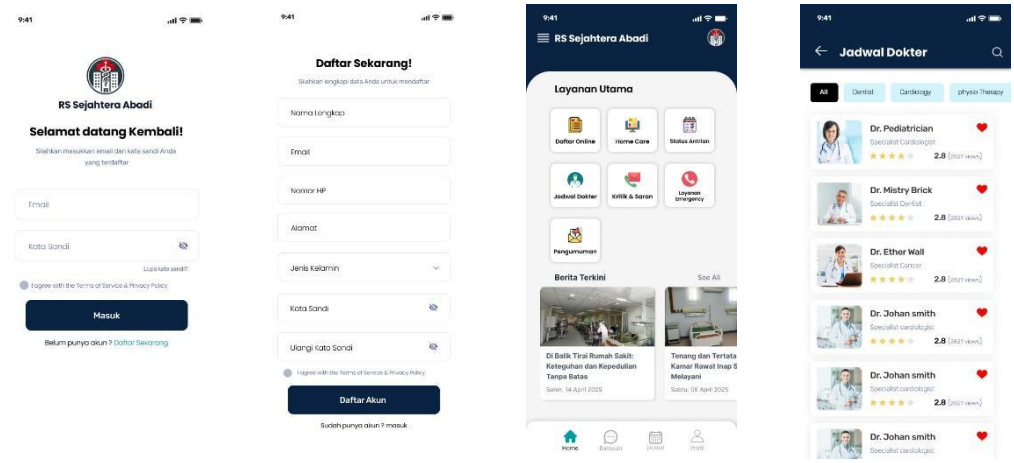
Table 7 Rekomendasi elemen desain hasil analisis *Kansei Engineering*

No	**Kategori**	**Konsep emosi : Yakin**		**Range rata- rata**
				0,011
		Konsep Design	*Coefficient*	Range
1	Floating Action Button	Float_Menu_No	0,005	0,01

2	Drop Down Menus	DD_Menu_No	0,005	0,011
3	Checkboxes	CBX_Yes	0,007	0,013
4	Radio Buttons	RB_Yes	0,001	0,002
…	…	…	…	…

I. Usulan Desain Aplikasi

Akhir dari penelitian ini adalah membuat rekomendasi desain berdasarkan matrik hasil analisis Kansei Engineering untuk desain tampilan aplikasi ABC yang dapat dilihat pada gambar 2.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 2 Desain Aplikasi

J. Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

10 pertanyaan dari SUS, pada setiap pertanyaan kuesioner SUS menggunakan 5 skala likert dimana responden harus mengisi item pertanyaan tersebut. Pada skala likert setiap pertanyaan poin yang memiliki jawaban "Sangat Tidak Setuju" bernilai 1 poin sampai dengan "Sangat Setuju" yang bernilai 5. Dari 24 responden yang mengisi kuesioner, selanjutnya dilakukan rekapitulasi hasil jawaban dengan metode System Usability Scale (SUS). Rekapitulasi dilakukan dengan cara sebagai berikut;

1. Untuk menghitung skor SUS untuk satu responden, skor pertanyaan bernomor ganjil dikurangi 1, sedangkan skor pertanyaan bernomor genap dikurangi 5.
2. Skor SUS untuk satu responden dihitung dengan menjumlahkan skor setiap pertanyaan dan mengalikan hasilnya dengan 2,5.
3. Untuk menghitung skor SUS keseluruhan, skor SUS dari masing-masing responden dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah responden.

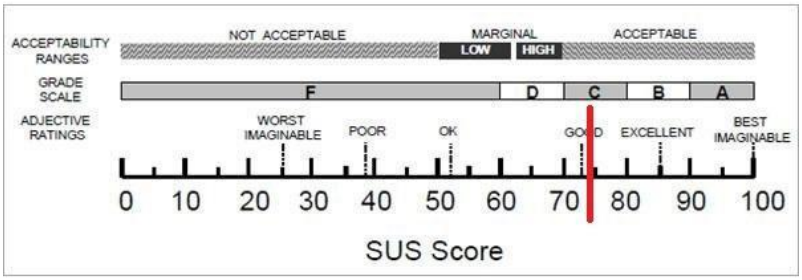
Cara tersebut digunakan untuk menghitung skor SUS untuk setiap responden. Skor SUS yang diperoleh kemudian dicatat pada Tabel 8 sebagai berikut :

Table 8 Data hitung SUS lanjutan aplikasi MMC

No.	Responden	Skor hasil hitung penilaian untuk aplikasi MMC										Jumlah	Skor SUS
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		

1	**R1**	1	2	1	3	3	3	3	3	2	3	24	60
2	**R2**	4	2	2	2	1	3	1	4	2	3	24	60
…	**….**	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
24	**R24**	0	3	2	0	0	4	0	3	3	2	17	43
	Skor Rata-rata (Hasil Akhir)												74

Berdasarkan Tabel 8 didapat rata-rata skor SUS sebesar 74 sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi ABC berada pada rentan "*Marginal High*", dengan Nilai "C", serta Rating "*Good*" seperti pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3 Skor SUS

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan hasil 30 responden dalam kuesioner dengan pendekatan Kansei Engineering pada aplikasi ABC adalah menghasilkan usulan rekomendasi serta melibatkan faktor psikologis dan emosi. Langkah-langkah komprehensif *Kansei Engineering* melalui tahapan analisis statistik multivariat yakni *Coefficient Component Analysis, Principal Component Analysis, Factor Analysis* dan *Partial Least Square Analysis* dilibatkan dalam proses analisis data untuk menerjemahkan konsep emotion dan menghasilkan elemen desain berdasarkan emotion. Perbandingan tampilan aplikasi ABC yang dilakukan dengan pendekatan Kansei Engineering menghasilkan usulan rekomendasi yang melibatkan aspek emosional pengguna. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan hasil 30 responden dalam kuesioner adalah konsep "Yakin". Dan pengujian *Usability System* dengan metode *System Usability Scale* (SUS) pada 24 responden dengan skor 74 (*Marginal High*, rating *Good*) pada prototype, yang mengindikasikan peningkatan kualitas pengalaman pengguna secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Vilano and S. Budi, "Penerapan Kansei Engineering dalam Perbandingan Desain Aplikasi Mobile Marketplace di Indonesia," *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, Aug. 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i2.2705.

[2] F. Alpiyasin, "Perancangan Antarmuka Aplikasi Mobile Perguruan Tinggi Menggunakan Kansei Engineering (Studi Kasus: STIS Nahdatul Ulama Cianjur)," *J. Manaj. Inform. JAMIKA*, vol. 14, no. 1, pp. 68–83, Apr. 2024, doi: 10.34010/jamika.v14i1.12396.

[3] T. Sutrisna Bhayukusuma and A. Hadiana, "Ekstraksi TF-IDF untuk Kansei Word dalam Perancangan Interface E-Kinerja," *J. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 5–16, Mar. 2021, doi: 10.47292/joint.v3i1.44.

[4] L. M. Alaik, A. Sodik, and J. A. R. Hakim, "Perancangan User Interface Dan User Experience Pada Website Paid Newsletter ABC Dengan Model User Centered Design," 2023.

[5] W. F. Syah, A. Sudiarjo, and R. Hartono, "Analisa Dan Rekomendasi Tampilan Antarmuka Pada Aplikasi Budiman Mobile Menggunakan Metode Kansei Engineering," vol. 1, no. 1, 2024.

[6] N. D. Wulanndari and A. Sodik, "Uji Usability Website Akademik Universitas ABC Menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ)".

[7] A. R. R. Putri and A. D. Indriyanti, "Evaluasi Usability User Interface dan User Experience pada Aplikasi M.Tix dengan Metode Usability Testing (UT) dan System Usability Scale (SUS)," vol. 04, no. 02, 2023.

[8] A. Sodik and R. R. Putri, "Evaluasi Usability Aplikasi Zoom Meeting menggunakan System Usability Scale".

[9] R. R. Arjiansa and T. Sutabri, "Pengukuran Tingkat Kemudahan Pegawai Terhadap Penggunaan Layanan Aplikasi SIMRS Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS) Pada Rumah Sakit Umum Daerah Sekayu," *Indones. J. Multidiscip. Soc. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 115–120, Jun. 2023, doi: 10.31004/ijmst.v1i2.132.

[10] A. M. Lokman and M. Nagamachi, "Validation of Kansei Engineering Adoption in E-commerce Web Design," *Kansei Eng. Int. J.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–27, 2009, doi: 10.5057/kei.9.21.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7380

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Advanced Sleep Disorder Classification: An ML-Based Study with Optuna for Model Optimization

Amalan Fadil Gaib[1], I Gusti Ngurah Bagus Ferry Mahayudha[2], Anggito Karta Wijaya[3], Nurul Andini[4], Ando Zamhariro Royan[5]

State University of Gorontalo[1],Udayana University[2], University of Jember[3], State University of Jakarta [4], University Of Jember[5]
e-mail: amalanfadil@gmail.com[1]

ABSTRACT

Hyperparameter optimization plays a crucial role in improving the performance of machine learning models, particularly in sleep disorder classification. However, searching for optimal hyperparameters often requires extensive computational resources and prolonged execution time. To address this issue, this study implements Optuna, a hyperparameter optimization framework based on the Tree-structured Parzen Estimator (TPE) and pruning mechanisms to enhance the efficiency of model configuration search adaptively. This study compares the performance of Support Vector Machine (SVM), Extreme Gradient Boosting (XGBoost), Random Forest, and Multi-Layer Perceptron (MLP) in classifying sleep disorders based on health and lifestyle variables. The data undergoes several preprocessing steps, including handling missing values, encoding, normalization (StandardScaler), and class balancing using SMOTE. The models are then developed and optimized using Optuna to determine the best hyperparameter configurations. Evaluation is conducted using Accuracy, Precision, Recall, and F1-score. Experimental results show that before optimization, the Random Forest model achieved an accuracy of 94%, XGBoost 96%, SVM 93%, and MLP 96%. After being optimized with Optuna, accuracy increased to 97% for Random Forest, 97% for XGBoost, 98% for SVM, and 97% for MLP. This improvement indicates that Optuna effectively enhances model performance, especially for SVM, which experienced the most significant accuracy boost after optimization. Thus, the use of Optuna not only accelerates hyperparameter tuning but also improves the efficiency and accuracy of machine learning models in sleep disorder classification. This approach has great potential in supporting AI-based medical diagnosis systems, enabling faster and more accurate detection of sleep disorders.

Keywords: *Optuna, sleep disorder, SVM, Random Forest, XGBoost, MLP*

ABSTRAK

Optimasi hyperparameter berperan penting dalam meningkatkan kinerja model pembelajaran mesin, terutama dalam klasifikasi gangguan tidur. Namun, pencarian hyperparameter optimal sering membutuhkan sumber daya komputasi besar dan waktu eksekusi yang lama. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini menerapkan Optuna, framework optimasi berbasis Tree-structured Parzen Estimator (TPE) dan pruning untuk meningkatkan efisiensi pencarian konfigurasi model. Penelitian ini membandingkan performa Support Vector Machine (SVM), Extreme Gradient Boosting (XGBoost), Random Forest, dan Multi-Layer Perceptron (MLP) dalam klasifikasi gangguan tidur berbasis variabel kesehatan dan gaya hidup. Data diproses melalui penanganan nilai kosong, encoding, normalisasi (StandardScaler), dan penyeimbangan kelas menggunakan SMOTE. Model kemudian dikembangkan dan dioptimalkan menggunakan Optuna untuk menemukan kombinasi hyperparameter terbaik. Evaluasi dilakukan menggunakan Akurasi, Presisi, Recall, dan F1-score. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sebelum optimasi, model Random Forest memiliki akurasi 94%, XGBoost 96%, SVM 93%, dan MLP 96%. Setelah dioptimasi dengan Optuna, akurasi meningkat menjadi 97% untuk Random Forest, 97% untuk XGBoost, 98% untuk SVM, dan 97% untuk MLP. Peningkatan ini menunjukkan bahwa Optuna secara efektif meningkatkan performa model, terutama pada SVM, yang mengalami lonjakan akurasi paling signifikan setelah optimasi. Dengan demikian, penggunaan Optuna tidak hanya mempercepat proses tuning hyperparameter tetapi juga meningkatkan efisiensi dan akurasi model dalam klasifikasi gangguan tidur. Pendekatan ini memiliki potensi besar dalam mendukung sistem diagnosis medis berbasis kecerdasan buatan, memungkinkan deteksi gangguan tidur yang lebih cepat dan akurat.

Kata kunci: Optuna, gangguan tidur, SVM, Random Forest, XGBoost, MLP..

PENDAHULUAN

Gangguan tidur telah menjadi masalah kesehatan global yang berdampak signifikan pada kualitas hidup jutaan orang. Sekitar 31% populasi mengalami gangguan tidur dengan 30% diantaranya mengalami obstructive sleep apnea (OSA), 28% insomnia, dan excessive daytime sleepiness (EDS). Insomnia, yang paling umum, ditandai dengan kesulitan memulai atau mempertahankan tidur (Roth, 2007) [1]. Sleep apnea sering tidak terdiagnosis dengan baik dan dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular (Peppard et al., 2013) [2]. Narcolepsy, yang menyebabkan kantuk berlebihan di siang hari, juga mempengaruhi produktivitas dan kualitas hidup (Dauvilliers et al., 2007) [3]. Gangguan tidur berdampak tidak hanya pada kesehatan fisik, tetapi juga kesehatan mental, produktivitas, dan interaksi sosial. Individu dengan insomnia sering mengalami gangguan kognitif, atensi, dan memori (Fortier-Brochu, 2014) [4]. Selain itu, mereka cenderung mengalami kelelahan dan penurunan produktivitas, yang meningkatkan risiko kecelakaan kerja serta menambah beban ekonomi. Gangguan tidur kronis juga meningkatkan risiko penyakit serius, seperti hipertensi, diabetes, dan penyakit jantung, serta gangguan emosi seperti depresi dan kecemasan. Konsekuensi sosial dan ekonomi gangguan tidur juga signifikan. Kesulitan berkonsentrasi dan penurunan fungsi kognitif akibat kurang tidur dapat mengganggu aktivitas sehari-hari dan kinerja kerja. Studi oleh Rand Corporation menunjukkan bahwa kurang tidur menyebabkan penurunan produktivitas hingga miliaran dolar setiap tahunnya, akibat absensi kerja dan pengambilan keputusan yang buruk (Hafner et al., 2017) [5]. Sebagai respons terhadap masalah ini, berbagai lembaga kesehatan dan pemerintah, termasuk Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2017) telah mengeluarkan pedoman penanganan gangguan tidur sebagai bagian dari strategi nasional untuk meningkatkan kesehatan Masyarakat [6].

Perkembangan kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML) dalam beberapa tahun terakhir telah membuka peluang baru dalam diagnosis dan klasifikasi gangguan tidur. Metode pembelajaran mesin meningkatkan akurasi diagnosis melalui analisis data elektrofisiologis, pola tidur, serta faktor lingkungan dan biologis. Penelitian oleh Huang et al.

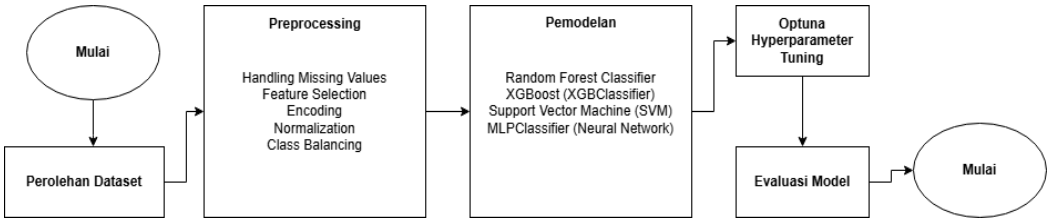
(2019) menunjukkan bahwa deep learning dapat menghasilkan klasifikasi lebih akurat dibandingkan metode konvensional [7]. Biswal et al. (2018) juga menemukan bahwa teknik seperti Random Forest dan Support Vector Machine (SVM) efektif dalam mengidentifikasi gangguan tidur dengan akurasi tinggi [8].

Penelitian ini mengimplementasikan algoritma pembelajaran mesin seperti SVM, Extreme Gradient Boosting (XGBoost), Random Forest, dan Artificial Neural Network (ANN). SVM efektif dalam menangani data berdimensi tinggi dan menemukan batas keputusan optimal (Cortes & Vapnik, 1995) [9]. XGBoost unggul dalam mengelola data kompleks dengan teknik boosting yang meningkatkan akurasi prediksi (Chen & Guestrin, 2016) [10]. Random Forest menawarkan stabilitas dengan mengurangi risiko overfitting melalui penggabungan beberapa pohon keputusan (Breiman, 2001) [11]. Sementara itu, ANN mampu menangkap pola non-linear dalam data fisiologis, menjadikannya alat yang ampuh dalam analisis data kompleks (LeCun et al., 2015) [12]. Seiring dengan perkembangan teknologi machine learning dalam diagnosis gangguan tidur, berbagai penelitian telah mengevaluasi keunggulan algoritma yang berbeda dalam mengklasifikasikan kondisi tidur. Penelitian oleh Chen et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan SVM dalam klasifikasi tahap tidur berdasarkan sinyal EEG mencapai akurasi sekitar 92%, yang diperoleh melalui pemilihan kernel yang optimal dan kemampuannya dalam mengelola data berdimensi tinggi [13]. Selain itu, dalam konteks Extreme Gradient Boosting (XGBoost) studi oleh Liu et al. (2020) mengungkapkan bahwa algoritma ini mampu mendeteksi sleep apnea dengan akurasi berkisar antara 91 hingga 94% berkat penerapan metode boosting iteratif dan fitur regularisasi yang efektif dalam menangani kompleksitas data, seperti variabilitas denyut jantung [14]. Penelitian oleh Rahman et al. (2021) menunjukkan bahwa Random Forest memberikan hasil yang stabil dengan akurasi antara 90 hingga 92% dalam pengklasifikasian gangguan tidur karena kemampuannya mengurangi risiko overfitting melalui kombinasi beberapa pohon keputusan [15]. Di sisi lain, penelitian oleh Supratak et al. (2017) dengan model DeepSleepNet menunjukkan bahwa pendekatan ANN dapat mencapai akurasi hingga 94% dalam pengklasifikasian tahap tidur berkat kemampuannya menangkap pola non-linear yang kompleks pada data EEG [16]. Penelitian oleh Akiba et al. (2019) tentang Optuna menunjukkan keunggulan signifikan dalam optimasi hyperparameter untuk model machine learning, berkat pendekatan define-by-run yang memberikan fleksibilitas tinggi dalam mendefinisikan ruang pencarian hyperparameter secara dinamis [17]. Framework ini mengimplementasikan algoritma Tree-structured Parzen Estimator (TPE) untuk proses sampling dan pruning, yang mempercepat optimasi dengan mengeliminasi kombinasi hyperparameter yang kurang potensial sejak dini. Selain itu, Optuna mendukung komputasi terdistribusi, memungkinkan eksperimen berskala besar maupun ringan, serta kompatibel dengan berbagai framework machine learning seperti Scikit-Learn, Keras, PyTorch, TensorFlow, XGBoost, dan LightGBM. Dengan kemampuan tersebut, Optuna secara efektif meningkatkan akurasi dan keandalan model machine learning, termasuk dalam klasifikasi gangguan tidur, sehingga mendukung pengambilan keputusan medis yang lebih cepat, akurat, dan efisien.

Secara keseluruhan, gangguan tidur telah menjadi masalah kesehatan global yang signifikan, yang mempengaruhi kualitas hidup jutaan orang. Penelitian ini berfokus pada penerapan algoritma machine learning, seperti SVM, XGBoost, Random Forest, dan ANN, untuk mengklasifikasikan gangguan tidur. Optuna digunakan sebagai framework optimasi hyperparameter untuk meningkatkan performa model. Matrik evaluasi yang digunakan mencakup akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Hasil analisis akan disajikan melalui visualisasi grafik untuk memudahkan interpretasi. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung tenaga medis dalam mendiagnosa gangguan tidur secara lebih akurat dan efisien, sehingga meningkatkan kualitas layanan kesehatan bagi pasien.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengimplementasikan pendekatan pembelajaran mesin untuk mengklasifikasikan gangguan tidur berdasarkan variabel kesehatan dan gaya hidup. Pada Gambar 1, tahapan penelitian ini merupakan diagram alur dalam pengembangan model machine learning. Penelitian dimulai dengan perencanaan dan pengumpulan data dari sumber relevan. Tahap preprocessing mencakup handling missing values, feature selection, feature engineering, encoding, normalisasi, dan class balancing. Model machine learning yang dibangun meliputi Random Forest, XGBoost, SVM, dan ANN. Proses tuning hyperparameter menggunakan Optuna, dan evaluasi model dilakukan dengan akurasi, precision, recall, F1-score, atau AUC-ROC, diakhiri dengan analisis hasil dan kesimpulan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Datasets

Pada tahap pengumpulan data, penelitian ini menggunakan dataset Sleep Health and Lifestyle dari Kaggle. Dataset ini mencakup 374 data dengan 13 kolom, yang terdiri dari berbagai variabel terkait kesehatan tidur dan gaya hidup, seperti durasi tidur, kualitas tidur, aktivitas fisik, pola makan, tingkat stres, dan faktor kesehatan lainnya. Dataset ini dipilih karena kelengkapan variabel yang mendukung penelitian dalam klasifikasi gangguan tidur berbasis machine learning, sehingga memberikan dasar yang kuat untuk analisis dan pengembangan model prediktif.

2. Tahap Processing Data

Pada tahap ini, dilakukan berbagai langkah pemrosesan awal terhadap data untuk meningkatkan kualitasnya sebelum digunakan dalam pemodelan. Preprocessing data sangat penting agar model yang digunakan dapat menghasilkan prediksi yang akurat dan menghindari bias akibat kualitas data yang buruk.

2.1 Handling Missing Values

Langkah pertama dalam preprocessing adalah menangani nilai yang hilang agar tidak menyebabkan bias atau mengurangi kualitas analisis. Metode yang digunakan meliputi pengisian dengan rata-rata, median, atau modus, serta interpolasi jika diperlukan. Jika jumlah nilai yang hilang terlalu banyak dan tidak dapat diperbaiki, data tersebut dapat dihapus dengan pertimbangan yang matang.

.

2.2 Feature Selection

Selanjutnya, dilakukan seleksi fitur untuk memilih variabel yang paling berpengaruh dalam analisis. Teknik yang digunakan mencakup analisis korelasi, uji statistik, dan metode berbasis machine learning guna menghilangkan fitur yang kurang relevan atau tidak memiliki kontribusi signifikan terhadap hasil penelitian.

2.3 Encoding

Agar data kategori dapat digunakan dalam pemodelan, dilakukan proses encoding untuk mengubah data non-numerik menjadi bentuk numerik. Teknik yang digunakan meliputi one-hot encoding untuk kategori nominal dan label encoding untuk kategori ordinal.

2.4 Normalisasi

Untuk memastikan bahwa setiap fitur memiliki skala yang seimbang, dilakukan normalisasi data. Metode yang umum digunakan mencakup Min-Max Scaling, yang merentangkan nilai dalam rentang tertentu, serta standarisasi dengan Z-score agar distribusi data lebih seimbang dan tidak ada variabel yang mendominasi dalam analisis.

2.5 Class Balancing

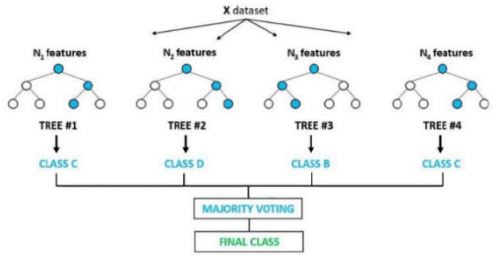
Distribusi kelas yang tidak seimbang dapat menyebabkan model cenderung memprediksi kelas mayoritas, sehingga perlu dilakukan penyeimbangan kelas. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE), yang bekerja dengan mensintesis sampel baru berdasarkan sampel minoritas yang sudah ada. Dengan metode ini, model dapat belajar dari kedua kelas secara lebih seimbang, sehingga mengurangi risiko bias dalam pemodelan.

3. Pemodelan

Tahap ini, dilakukan pembangunan model pembelajaran mesin untuk melaksanakan proses klasifikasi. Proses pemodelan mencakup tiga aspek utama: pemilihan algoritma, pelatihan model, dan evaluasi kinerja. Dalam implementasinya, dipilih empat algoritma utama yaitu Random Forest Classifier, XGBoost, Support Vector Machine (SVM), dan MLPClassifier (Neural Network).

3.1 Random Forest Classifier

Random Forest Classifier adalah algoritma ensemble berbasis pohon keputusan yang membangun banyak pohon secara acak dan menggabungkan hasilnya untuk meningkatkan akurasi serta mengurangi risiko overfitting. Algoritma ini menggunakan teknik Bootstrap Aggregating (Bagging), dengan pemilihan fitur secara acak pada setiap pemisahan node menggunakan kriteria seperti Gini Impurity atau Information Gain. Pada Gambar 2 ditampilkan arsitektur Random Forest, di mana dataset dibagi menjadi beberapa subset secara acak, lalu setiap subset digunakan untuk melatih pohon keputusan secara independen. Hasil prediksi dari seluruh pohon digabungkan menggunakan metode voting mayoritas untuk klasifikasi atau rata-rata (averaging) untuk regresi. Pendekatan ini mampu meningkatkan stabilitas dan akurasi model serta mengurangi risiko overfitting.



Gambar 2. Random Forest Classifier

Perhitungan entropy untuk menentukan tingkat polusi atribut dan informasi yang diperoleh dimulai dengan membangun pohon keputusan. Entropy sendiri mengukur tingkat ketidakmurnian data, yaitu sejauh mana distribusi kelas dalam suatu atribut tidak homogen atau beragam (Adi & Wintarti, 2022). Berikut adalah rumus yang diterapkan untuk menghitung nilai entropy:

$$\hat{y} = arg\left(\sum_{i=1}^{n} I\left(h_i(x) = k\right)\right) \quad (1)$$

Keterangan dari rumus Random Forest yaitu :

$\hat{y}$ = Hasil prediksi akhir

K = Kelas target (label) yang mungkin.

n = Jumlah pohon dalam hutan.

$h_i(x)$ = Prediksi dari pohon ke-iii untuk input x.

I = Fungsi indikator yang bernilai 1 jika kondisi terpenuhi dan 0 jika tidak.

3.2 XGBoost

XGBoost (Extreme Gradient Boosting) adalah algoritma pembelajaran mesin berbasis teknik boosting yang dikembangkan untuk meningkatkan performa prediksi model dengan cara menggabungkan beberapa pohon keputusan (decision trees) yang lebih lemah menjadi model yang lebih kuat. Teknik ini bekerja dengan memperbaiki model secara iteratif, di mana setiap model yang baru dibangun berfokus pada kesalahan yang dibuat oleh model sebelumnya. XGBoost terkenal karena kemampuannya dalam menangani dataset yang besar dan kompleks serta memiliki performa yang tinggi dalam berbagai kompetisi analisis data.

$$L(\theta) = \sum_{i=1}^{n} l\left(y_i, \hat{y}_i\right) + \sum_{k=1}^{K} \Omega\left(f_k\right) \quad (2)$$

Keterangan dari rumus XGBoost yaitu :

$L(\theta)$ = adalah fungsi objektif total yang ingin diminimalkan.

$l\left(y_i, \hat{y}_i\right)$ = adalah fungsi kehilangan (loss function) yang mengukur perbedaan antara nilai yang diprediksi (adalah fungsi kehilangan (loss function) yang mengukur perbedaan antara nilai yang diprediksi ($\hat{y}_i$) dan nilai aktual (y_i)\

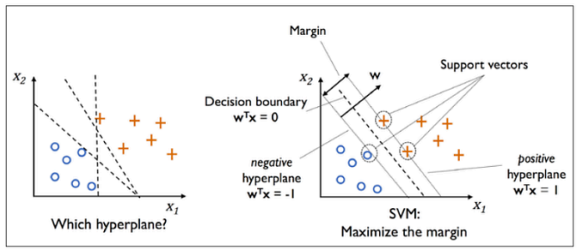
$\Omega\left(f_k\right)$ = adalah fungsi regularisasi yang mengontrol kompleksitas pohon keputusan ke- k untuk menghindari overfitting.

n = adalah jumlah sampel data.

K = adalah jumlah pohon yang dibangun selama proses boosting.

3.3 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) adalah algoritma pembelajaran mesin untuk klasifikasi dan regresi yang mencari hyperplane optimal guna memisahkan dua kelas data dengan margin maksimal. Hyperplane ini berfungsi sebagai batas keputusan, sementara support vectors adalah titik data terdekat dari masing-masing kelas. SVM efektif untuk dataset kecil maupun besar serta bekerja baik pada data berdimensi tinggi (Abdusyukur, 2023). Algoritma ini diperkenalkan oleh Vladimir Vapnik dan Alexey Chervonenkis pada 1963, kemudian dikembangkan pada 1990-an dengan kernel trick untuk menangani data yang tidak terpisahkan secara linear. Pada gambar 3, arsitektur SVM memperlihatkan beberapa kemungkinan hyperplane di sebelah kiri, tetapi tidak semuanya memiliki margin optimal. Di sebelah kanan, ditunjukkan konsep utama SVM, yaitu hyperplane yang memaksimalkan margin antara dua kelas. aris putus-putus menunjukkan hyperplane positif dan negatif dengan persamaan $w^{T}x=1$ dan $1w^{T}x=-1$, sementara garis tengah $w^{T}x= 0$ adalah decision boundary. Titik terdekat dengan hyperplane disebut support vectors dan berperan menentukan margin optimal.



Gambar 3 Arsitektur Support Vektor Machine (SVM)

Rumus Svm:

$$(w \,.\, xi) + b = 0 \tag{3}$$

Di mana:

1. w adalah vektor bobot yang menentukan orientasi hyperplane.
2. xi adalah vektor fitur dari data ke-i.
3. b adalah bias, yang menentukan pergeseran hyperplane dari titik asal.
4. 0 menunjukkan bahwa hyperplane berada di tengah antara dua kelas.
5.

Data yang termasuk dalam kelas (-1) dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$(w \,.\, xi + b) \leq -1 \tag{4}$$

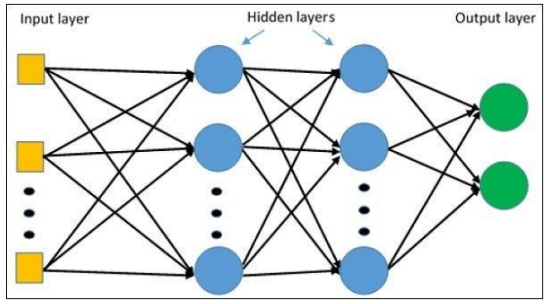
Sedangkan data yang termasuk dalam kelas (+1) dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$(w \,.\, xi + b) \geq 1 \tag{5}$$

3.4 MLPClassifier

MLPClassifier (Neural Network) adalah jaringan saraf tiruan yang menggunakan backpropagation untuk mengenali pola non-linear dalam data. Algoritma ini memungkinkan penyesuaian jumlah hidden layers, neuron, dan fungsi aktivasi, tetapi memerlukan waktu komputasi lebih lama dan sensitif terhadap skala data, sehingga normalisasi penting sebelum pelatihan. Model ini diimplementasikan menggunakan scikit-learn dan XGBoost dengan optimasi parameter untuk klasifikasi penyakit tiroid. Pada gambar 4, arsitektur Multi-Layer Perceptron terdiri dari input layer yang menerima data, hidden layers yang memproses pola dengan bobot dan fungsi aktivasi, serta output layer yang menghasilkan prediksi akhir.

.



Gambar 4 Arsitektur MultiLayer Perceptron (Neural Network

4. Optuna Hyperparameter Tuning

Pada tahap ini, dilakukan penyesuaian hyperparameter model menggunakan Optuna, pustaka berbasis Python yang memanfaatkan teknik pencarian efisien seperti Tree-structured Parzen Estimator (TPE) untuk menemukan kombinasi parameter terbaik secara otomatis. Optuna bekerja dengan mengeksplorasi berbagai kombinasi hyperparameter secara adaptif menggunakan

mekanisme berbasis bayesian optimization untuk memandu pencarian ke arah parameter optimal secara lebih efektif. Proses tuning dilakukan dengan mendefinisikan ruang pencarian parameter, menjalankan simulasi percobaan, dan mengevaluasi hasilnya hingga diperoleh konfigurasi optimal. Keunggulan Optuna adalah kemampuannya dalam menyesuaikan strategi pencarian berdasarkan hasil sebelumnya dan mendukung paralelisasi untuk mempercepat proses pencarian parameter terbaik.

5. Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah matriks yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap nilai aktual dari dataset. Matriks ini memberikan gambaran rinci tentang bagaimana model mengklasifikasikan setiap kelas dalam dataset, termasuk kesalahan yang terjadi.

Dari *confusion matrix*, ada beberapa metrik kinerja model yang dapat dihitung seperti akurasi, *recall* (sensitivitas), presisi, dan F1 *score* yang umumnya digunakan untuk mengukur performa model. Untuk model klasifikasi biner, confusion matrix memiliki struktur seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Struktur *Confusion Matrix*

Kelas Prediksi	Kelas Aktual Label Positif	Label Negatif
Prediksi Positif	*True Positive* (TP)	*False Positive* (FP)
Prediksi Negatif	*False Negative* (FN)	*True Negative* (TN)

Keterangan :
TN : Data negatif dan diprediksi benar sebagai negatif
TP : Data negatif dan diprediksi benar sebagai positif
FP : Data negatif dan diprediksi salah sebagai positif
FN : Data positif dan diprediksi salah sebagai negative

5.1 Interpretasi Confusion Matrix

Dari confusion matrix, kita dapat menghitung beberapa metrik evaluasi utama yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Accuracy (Akurasi)

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (6)$$

2. Precision (Presisi)

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (7)$$

3. Recall (Sensitivitas / True Positive Rate)

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (8)$$

4. F1-score

$$F1\ Score = 2 \times \frac{Recall \times Precision}{Recall-Precision} \quad (9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan berbagai metode normalisasi fitur, pengkodean kategorikal, dan teknik penyeimbangan data untuk mengidentifikasi kombinasi preprocessing yang menghasilkan akurasi terbaik dalam klasifikasi gangguan tidur. Normalisasi fitur dilakukan menggunakan StandardScaler, MinMaxScaler, dan RobustScaler untuk

memastikan distribusi data yang lebih seimbang dan meningkatkan efektivitas algoritma pembelajaran mesin. Selain itu, pengkodean data kategorikal diuji dengan OneHotEncoder dan OrdinalEncoder guna memahami dampaknya terhadap performa model. Untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas dalam dataset, diterapkan teknik SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique), yang bertujuan untuk meningkatkan representasi kelas minoritas. Melalui kombinasi berbagai metode ini, penelitian bertujuan untuk menentukan konfigurasi preprocessing terbaik yang dapat meningkatkan akurasi serta matrik evaluasi lainnya dalam membangun model klasifikasi yang lebih optimal.

1. Evaluasi Model Random Forest

Model Random Forest diuji menggunakan berbagai kombinasi teknik scaling, encoding, dan sampling untuk menentukan konfigurasi preprocessing yang optimal. Berdasarkan Tabel 2, performa model Random Forest tanpa tambahan optimasi Optuna menghasilkan akurasi 94%, recall 94%, presisi 94%, dan F1-score 94%. Sedangkan model Random Forest dengan tambahan optimasi Optuna menghasilkan akurasi 97%, recall 97%, presisi 97%, dan F1-score 97%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan Optuna sebagai alat optimasi hiperparameter memberikan peningkatan kinerja pada model Random Forest dalam penelitian ini, meskipun peningkatannya tidak terlalu signifikan. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa konfigurasi hiperparameter awal sudah cukup optimal, namun tuning lebih lanjut dengan Optuna masih mampu menemukan kombinasi parameter yang sedikit lebih baik.

Tabel 2. Perbandingan Model Random Forest dengan Optuna

Model	Accuracy	Recall	Precision	F1-Score
Random Forest	0.94	0.94	0.94	0.94
Random Forest+Optuna	0.97	0.97	0.97	0.97

2. Evaluasi Model XGBoost

XGBoost (Extreme Gradient Boosting) adalah algoritma pembelajaran mesin berbasis pohon keputusan yang menggabungkan teknik boosting untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi overfitting. Pada Tabel 3, model XGBoost menunjukkan performa terbaik dalam klasifikasi gangguan tidur. Sebelum optimasi, model ini memiliki akurasi 96%, recall 96%, presisi 96%, dan F1-score 96%. Setelah optimasi dengan Optuna, performanya meningkat sedikit dengan semua metrik mencapai 97%. Model ini menggunakan preprocessing seperti StandardScaler untuk normalisasi, OrdinalEncoder untuk encoding variabel kategorikal, dan SMOTE untuk menangani ketidakseimbangan kelas. Hasil ini menunjukkan bahwa Optuna memberikan sedikit peningkatan performa, mengindikasikan bahwa konfigurasi awal XGBoost sudah cukup optimal.

Tabel 3. Perbandingan Model XGBoost dengan Optuna

Model	Accuracy	Recall	Precision	F1-Score
XGBoost	0.96	0.96	0.96	0.96
XGBoost+Optuna	0.97	0.97	0.97	0.97

3. Evaluasi Model Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) adalah algoritma pembelajaran mesin yang mencari hyperplane optimal untuk memisahkan kelas dalam data, sehingga efektif dalam tugas klasifikasi. Pada Tabel 4, model SVM menunjukkan peningkatan performa yang signifikan setelah penerapan Optuna Hyperparameter Tuning. Sebelum optimasi, model SVM memiliki akurasi 93%, recall 93%, presisi 93%, dan F1-score 93%. Setelah optimasi dengan Optuna,

semua metrik meningkat drastis hingga 98%. Model ini menggunakan preprocessing seperti StandardScaler untuk normalisasi, OrdinalEncoder untuk encoding variabel kategorikal, dan SMOTE untuk menangani ketidakseimbangan kelas. Hasil ini menunjukkan bahwa tuning hiperparameter dengan Optuna mampu secara signifikan meningkatkan kinerja model SVM dalam penelitian ini.

Tabel 4. Perbandingan Model SVM dengan Optuna

Model	Accuracy	Recall	Precision	F1-Score
SVM	0.93	0.93	0.93	0.93
SVM+Optuna	0.98	0.98	0.98	0.98

4. Evaluasi Model MLP

Model Multi-Layer Perceptron (MLP) diuji menggunakan berbagai kombinasi teknik preprocessing untuk menentukan konfigurasi yang optimal. Berdasarkan Tabel 5, performa model MLP tanpa tambahan optimasi Optuna menghasilkan akurasi 96%, recall 96%, presisi 96%, dan F1-score 96%. Sedangkan model MLP dengan tambahan optimasi Optuna menghasilkan akurasi 97%, recall 97%, presisi 97%, dan F1-score 97%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan Optuna sebagai alat optimasi hiperparameter mampu meningkatkan kinerja model MLP secara signifikan dalam penelitian ini. Hal ini mengindikasikan bahwa tuning hiperparameter dengan Optuna dapat membantu menemukan konfigurasi parameter yang lebih baik untuk meningkatkan performa model.

Tabel 5. Perbandingan Model MLP dengan Optuna

Model	Accuracy	Recall	Precision	F1-Score
MLP	0.96	0.96	0.96	0.96
MLP +Optuna	0.97	0.97	0.97	0.97

KESIMPULAN

Penelitian Penelitian ini menunjukkan bahwa optimasi hyperparameter menggunakan Optuna dapat meningkatkan performa model dalam klasifikasi gangguan tidur. Berdasarkan hasil eksperimen, sebelum optimasi, model Random Forest memiliki akurasi 94%, XGBoost 96%, SVM 93%, dan MLP 96%. Setelah dioptimasi dengan Optuna, performa model meningkat menjadi 97% untuk Random Forest, 97% untuk XGBoost, 98% untuk SVM, dan 97% untuk MLP. Teknik preprocessing data, seperti StandardScaler untuk normalisasi, OrdinalEncoder untuk encoding variabel kategorikal, serta SMOTE untuk menangani ketidakseimbangan kelas, terbukti meningkatkan stabilitas dan generalisasi model. Selain itu, Optuna secara signifikan meningkatkan performa model, terutama pada SVM, yang mengalami peningkatan akurasi paling besar setelah optimasi. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa Optuna tidak hanya mengurangi kompleksitas eksplorasi hyperparameter secara manual tetapi juga meningkatkan efisiensi dan akurasi model dalam klasifikasi gangguan tidur. Pendekatan ini memiliki potensi besar dalam mendukung sistem diagnosis medis berbasis kecerdasan buatan, memungkinkan deteksi gangguan tidur yang lebih cepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Roth, T. (2007). Insomnia: Definition, Prevalence, Etiology, and Consequences. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 3*(5), S7-S101..

[2] Jean-Louis, G., Zizi, F., Clark, L.T., Brown, C.D., & McFarlane, S.I. (2008). Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease: role of the metabolic syndrome and its components. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 4*(3), 261–272.
[3] Dauvilliers, Y., et al. (2021). Work productivity and activity impairment in patients with narcolepsy. *Journal of Sleep Research, 30*(6), e140873.
[4] Fortier-Brochu, É., & Morin, C.M. (2014). Cognitive impairment in individuals with insomnia: clinical significance and correlates. *SLEEP, 37*(11), 1787-1794.
[5] Farrell, S. (2021). The Detrimental Effects of Inadequate Sleep on the Economy. *Sacred Heart University*.
[6] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Pedoman Penanganan Gangguan Tidur*. Jakarta: Kemenkes RI..
[7] X. Huang, Z. Wang, and S. Z. Li, "Deep Learning for Sleep Apnea Detection Using Electrocardiogram," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 66, no. 1, pp. 1-12, 2019.
[8] A. Biswal, H. Nagarajan, and S. Chandran, "A Machine Learning Approach for Detecting Sleep Disorders: A Review," *International Journal of Computer Applications*, vol. 180, no. 10, pp. 44-48, 2018.
[9] L. Cortes and V. Vapnik, "Support Vector Networks," *Machine Learning*, vol. 20, no. 3, pp. 273-297, 1995.
[10] T. Chen and C. Guestrin, "XGBoost: A Scalable Tree Boosting System," in *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2016, pp. 785-794.
[11] L. Breiman, "Random Forests," *Machine Learning*, vol. 45, no. 1, pp. 5-32, 2001.
[12] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep Learning," *Nature*, vol. 521, no. 7553, pp. 436-444, 2015.
[13] Y. Chen, C. K. Xie, and P. Zhou, "Support Vector Machine-Based Sleep Stage Classification Using EEG Signals," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 28, no. 2, pp. 299-308, 2020.
[14] Y. Liu, W. Liu, and H. Li, "Detection of Sleep Apnea Using Extreme Gradient Boosting," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 132122-132130, 2020.
[15] M. Rahman, M. A. Khan, and M. N. Ahmed, "Using Random Forest for Sleep Disorder Classification," *Journal of Medical Systems*, vol. 45, no. 3, pp. 72-80, 2021.
[16] R. Supratak, Y. Dong, and C. Wu, "DeepSleepNet: A Deep Learning Framework for Sleep Stage Scoring," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 64, no. 5, pp. 1077-1086, 2017.
[17] K. Akiba, S. Sano, T. Yanase, and T. Ohta, "Optuna: A Next-generation Hyperparameter Optimization Framework," *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*, 2019, pp. 2623-2631.
[18] Chawla, N. V., K. W. Bowyer, L. Hall, dan W. P. Kegelmeyer, "SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique," Journal of Artificial Intelligence Research, vol. 16, pp. 321-357, 2002.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7381

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Metode *Single Exponential Smoothing* Pada Analisa Peramalan Penjualan Voucher

Sulistyowati, Fairuz Abadi Muthahari, Andy Rachman, Resa Uttungga, Ruli Utami
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: sulis_tyowati@itats.ac.id

ABSTRACT

Sales forecasting is an important aspect of business management, especially in determining marketing strategies and product stock procurement. For PT. XYZ, a retail company for game vouchers, optimizing inventory management is crucial to maintain customer satisfaction. In order to avoid losses due to stock shortages or surpluses of voucher products, it is necessary to analyze and predict the voucher sales for the upcoming week. This study discusses the implementation of the Single Exponential Smoothing (SES) method in forecasting game voucher sales at PT. XYZ. The SES method is chosen because of its ability to handle data with not too significant fluctuations, as well as its ease of use. The study is conducted using voucher sales data over a 52-week period, from August 2022 to August 2023. The analysis results show that the SES method can provide quite accurate forecasting results for the sales data at α = 0.6. Accuracy testing is carried out using MAPE, and the forecast results are considered very good, with a value of 4.26%.

Keywords: Sales forecasting, Single Exponential Smoothing, inventory stock, voucher

ABSTRAK

Peramalan penjualan merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen bisnis, terutama dalam menentukan strategi pemasaran dan pengadaan stok produk. Bagi PT. XYZ sebagai perusahaan retail voucher game, proses optimalisasi manajemen persediaan stok adalah sangat penting untuk mempertahankan kepuasan konsumen. Agar perusahaan tidak mengalami kerugian akibat kekurangan atau kelebihan stok produk voucher, maka perlu adanya analisa dalam memprediksi jumlah penjualan voucher pada periode minggu berikutnya. Penelitian ini membahas implementasi metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dalam analisis peramalan penjualan voucher game pada PT. XYZ. Metode SES dipilih karena kemampuannya dalam menangani data

dengan fluktuasi yang tidak terlalu signifikan, serta kemudahan dalam penggunaannya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data penjualan voucher dengan periode 52 minggu, mulai dari Agustus 2022 sampai Agustus 2023. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode SES mampu memberikan hasil peramalan yang cukup akurat untuk data penjualan pada $\alpha = 0{,}6$. Pengujian akurasi dilakukan dengan menggunakan MAPE dan diperoleh hasil peramalan bernilai sangat baik karena berada pada angka 4,26%.

Kata Kunci: Peramalan penjualan, Single Exponential Smoothing, persediaan stok, voucher

PENDAHULUAN

Peramalan penjualan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam manajemen bisnis, terutama dalam menjaga ketersediaan produk dan menghindari kerugian akibat kekurangan atau kelebihan stok [1]. Di tengah perkembangan pesat teknologi, salah satu inovasi yang berdampak besar pada dunia bisnis adalah kemunculan e-commerce, yang memberikan kemudahan bagi konsumen untuk berbelanja secara online, termasuk dalam hal pembelian voucher game [2]. Seiring dengan meningkatnya permintaan akan voucher game, perusahaan perlu menerapkan strategi yang efektif dalam mengelola persediaan untuk memastikan kelangsungan operasional yang optimal.

PT. XYZ sebagai perusahaan yang bergerak di bidang retail voucher game, menghadapi tantangan dalam memprediksi jumlah penjualan voucher pada periode tertentu. Seringkali terjadi perusahaan tidak dapat memprediksi permintaan produk dengan baik, karena kehabisan stok (jika permintaan lebih tinggi dari perkiraan) atau memiliki terlalu banyak stok yang tidak terjual (jika permintaan lebih rendah dari perkiraan). Sehingga diperlukan analisa peramalan yang akurat dapat membantu perusahaan untuk merencanakan pengadaan stok yang tepat, menghindari kekurangan atau kelebihan stok, serta meningkatkan efisiensi operasional [3]. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam peramalan penjualan adalah *Single Exponential Smoothing* (SES), yang menawarkan kemudahan penggunaan serta kemampuan untuk menangani data dengan fluktuasi yang tidak terlalu signifikan [4].

Penelitian ini akan membahas implementasi metode *Single Exponential Smoothing* dalam analisis peramalan penjualan voucher di PT. XYZ. Melalui penerapan metode ini, diharapkan dapat diperoleh hasil peramalan penjualan voucher yang lebih akurat pada periode berikutnya untuk mendukung pengelolaan stok dan strategi bisnis yang lebih efektif di masa depan.

TINJAUAN PUSTAKA

Peramalan Penjualan

Peramalan penjualan adalah suatu proses penting yang bertujuan untuk memprediksi produk yang kemungkinan akan terjual di masa depan dalam kondisi tertentu, berdasarkan data historis atau potensi kejadian yang akan datang [4]. Proses peramalan ini berperan dalam menentukan kebutuhan yang diperlukan untuk memenuhi permintaan barang atau jasa di masa mendatang, yang sangat penting bagi manajemen persediaan yang efektif [5]. Dalam proses penjualan, kelebihan stok karena faktor kedaluwarsa, perubahan preferensi konsumen, atau faktor lainnya dapat menyebabkan barang menjadi *dead stock*. Sebaliknya, kekurangan stok atau persediaan yang tidak mencukupi dapat mengakibatkan hilangnya kesempatan untuk melakukan penjualan (*lost opportunity*), yang pada gilirannya dapat mengurangi potensi pendapatan. Strategi yang tepat untuk mengurangi kerugian adalah dengan memprediksi jumlah penjualan [6]. Analisa data dari periode sebelumnya sangat diperlukan untuk mengidentifikasi tren, sehingga dapat dapat memilih metode peramalan yang sesuai [7]. Langkah berikutnya adalah memanfaatkan data tersebut untuk memprediksi periode berikutnya dengan memperhatikan nilai kesalahan yang sekecil mungkin.

Metode *Single Exponential Smoothing* (SES)

Single Exponential Smoothing atau Penghalusan Eksponensial adalah metode peramalan yang menggunakan teknik rata-rata bergerak dengan memberikan bobot pada data berdasarkan fungsi eksponensial [8]. *Single Exponential Smoothing* sangat efektif untuk peramalan dalam jangka menengah dan jangka panjang [9]. Keunggulan utama dari metode *Single Exponential Smoothing* terletak pada kemudahan penggunaannya, dengan tingkat kompleksitas yang rendah, serta kemampuannya untuk menyesuaikan data sesuai dengan konsistensinya menggunakan nilai alpha [10]. Persamaan dari *Single Exponential Smoothing* :

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan :

F_{t+1} = Nilai peramalan untuk period ke $t + 1$
α = Konstanta pemulusan
F_t = Peramalan untuk periode t
X_t = Nilai aktual

***Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)**

Untuk mengukur tingkatan kesalahan perbandingan antara nilai hasil peramalan dengan nilai aktual (permintaan yang sesungguhnya terjadi), salah satu teknik yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE dihitung dengan cara membagi selisih absolut antara hasil peramalan dan nilai aktual setiap periode dengan nilai aktual periode tersebut, kemudian menghitung rata-rata dari persentase kesalahan absolut yang dihasilkan [11]. Nilai akhir MAPE tersebut kemudian digunakan untuk menyatakan tingkat kemampuan peramalan. Nilai MAPE >50% menyatakan kemampuan peramalan yang kurang baik, nilai MAPE >20-50% menyatakan kemampuan peramalan yang cukup baik, nilai MAPE 10-20% menyatakan kemampuan peramalan yang baik dan nilai MAPE <10% menyatakan kemampuan peramalan yang sangat baik [12]. Persamaan MAPE adalah sebagai berikut :

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{t=1}^{n} \left| \frac{Y_t - \bar{Y}_t}{Yt} \right| x\ 100 MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum_{t=1}^{n} \left| \frac{Xt - Ft}{Xt} \right| \frac{Xt - Ft}{Xt} x\ 100\ \%$$

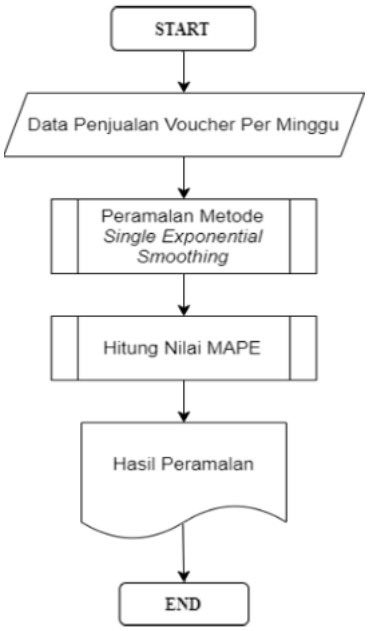
…….....(2)

Keterangan :

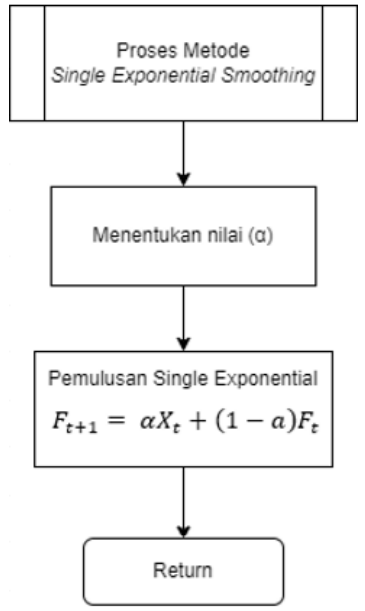
Y_t = Data *actual value* pada periode ke - t
$\bar{Y}_t$ = Data Forecast value pada periode ke – t
n = Jumlah data aktual yang digunakan
t = Periode ke – t

METODE

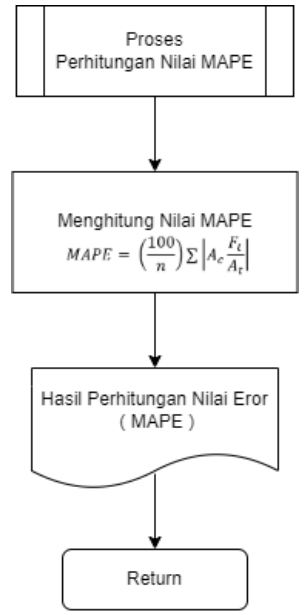
Untuk analisa data, penelitian ini menggunakan data penjualan voucher pada PT. XYZ dalam rentang periode 52 minggu atau 1 tahun terakhir, yaitu pada bulan Agustus 2022 sampai bulan Agustus 2023. Berikut adalah flowchart proses analisis peramalan penjualan voucher, seperti pada Gambar 1. Sedangkan untuk flowchart metode SES dapat dilihat pada Gambar 2, dan untuk flowchart perhitungan MAPE dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Flowchart peramalan



Gambar 2. Flowchart metode SES



Gambar 3. Flowchart MAPE

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Analisa Peramalan

Untuk perhitungan analisa, data aktual yang digunakan adalah data penjualan voucher Garena 330 Shell dari minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-52, yang kemudian akan dihitung untuk mengetahui prediksi penjualan pada minggu ke-53, seperti pada Tabel 1.

Table 1. Data penjualan voucher Garena 330 Shell selama 52 minggu

Periode	Penjualan	Periode	Penjualan	Periode	Penjualan
Minggu - 1	505	Minggu - 18	400	Minggu - 36	292
Minggu - 2	490	Minggu - 19	399	Minggu - 37	300
Minggu - 3	475	Minggu - 20	409	Minggu - 38	323
Minggu - 4	454	Minggu - 21	340	Minggu - 39	331
Minggu - 5	450	Minggu - 22	379	Minggu - 40	333
Minggu - 6	464	Minggu - 23	350	Minggu - 41	328
Minggu - 7	470	Minggu - 24	359	Minggu - 42	330
Minggu - 8	490	Minggu - 25	389	Minggu - 43	328
Minggu - 9	462	Minggu - 26	350	Minggu - 44	307

Minggu - 10	457	Minggu - 27	338	Minggu - 45	335
Minggu - 11	445	Minggu - 28	360	Minggu - 46	320
Minggu - 12	440	Minggu - 29	340	Minggu - 47	313
Minggu - 13	457	Minggu - 30	320	Minggu - 48	299
Minggu - 14	438	Minggu - 31	310	Minggu - 49	321
Minggu - 15	420	Minggu - 32	301	Minggu - 50	306
Minggu - 16	418	Minggu - 33	324	Minggu - 51	280
Minggu - 17	405	Minggu - 34	304	Minggu - 52	300
Minggu - 18	412	Minggu - 35	400		

Perhitungan Peramalan

Selanjutnya dilakukan perhitungan peramalan menggunakan persamaan (1) dengan bobot alpha (α) = 0.6 sebagai berikut :

$$F_2 = (0.6)(505) + (1 - 0.6)(505) = 505$$
$$F_3 = (0.6)(490) + (1 - 0.6)(505) = 496$$
$$F_4 = (0.6)(475) + (1 - 0.6)(496) = 483$$
$$F_5 = (0.6)(454) + (1 - 0.6)(483) = 466$$
$$F_6 = (0.6)(450) + (1 - 0.6)(466) = 456$$

..... dst

$$F_{49} = (0.6)(299) + (1 - 0.6)(317) = 306$$
$$F_{50} = (0.6)(321) + (1 - 0.6)(306) = 315$$
$$F_{51} = (0.6)(306) + (1 - 0.6)(315) = 310$$
$$F_{52} = (0.6)(280) + (1 - 0.6)(310) = 292$$
$$F_{53} = (0.6)(300) + (1 - 0.6)(292) = 297$$

Perhitungan Nilai MAPE

MAPE merupakan nilai kesalahan dari peramalan yang telah dilakukan. Perhitungan nilai MAPE dihitung menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$M_2 = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{490-505}{490}\right| = 3.1$$
$$M_3 = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{475-496}{475}\right| = 4.4$$
$$M_4 = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{454-483}{454}\right| = 6.5$$
$$M_5 = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{450-466}{450}\right| = 3.5$$
$$M_6 = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{464-456}{464}\right| = 1.7$$

..... dst

$$M_{48} = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{299-317}{299}\right| = 6.0$$
$$M_{49} = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{321-306}{321}\right| = 4.6$$

$$M_{50} = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{306-315}{306}\right| = 3.0$$
$$M_{51} = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{280-310}{280}\right| = 10.6$$
$$M_{52} = \left(\frac{100}{1}\right)\left|\frac{300-292}{300}\right| = 2.7$$

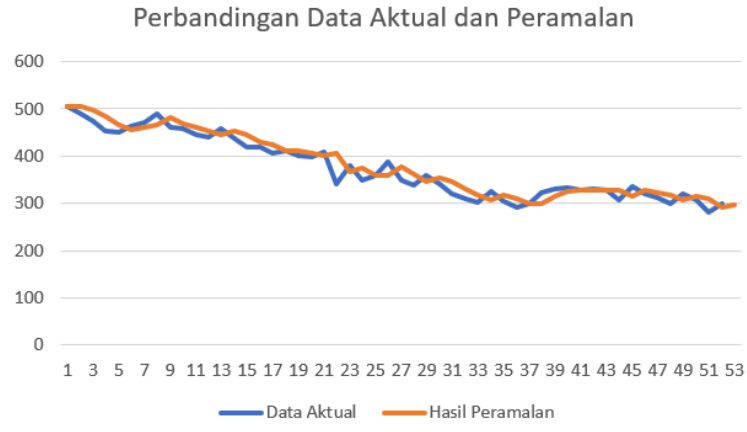
Hasil perhitungan rata – rata MAPE pada alpha 0.1 sampai 0.9 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil peramalan dan rata-rata MAPE

Periode	Bulan	Data Aktual (Xt)	Peramalan							
			0.1	**0.2**	**0.3**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**
1	Agust 2022	505	505	505	505	505	505	505	505	505
2		490	505	505	505	505	505	505	505	505
3		475	504	502	501	498	496	495	493	492
4		454	501	497	493	486	483	481	479	477
5	Sept 2022	450	496	488	481	470	466	462	459	456
6		464	491	480	472	460	456	454	452	451
7		470	489	477	469	462	461	461	462	463
8		490	487	476	470	466	466	467	468	469
9	Okt 2022	462	487	479	476	478	481	483	486	488
10		457	485	475	472	470	469	468	467	465
11		445	482	472	467	464	462	460	459	458
12		440	478	466	461	454	452	450	448	446
13	Nov 2022	457	474	461	454	447	445	443	442	441
14		438	473	460	455	452	452	453	454	455
15		420	469	456	450	445	444	442	441	440
16		418	464	449	441	433	429	427	424	422
17	Des 2022	405	460	443	434	425	423	421	419	418
18		412	454	435	425	415	412	410	408	406
19		400	450	430	421	414	412	411	411	411
20		399	445	424	415	407	405	403	402	401
21	Jan 2023	409	440	419	410	403	401	400	400	399
22		340	437	417	410	406	406	406	407	408
23		379	427	402	389	373	366	360	353	347
24		350	423	397	386	376	374	373	374	376
25	Feb 2023	359	415	388	375	363	360	357	355	353
26		389	410	382	370	361	359	358	358	358
27		350	408	383	376	375	377	380	383	386
28		338	402	377	368	362	361	359	357	354
29	Mar 2023	360	396	369	359	350	347	344	342	340
30		340	392	367	359	355	355	355	356	358
31		320	387	362	354	348	346	345	343	342
32		310	380	353	343	334	330	327	325	322
33	Apr 2023	301	373	345	333	322	318	315	313	311
34		324	366	336	324	311	308	305	303	302

Periode	Bulan	Data Aktual (Xt)	Peramalan							
			0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
35		304	362	334	324	318	318	318	320	322
36		292	356	328	318	311	309	308	307	306
37	Mei 2023	300	350	321	310	301	299	297	295	293
38		323	345	316	307	301	300	299	299	299
39		331	342	318	312	312	314	316	318	321
40		333	341	320	318	321	324	326	328	330
41	Juni 2023	328	340	323	322	327	329	331	332	333
42		330	339	324	324	328	329	329	329	328
43		328	338	325	326	329	329	330	330	330
44		307	337	326	326	328	329	329	328	328
45	Juli 2023	335	334	322	321	318	316	313	311	309
46		320	334	325	325	326	327	329	330	332
47		313	333	324	323	323	323	323	322	321
48		299	331	322	320	318	317	316	315	314
49	Agust 2023	321	328	317	314	309	306	304	302	300
50		306	327	318	316	315	315	316	317	319
51		280	325	315	313	310	310	309	308	307
52		300	320	308	303	295	292	289	286	283
53		?	318	307	302	298	297	297	297	298
RATA-RATA MAPE			**10.10**	**6.19**	**4.99**	**4.51**	**4.33**	**4.26**	**4.38**	**4.34**

Berdasarkan Tabel 2 diatas, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata MAPE terkecil berada pada alpha = 0,6 yaitu sebesar 4.26 %. Berikut adalah grafik perbandingan data aktual dan hasil peramalan yang sudah diuji, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Peramalan

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* tidak berbeda jauh dengan data aktual yang dimiliki.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa peramalan yang telah dilakukan pada penjualan voucher pada periode 52 minggu mulai dari Agustus 2022 sampai Agustus 2023 dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dan ketentuan nilai $\alpha = 0{,}6$ maka dapat diprediksi bahwa untuk penjualan pada 1 periode (minggu) berikutnya adalah sejumlah 297. Akurasi peramalan yang dilakukan dengan pengujian MAPE, dapat disimpulkan bahwa metode Single Exponential Smoothing memiliki kemampuan yang sangat baik untuk meramalkan penjualan voucher karena berada pada angka 4,26%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ramadhan, S.; Sasmito, A.P. and Ariwibisono, F.X.. (2023). *Peramalan Penjualan Barang Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing Di Toko Swalayan Gembira Mart*, JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, vol. 7, no. 5, pp. 3031-3037.

[2] Sulistyowati; Pahlawansah, H.; Sumerli, C.H.; Octiva, C.S. and Muafiqie, H.. (2023). *Measurement Analysis of the Level of E-Commerce Adoption Readiness in SMEs Using Technology Readiness Index Method,* Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi, vol. 5, no.2, pp. 193-197.

[3] Dewantara, R. and Giovanni, J.. (2023). *Analisis Peramalan Item Penjualan dalam Optimalisasi Stok Menggunakan Metode Least Square*, Jurnal Krisnadana, vol. 3, no. 1, pp. 59-66.

[4] Rochim, Bahrur; Yuana, Haris and Febrinita, Filfda. (2025). *Penerapan Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing Dalam Meramalkan Penjualan pada Toko Zoey Mart*, Aurelia: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Indonesia, vol. 4, no. 1, pp. 373-389.

[5] Sinaga, H.D.E. and Irawati, Novica. (2018). *Perbandingan Double Moving Average Dengan Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Bahan Medis Habis Pakai*, JURTEKSI: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, vol. 4, no. 2, pp. 197-204.

[6] Santoso, Agus B.; Rumetna, M.S. and Isnaningtyas, K.. (2021). *Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Untuk Analisa Peramalan Penjualan*, Jurnal Media Informatika Budidarma, vol. 5, no. 2, pp. 756-761.

[7] Utami, Ruli and Atmojo, Suryo. (2017). *Perbandingan Metode Holt Exponential Smoothing dan Winter Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Souvenir*, Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, vol. 11, no. 2, pp. 123-130.

[8] Ginantra, Ni Luh W.S.R. and Anandita, I.B.G.. (2019). *Penerapan Metode Single Exponential Smoothing DalamPeramalan Penjualan Barang*, Jurnal Sains Komputer & Informatika, vol. 3, no. 2, pp. 433-441.

[9] Santiari, N. P. L. and Rahayuda, I. G. S.. (2020). *Penerapan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Pada Toko Gitar*, JOINTECS: Journal of Information Technology and Computer Science, vol. 5, no. 3, pp. 203-210.

[10] Mahajan, S.; Chen, l. J. and Tsai, T. C. (2018). *Short-Term PM2.5 Forecasting Using Exponential Smoothing Method: A Comparative Analysis*, Sensors, vol. 18, no. 10, pp. 3223.

[11] Nabilah, Ida and Ranggadara, Indra. (2020). *Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi HasilPrediksi Komoditas Laut*, Journal of Information System, vol. 5, no. 2, pp. : 250-255.

[12] Utami, Ruli; Rafiqi, S. M.; Putri, A. Y. P. And Atmojo, S.. (2024). *Analisa Peramalan Penjualan Bibit Menggunakan Metode Holt-Winter Additive,* Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan XII. Surabaya: Intitut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7395

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan OCTAVE-S untuk Manajemen Risiko Keamanan Informasi di Perusahaan Kredit

Rendy Aditya Rahman, Adib Pakarbudi, Zuli Maulidati

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: adib@itats.ac.id

ABSTRACT

The development of information technology has made information systems a strategic element in business operations, including at PT. ABC, a company engaged in motor vehicle financing. Although information systems such as SOLO's facilitate customer data and transaction management, they remain vulnerable to various security threats and risks. Currently, PT. ABC has not conducted a comprehensive risk assessment of its information systems, leaving potential vulnerabilities unidentified systematically. This study aims to identify IT assets, evaluate security risks, and formulate mitigation strategies using the Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation for Small Organizations (OCTAVE-S) method. The analysis is conducted in three phases: building an asset-based threat profile, identifying infrastructure vulnerabilities, and developing security mitigation strategies. The evaluation results indicate that collaborative security management, IT security monitoring, security architecture, and incident management require greater attention. Therefore, the recommended mitigation strategies include implementing data encryption, enhancing user authentication, and strengthening security monitoring. This study concludes that the OCTAVE-S approach helps PT. ABC systematically and proactively understand IT security risks. By implementing appropriate controls, the company can enhance the protection of IT assets and minimize the impact of threats on business continuity.

Keywords: *Information security, risk management, OCTAVE-S, information systems, threat mitigation*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi telah menjadikan sistem informasi sebagai elemen strategis dalam operasional bisnis, termasuk di PT. ABC, yang bergerak di bidang pengkreditan kendaraan bermotor.

Meskipun sistem informasi seperti SOLO's memberikan kemudahan dalam pengelolaan data pelanggan dan transaksi, sistem ini tetap menghadapi berbagai ancaman dan risiko keamanan. Saat ini, PT. ABC belum melakukan penilaian risiko yang komprehensif terhadap sistem informasi yang digunakan, sehingga potensi kerentanan masih belum teridentifikasi secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aset TI, mengevaluasi risiko keamanan, serta merumuskan strategi mitigasi menggunakan metode Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation for Small Organizations (OCTAVE-S). Analisis dilakukan dalam tiga fase: membangun profil ancaman berbasis aset, mengidentifikasi kerentanan infrastruktur, serta mengembangkan strategi mitigasi keamanan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa aspek manajemen keamanan kolaboratif, pemantauan keamanan TI, arsitektur keamanan, dan manajemen insiden memerlukan perhatian lebih. Oleh karena itu, rekomendasi strategi mitigasi meliputi penerapan enkripsi data, peningkatan autentikasi pengguna, serta pemantauan keamanan yang lebih ketat. Dari penelitian ini, disimpulkan bahwa pendekatan OCTAVE-S membantu PT. ABC dalam memahami risiko keamanan TI secara lebih sistematis dan proaktif. Dengan implementasi kontrol yang tepat, perusahaan dapat meningkatkan perlindungan terhadap aset TI serta meminimalkan dampak ancaman terhadap kelangsungan bisnis.

Kata kunci: Keamanan informasi, manajemen risiko, OCTAVE-S, sistem informasi, mitigasi ancaman.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mengubah peran sistem informasi dari sekadar sistem pendukung menjadi sistem strategis yang mendukung tujuan perusahaan dan menciptakan nilai tambah. Di berbagai sektor, sistem informasi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mendorong inovasi, mempercepat pengambilan keputusan berbasis data, serta membangun keunggulan kompetitif[1][2][3]. Dalam bisnis, sistem informasi memungkinkan otomatisasi dan analisis data yang lebih cepat, sementara dalam pendidikan dan pemerintahan, digitalisasi melalui sistem informasi meningkatkan akses, transparansi, dan efektivitas layanan [4]. Dengan integrasi yang tepat, sistem informasi menjadi kunci dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing di era digital[1]. Salah satu perusahaan yang menerapkan SI/TI dalam operasional bisnisnya adalah PT.ABC.

PT. ABC adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengkreditan kendaraan bermotor dan memiliki beberapa cabang. Untuk mendukung operasionalnya, perusahaan menggunakan sistem informasi yang terkomputerisasi dan terintegrasi guna mempermudah pencapaian tujuan bisnis. Namun, meskipun sistem ini memberikan banyak manfaat, ditemukan beberapa kendala dalam implementasinya. Sistem tidak selalu berjalan optimal atau sesuai dengan tujuan perusahaan akibat perubahan kebutuhan manajemen, seperti pembaruan (*update*), peningkatan fitur (*enhancement*), serta adaptasi terhadap situasi tertentu, seperti fluktuasi suku bunga.Selain itu, kerahasiaan dan keamanan data menjadi perhatian utama perusahaan, mengingat PT. ABC bergerak di sektor jasa yang menyimpan data pelanggan. Kepedulian terhadap keamanan data ini sejalan dengan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik. Selain untuk memenuhi regulasi, menjaga data perusahaan juga menjadi prioritas guna mencegah kebocoran informasi yang dapat dimanfaatkan oleh kompetitor. Permasalahan ini menunjukkan bahwa pengelolaan sistem informasi dan teknologi informasi (SI/TI) harus dilakukan dengan tepat dan diaudit secara berkala agar selaras dengan tujuan organisasi.

Ketidakpastian dari risiko dalam pengelolaan SI/TI dapat menimbulkan konsekuensi yang merugikan atau membahayakan bagi perusahaan[5][6][7]. Namun, risiko dan ancaman ini dapat dihadapi dengan menerapkan manajemen risiko yang baik, sehingga perusahaan dapat mengambil keputusan secara terstruktur dengan mempertimbangkan berbagai ketidakpastian [8][9][10]. Dengan pendekatan yang tepat, perusahaan dapat mengelola risiko SI/TI secara efektif untuk memastikan keberlanjutan operasional dan keamanan aset bisnisnya. Namun, meskipun terdapat beberapa kendala dan risiko yang mungkin terjadi pada PT.ABC, namun hingga saat ini pihak manajemen belum pernah melakukan penilaian risiko pada sistem informasi yang saat ini digunakan. Salah satu sistem yang menjadi aset penting perusahaan adalah Sistem SOLO's. Sistem ini merupakan sistem transaksi dalam perusahaan yang menyimpan data-data krusial

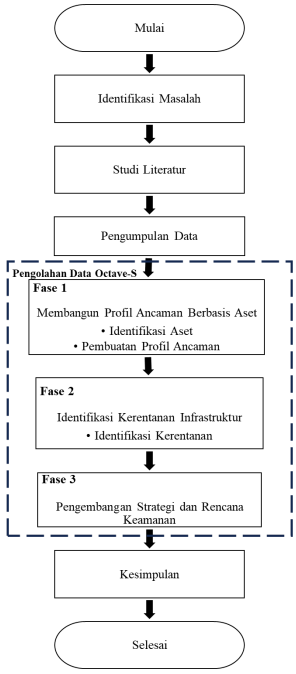
seperti informasi nasabah, riwayat pembayaran, detail kredit kendaraan, serta laporan keuangan. Data-data ini bersifat sensitif dan memiliki peran penting dalam operasional perusahaan, sehingga gangguan atau ancaman terhadap sistem dapat berdampak signifikan pada kelangsungan bisnis dan kepercayaan nasabah. Tetapi pada kenyataanya, aset penting ini tidak terlepas dari gangguan ataupun ancaman. Seperti yang diketahui bahwa gangguan atau ancaman pada suatu sistem akan mempengaruhi keberlangsungan proses bisnis sebuah perusahaan [11][12]. Sedangkan, sebuah institusi atau lembaga yang menggantungkan sebagian besar proses bisnisnya pada sistem informasi akan mengalami kendala yang serius ketika sistem yang diterapkan tidak berjalan dengan semestinya menurut [13][14].

Untuk meminimalkan risiko ancaman pada PT. ABC, perlu dilakukan penilaian terhadap sistem informasi yang digunakan. Dengan demikian, perusahaan dapat mengidentifikasi tingkat kerentanan dan besarnya risiko pada setiap aset kritis. Hasil penilaian ini memungkinkan PT. ABC menerapkan kontrol yang tepat berdasarkan tingkat prioritas dan tingkat ancaman risiko yang paling besar. Berbagai kerangka kerja telah dikembangkan untuk menghadapi risiko TI dalam suatu organisasi. Salah satunya adalah *Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation* (OCTAVE), yang digunakan untuk mengidentifikasi ancaman dan risiko TI[5]. Namun, bagi perusahaan kecil dengan jumlah pegawai kurang dari 80 orang, pendekatan OCTAVE-S lebih sesuai. Implementasi metode ini dapat membantu mengevaluasi risiko pada setiap aset TI serta menghasilkan rekomendasi infrastruktur TI berdasarkan hasil mitigasi risiko. Dalam beberapa tahun terakhir penelitian serupa yang berkaitan dengan penerapan metode Octave-S telah banyak dilakukan di Indonesia. Namun dari penelitian-penelitian tersebut tidak banyak yang berfokus pada satu aplikasi atau aplikasi keuangan, melainkan keamanan informasi secara umum[8][11][15]. Selain itu tidak banyak peneliti yang menjelaskan keunggulan dan keefektifan dari metode OCTAVE-S dan hanya berfokus hasil manajemen risiko pada studi kasus yang digunakan[7][13].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membantu PT. ABC dalam mengidentifikasi aset TI dan profil risiko yang dihadapi. Dalam proses manajemen risiko ini, peneliti akan menggunakan pendekatan OCTAVE-S untuk mengevaluasi keamanan aset TI yang dimiliki perusahaan. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk perusahaan dengan skala kecil hingga menengah dan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tingkat risiko serta ancaman terhadap sistem informasi. Hasil analisis ini akan digunakan untuk menyusun rekomendasi langkah mitigasi guna meningkatkan keamanan sistem informasi perusahaan, sehingga PT. ABC dapat lebih siap dalam menghadapi potensi ancaman dan memastikan keberlangsungan operasional bisnisnya.

METODE

Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan kualitatif untuk proses pengumpulan data. Adapun Teknik yang digunakan adalah observasi dan wawancara dengan mengacu kerangka OCTAVE-S sebagai metode untuk melakukan analisis risiko. Untuk lebih jelasnya metode penelitian ini telah dipaparkan pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Gambar 1 merupakan alur penelitian yang dimulai dari identifikasi permasalahan, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, serta kesimpulan.

Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dalam studi kasus penerapan OCTAVE-S untuk manajemen risiko keamanan informasi di PT ABC dilakukan melalui wawancara, kuesioner, dan observasi. Wawancara dilakukan dengan menggunakan pedoman metode OCTAVE-S kepada pihak-pihak terkait dalam manajemen risiko dan keamanan informasi di perusahaan, seperti tim IT dan manajemen operasional. Kuesioner digunakan untuk mengidentifikasi praktik keamanan yang telah diterapkan serta kesadaran karyawan terhadap risiko keamanan informasi. Selain itu, observasi dilakukan untuk memahami proses bisnis yang berjalan, mengidentifikasi aset-aset penting yang mendukung layanan perusahaan, serta mengamati potensi risiko yang dapat terjadi. Untuk memastikan keakuratan data, proses verifikasi dilakukan agar informasi yang diperoleh benar-benar valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

Pengolahan Data OCTAVE-S

Pengolahan data dalam penerapan OCTAVE-S untuk manajemen risiko keamanan informasi di PT ABC dilakukan berdasarkan tiga fase utama. Sebelum dilakukan pengolahan data, validasi data dilakukan menggunakan teknik *member checking*, yaitu dengan mengonfirmasi hasil identifikasi aset, ancaman, dan kerentanan kepada informan untuk memastikan bahwa interpretasi data sesuai dengan pengalaman mereka.. Fase pertama, Membangun Profil Ancaman Berbasis Aset, mencakup dua proses, yaitu identifikasi aset yang bertujuan untuk mengidentifikasi aset-aset kritis yang mendukung operasional perusahaan, serta pembuatan profil ancaman guna mengevaluasi potensi ancaman yang dapat mempengaruhi aset tersebut. Fase kedua, Identifikasi Kerentanan Infrastruktur yang berfokus pada analisis kelemahan sistem yang dapat dieksploitasi oleh ancaman. Fase ketiga, Pengembangan Strategi dan Rencana Keamanan, melibatkan identifikasi dan analisis risiko guna menentukan tingkat

risiko yang dihadapi perusahaan, serta pengembangan strategi perlindungan dan mitigasi sebagai langkah untuk meminimalkan dampak dari ancaman yang telah diidentifikasi. Dengan mengikuti pedoman OCTAVE-S ini, PT ABC dapat menyusun strategi keamanan informasi yang lebih terstruktur dan efektif dalam melindungi aset pentingnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan, berikut ini merupakan analisis dan pembahasan yang disusun berdasarkan data yang diperoleh dengan mengacu pada metode OCTAVE-S sebagai kerangka evaluasi.

Profil Ancaman Berbasis Aset

Dalam penelitian ini Penentuan Profil Ancaman Berbasis aset merupakan langkah Pada fase pertama dalam proses pengolahan data. Pada tahap ini dilakukan evaluasi aspek organisasi yang meliputi penetapan kriteria evaluasi dampak dan identifikasi aset penting organisasi serta mengevaluasi praktik keamanan yang saat ini diterapkan dalam organisasi. Proses penetapan kriteria evaluasi dampak berfungsi sebagai pedoman dalam proses identifikasi dampak risiko pada tahap evaluasi kerentanan. Dari hasil wawancara di dapatkanlah hasil seperti yang tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Evaluasi Dampak

No	Kategori Dampak	Kriteria Dampak
1	Privasi	Sedang
2	Ketersediaan dan Keamanan Sistem	Sedang
3	Finansial	Tinggi
4	Reputasi & Kepercayaan Pelanggan	Rendah
5	Produktivitas	Rendah

Penetapan kriteria evaluasi dampak tersebut diambil melalui proses wawancara serta Menggunakan data dari insiden atau kejadian sebelumnya. Proses ini Setelah mengetahui berbagai data insiden yang telah terjadi selanjutnya adalah mengidentifikasi Aset apa saja yang terdampak dari insiden tersebut. Adapun daftar aset yang telah teridentifikasi dapat dilihat pada tabel 2. Dengan menetapkan kriteria evaluasi dampak Untuk mengetahui hasil Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Aset Kritis

No	Kategori Aset	Aset Penting
1	Aset Informasi, Sistem, dan Aplikasi	Aplikasi SOLO's
2	Aset Manusia	Staff IT
		Staff Accounting
		Staff Sales and Marketing
		Staff Purchasing

Setelah mengidentifikasi aset kritis maka selanjutnya mengidentifikasi apa saja praktik keamanan yang telah dilakukan oleh PT. ABC dalam memproteksi aset-aset yang dimiliki. Berdasarkan hasil evaluasi praktik keamanan di PT ABC, ditemukan bahwa beberapa aspek telah dikelola dengan baik, sementara lainnya masih memerlukan perbaikan. Tiga praktik dengan status *green* menunjukkan bahwa pengendalian akses fisik, sistem dan manajemen jaringan, serta

autentikasi dan otorisasi telah diterapkan dengan efektif. Namun, sembilan praktik berada pada status *yellow* yang mengindikasikan perlunya peningkatan dalam kebijakan, pengelolaan kerentanan, serta enkripsi data. Selain itu, tiga praktik masuk dalam kategori *red* yang menunjukkan adanya risiko tinggi akibat lemahnya koordinasi, pemantauan, serta desain sistem keamanan. Oleh karena itu area yang memiliki status *stoplight* kuning dan merah akan dilakukan upaya mitigasi. Adapun hasil dari evaluasi tersebut ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Evaluasi Praktik Keamanan

No	Praktik Keamanan	*Stoplight*
1.	Kesadaran dan Pelatihan Keamanan	*Yellow*
2.	Strategi Keamanan	*Yellow*
3.	Manajemen Keamanan	*Yellow*
4.	Peraturan dan Kebijakan Keamanan	*Yellow*
5.	Manajemen Keamanan Kolaboratif	*Red*
6.	Perencanaan Contingency/ Pemulihan Bencana	*Yellow*
7.	Pengendalian Akses Fisik	*Green*
8.	Pemantauan dan Audit Keamanan Fisik	*Yellow*
9.	Sistem dan Manajemen Jaringan	*Green*
10.	Pemantauan dan Audit Keamanan TI	*Red*
11.	Auntentikasi dan Otoritasi	*Green*
12.	Manajemen Kerentanan	*Yellow*
13.	Enkripsi	*Yellow*
14.	Perencangan dan Arsitektur Keamanan	*Red*
15.	Manajemen Insiden	*Yellow*

Berdasarkan hasil evaluasi praktik keamanan tersebut maka menunjukkan bahwa keamanan informasi pada PT. ABC memiliki berbagai ancaman. Hasil identifikasi ancaman terhadap aset yang dimiliki PT. ABC telah disusun menjadi profil ancaman seperti yang ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Profil Ancaman

No	**Aset Penting**	**Ancaman**	**Sumber Ancaman**
1	Aplikasi SOLO's	Serangan siber (hacking, malware, ransomware)	Peretas eksternal
		Kebocoran data pelanggan	Insider threat (karyawan yang tidak bertanggung jawab)
2	Staff IT	Insider threat	Karyawan yang tidak beretika
		Social engineering (phishing, manipulasi psikologis)	Pihak eksternal yang ingin mengeksploitasi kelemahan SDM
3	Staff Accounting	Pencurian atau penyalahgunaan data keuangan	Karyawan internal
			Pihak eksternal yang berhasil mendapatkan akses

4	Staff Sales and Marketing	Kebocoran data pelanggan	Serangan phishing
		Akses tidak sah ke sistem CRM	Pihak eksternal yang menyusup ke sistem
5	Staff Purchasing	Penyalahgunaan data pemasok	Karyawan internal yang menyalahgunakan akses
		Manipulasi transaksi	Pihak eksternal dengan akses tidak sah

Kerentanan Infrastruktur

Berdasarkan hasil evaluasi praktik keamanan, keamanan informasi di PT ABC tidak hanya menghadapi berbagai ancaman, tetapi juga menunjukkan tingkat kerentanan yang tinggi terhadap risiko keamanan. Kategori *yellow* dalam evaluasi mengindikasikan bahwa beberapa aspek keamanan meningkatkan kemungkinan terjadinya pelanggaran keamanan. Sementara itu, kategori *red* menunjukkan adanya kelemahan yang dapat memperbesar dampak risiko apabila terjadi serangan atau kegagalan sistem. Tabel 5 menunjukkan kerentanan yang telah teridentifikasi.

Tabel 5. Identifikasi Kerentanan

Aset Penting	Evaluasi Keamanan	Kerentanan	Dampak Potensial
Aplikasi SOLO's	Manajemen Keamanan Kolaboratif (*Red*)	Kurangnya enkripsi data	Kebocoran data
	Pemantauan & Audit Keamanan TI (*Red*)	Kurangnya pemantauan dan audit keamanan	Ketidaktersediaan sistem akibat kegagalan infrastruktur yang tak terdeteksi
	Enkripsi (*Yellow*)	Potensi serangan siber (hacking, malware)	Serangan siber (hacking, malware)
Staff IT	Kesadaran & Pelatihan Keamanan (*Yellow*)	Kesadaran keamanan rendah	Penyalahgunaan akses
	Strategi Keamanan (*Yellow*)	Kurangnya strategi keamanan	Serangan social engineering
	Perencanaan Pemulihan Bencana (*Yellow*)	Tidak ada rencana kontinjensi yang kuat	Downtime layanan
Staff Accounting	Manajemen Keamanan (*Yellow*)	Manajemen keamanan yang lemah	Manipulasi transaksi
	Autentikasi & Otorisasi (*Green*)	Kurangnya autentikasi ganda	Penyalahgunaan data keuangan
Staff Sales and Marketing	Pengendalian Akses Fisik (*Green*)	Kurangnya pengendalian akses	Akses tidak sah ke CRM
	Pemantauan & Audit Keamanan Fisik (*Yellow*)	Kurangnya pemantauan data pelanggan	Kebocoran data pelanggan
Staff Purchasing	Peraturan & Kebijakan Keamanan (*Yellow*)	Kurangnya kebijakan keamanan terkait transaksi	Penipuan atau manipulasi keuangan
	Manajemen Insiden (*Yellow*)	Tidak ada prosedur mitigasi insiden keuangan	Kerugian finansial

Strategi dan Rencana Keamanan

Berdasarkan profil ancaman dan kerentanan mencerminkan ketidaksempurnaan dalam penerapan kontrol keamanan. Sehingga dapat dikatakan bahwa PT ABC masih rentan terhadap risiko kebocoran data, akses tidak sah, serta gangguan operasional yang dapat merugikan bisnis.

Oleh karena itu, peningkatan strategi keamanan dan mitigasi risiko menjadi langkah penting untuk memperkuat ketahanan sistem informasi perusahaan. Adapun rencana mitigasi yang telah disusun ditampilkan pada tabel 6.

Tabel 6. Rencana Mitigasi

No	Aset Penting	Risiko yang Dihadapi	Strategi Perlindungan	Rencana Mitigasi
1	Aplikasi SOLO's	Kebocoran data	Implementasi enkripsi data	Konfigurasi enkripsi AES-256
		ketidaktersediaan sistem akibat kegagalan infrastruktur yang tak terdeteksi	Penerapan pemantauan dan audit berkala	Penerapan SIEM untuk monitoring
		Serangan siber (hacking, malware)	Firewall dan IDS/IPS	Backup data secara berkala
2	Staff IT	Penyalahgunaan akses	Pelatihan kesadaran keamanan rutin	Workshop keamanan 2x setahun
		Serangan social engineering	Penerapan kebijakan akses berbasis peran (RBAC)	Multi-factor authentication (MFA)
		Downtime layanan	Penerapan Kebijakan Disaster Recovery Plan (DRP)	Penyusunan dan pengujian Disaster Recovery Plan (DRP)
3	Staff Accounting	Manipulasi transaksi	Audit internal keuangan rutin	Implementasi sistem logging
		Penyalahgunaan data keuangan	Penerapan autentikasi ganda	Integrasi MFA dengan aplikasi keuangan
4	Staff Sales and Marketing	Akses tidak sah ke CRM	Pemantauan aktivitas user di CRM	Logging & alerting terhadap akses mencurigakan
		Kebocoran data pelanggan	Pengendalian akses berbasis kebutuhan (least privilege)	Implementasi Data Loss Prevention (DLP)
5	Staff Purchasing	Penipuan atau manipulasi keuangan	Penerapan kebijakan persetujuan multi-level	Implementasi digital signature
		Kerugian finansial	Audit transaksi berkala	Penerapan fraud detection system

KESIMPULAN

Penerapan metode OCTAVE-S untuk manajemen risiko keamanan informasi di PT ABC dilakukan melalui tiga fase utama. Pada fase pertama, perusahaan mengidentifikasi aset penting dan mengevaluasi praktik keamanannya, menemukan beberapa area seperti manajemen keamanan kolaboratif dan manajemen insiden yang masih perlu diperbaiki. Pada fase kedua, analisis infrastruktur mengungkapkan kerentanan pada aplikasi SOLO's dan data keuangan terhadap serangan siber, kebocoran data, serta penyalahgunaan akses. Untuk itu, pada fase ketiga, PT ABC mengembangkan strategi mitigasi berupa enkripsi data, multi-factor authentication (MFA), audit berkala, dan pelatihan keamanan. Penerapan OCTAVE-S ini membantu PT ABC mengelola risiko keamanan secara lebih terstruktur dan meningkatkan perlindungan aset informasi serta manusia. Dari penerapan metode ini, dapat disimpulkan bahwa kerangka kerja OCTAVE-S memberikan pendekatan yang sistematis dalam manajemen risiko keamanan informasi, dimulai dari identifikasi aset dan ancaman, analisis kerentanan, hingga pengembangan strategi perlindungan yang sesuai dengan kondisi organisasi. Dengan berfokus pada aspek teknologi, proses bisnis, dan manusia, OCTAVE-S memungkinkan organisasi untuk mengelola

risiko keamanan secara proaktif dan meningkatkan ketahanan sistem informasi mereka terhadap berbagai ancaman yang berkembang. Namun Evaluasi berkala tetap diperlukan untuk memastikan efektivitas strategi menghadapi ancaman baru. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji keberhasilan dan efektivitas strategi mitigasi tersebut, khususnya dalam konteks penerapan sistem informasi keuangan di perusahaan kredit.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Pakarbudi, E. Enjelina, A. P. P. Yoga, and H. A. Bayu, "ANALISIS KESIAPAN PT. ABC DALAM PENERAPAN E- MANUFACTURING MELALUI PENGUKURAN STRATEGIC ALIGNMENT MATURITY MODEL," *INDEXIA Inform. Comput. Intell. J.*, vol. 05, no. 1, pp. 59–71, May 2023, doi: 10.30587/indexia.v5i01.5465.

[2] A. Pakarbudi, W. Lumadi, A. Aisyah P.K., and R. Antika Dewi P., "Analisis Strategi Sistem Informasi dan Teknologi Informasi Pada RS ABC Surabaya di Masa Pandemi COVID-19 Menggunakan Model Ward and Peppard," *JATISI J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 3, pp. 2626–2640, Sep. 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i3.2955.

[3] S. N. Rachman and A. Pakarbudi, "Analisa Pengukuran Keselarasan Strategi Bisnis dan TI Menggunakan Metode SAMM LUFTMAN," in *SNESTIK IV*, Surabaya Indonesia: Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Apr. 2024, pp. 137–146. [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/snestik/article/view/5836

[4] Adib Pakarbudi, Anugrah Yoga Adipratama, Dicky Eko Ardianto, and Zendi Asriel Adrian Jaya, "PENINGKATAN EFEKTFITAS USER INTERFACE (UI) DAN USER EXPERIENCE (UX) MELALUI PENDEKATAN USER CENTERED DESIGN PADA WEBSITE E – LIBRARY BPSDMP KOMINFO SURABAYA," *ZONAsi J. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 76–87, Sep. 2022, doi: 10.31849/zn.v4i2.10974.

[5] A. Pakarbudi, D. T. Piay, D. Nurmadewi, and A. Rachman, "Analisa Efektivitas Metode Octave Allegro dan Fmea Dalam Penilaian Risiko Aset Informasi Pada Institusi Pendidikan Tinggi," *JURIKOM J. Ris. Komput.*, vol. 10, no. 2, p. 488, Apr. 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.5950.

[6] A. Zuhriyah and A. Pakarbudi, "Penilaian Risiko Keamanan Informasi Menggunakan Standar NIST SP 800-30 pada PT.XYZ," in *SNESTIK IV*, Surabaya Indonesia: Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Apr. 2024, pp. 377–389. [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/snestik/article/view/5835

[7] A. Gui, S. Gondodiyoto, and I. Timotius, "PENGUKURAN RESIKO Teknologi Informasi (TI) DENGAN METODE OCTAVE-S," *CommIT Commun. Inf. Technol. J.*, vol. 2, no. 1, p. 33, May 2008, doi: 10.21512/commit.v2i1.489.

[8] N. Budarsa, G. Indrawan, and A. Gunadi, "ANALISIS RISIKO KEAMANAN INFORMASI MENGGUNAKAN METODE OCTAVE ALLEGRO DAN ANALYTICAL HIRARCHY PROCESS PADA DATA CENTER PEMERINTAH KABUPATEN BULELENG," *J. Ilmu Komput. Indones. JIK*, vol. 7, no. 1, pp. 11–20, 2022, doi: 10.23887/jik.v7i1.3769.

[9] B. S. Deva and R. Jayadi, "Analisis Risiko dan Keamanan Informasi pada Sebuah Perusahaan System Integrator Menggunakan Metode Octave Allegro," *J. Teknol. Dan Inf.*, vol. 12, no. 2, pp. 106–117, Sep. 2022, doi: 10.34010/jati.v12i2.6829.

[10] S. Stephanus, "Implementation Octave-S and Iso 27001controls in Risk Management Information Systems," *ComTech Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 5, no. 2, p. 685, Dec. 2014, doi: 10.21512/comtech.v5i2.2225.

[11] F. R. B. Butar, E. Saputra, A. Marsal, and M. L. Hamzah, "Analisis Manajemen Risiko Keamanan Sistem Pengolahan Data Accurate Menggunakan Metode OCTAVE-S," *J. Sains Komput. Inform. J-SAKTI*, vol. 7, no. 2, pp. 675–685, Sep. 2023, doi: 10.30645/j-sakti.v7i2.676.

[12] A. N. Kurniawan and B. T. Hanggara, "Penerapan Manajemen Risiko Teknologi Informasi menggunakan Metode OCTAVE-S pada UPT Pusat Komputer Politeknik Negeri Malang," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 6, pp. 1802–1808, Jun. 2020.

[13] F. Nisa, M. Megawati, M. L. Hamzah, and I. Maita, "Analisis Manajemen Risiko Keamanan Sistem BMKGSoft Menggunakan Metode OCTAVE-S," *J. Ilm. Rekayasa Dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 8, no. 1, p. 62, Feb. 2022, doi: 10.24014/rmsi.v8i1.14334.

[14] S. P. Saragih, "Implementasi Octave-S Dalam Evaluasi Manajemen Resiko Sistem Informasi Pada Balai Pelatihan Kesehatan Batam," *J. Ilm. Inform. JIF*, vol. 06, no. 01, pp. 17–22, 2018, doi: 10.33884/jif.v6i01.413.

[15] L. Rahmawati and K. D. Hartomo, "Information Technology Security Risk Management using the OCTAVE-S Method," *SISTEMASI*, vol. 12, no. 3, p. 851, Sep. 2023, doi: 10.32520/stmsi.v12i3.3122.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7425

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Kriptografi Super Enkripsi Vigenere Cipher Dan Data Encryption Standard (Des) Pada Pengamanan Data Data Rekam Medis Pasien Rumah Sakit

Alief Saputra Lumban Gaol, Hafidz Anggara Amiral, S. Nurmuslimah

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: alief.saputra2526@gmail.com

ABSTRACT

Medical records are confidential data documents containing facts that depict the patient's condition that the healthcare professionals in the hospital have created. Due to the lack of proper medical record data processing, the hospital may face difficulties in managing administration. One method to secure medical record data in the management information system (MIS) is by employing the Vigenère Cipher algorithm. However, the Vigenère Cipher algorithm has weaknesses, so it requires combining it with other algorithms. The combination of two or more encryption algorithms in cryptography is called super encryption, which enhances the data security of the cryptographic system. In this research, the Vigenère cipher algorithm is combined with the Data Encryption Standard (DES). The DES algorithm has several advantages, including a relatively high level of security, easy implementation, and capability in different operating modes such as electronic codebook (ECB), cipher block chaining (CBC), and output feedback (OFB). This study is entitled "Implementing Super Encryption Cryptography: Vigenère Cipher and Data Encryption Standard (DES) to Secure Hospital Patient Medical Record Data. The test applied the Avalanche effect with average values as follows: Vigenère Cipher 5.96%, DES 20.14%, and Vigenère Cipher and DES 20.35%. Among the three tested methods, the highest Avalanche Effect (AE) value existed in the Vigenère Cipher and DES tests at 20.35%. Due to its highest complexity and randomness, it is suitable for use in securing hospital patient medical record data.

Keywords: *cryptography, encryption, Vigenère Cipher, DES, Avalanche Effect.*

ABSTRAK

Rekam medis adalah dokumen data confidential berisikan fakta yang menggambarkan keadaan pasien yang dibuat oleh petugas kesehatan di rumah sakit. Dengan tidak adanya pengolahan data rekam medis yang benar, rumah sakit akan menjadi lebih susah dalam mengatur administrasi sebagaimana yang diharapkan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengamankan data rekam medis pada sistem informasi manajemen (SIM) adalah dengan menggunakan algoritma Vigenère Cipher. Algoritma Vigenère Cipher memiliki kelemahan sehingga diperlukan penggabungan dengan algoritma lainnya. Kombinasi dari dua atau lebih algoritma enkripsi dalam kriptografi disebut super enkripsi, yang mana menjadikan sistem kriptografi menjadi lebih kuat dalam meningkatkan keamanan data. Dalam penelitian ini algoritma Vigenère Cipher digabungkan dengan DES (Data Encryption Standards). Algoritma DES memiliki beberapa kelebihan yaitu Tingkat keamanan yang cukup tinggi, implementasi mudah, dan kemampuan dalam mode operasi berbeda-beda seperti operasi Electronic Codebook (ECB), Cipher Block Chaining (CBC) dan Output Feedback (OFB). Pada penelitian "Implementasi Kriptografi Super Enkripsi Vigenère Cipher dan Data Encryption Standard (DES) Pada Pengamanan Data Rekam Medis Pasien Rumah Sakit" dilakukan pengujian dengan menggunakan Avalanche effect dengan nilai rata-rata : Vigenère Cipher 5,96%, DES 20,14%, dan Vigenère Cipher & DES 20,35%. Dari tiga metode yang diujikan, diperoleh nilai AE tertinggi yaitu pada pengujian Vigenère Cipher & DES sebesar 20,35%. Sehingga memiliki tingkat kerumitan dan keacakan tertinggi yang menjadikannya cocok untuk digunakan dalam pengamanan data rekam medis pasien rumah sakit.

Kata kunci: Kriptografi, Enkripsi, Vigenère Cipher, DES, Avalanche Effect.

PENDAHULUAN

Menjaga kerahasiaan rekam medis pasien sudah menjadi kewajiban dan tanggung jawab Fasilitas pelayanan Kesehatan karena rekam medis mengandung data pribadi pasien, berupa "dokumen serta catatan identitas pasien, penyakit, pengobatan, pemeriksaan, pelayanan dan tindakan lain yang diberikan kepada pasien. Oleh karena itu, menjaga kerahasiaan rekam medis pasien yang diberikan di fasilitas pelayanan kesehatan merupakan hal yang sangat penting [1]. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengamankan data rekam medis pada sistem informasi manajemen (sim) adalah dengan menggunakan algoritma Vigenère Cipher. RS Kasih herlina memiliki sebuah program sistem informasi manajemen yang digunakan untuk mengolah data pasien, tetapi sistemnya hanya digunakan untuk mengolah pasien tanpa adanya keamanan terhadap privasi pasien sehingga dinilai belum memadai untuk melindungi data rekam medis pasien dengan baik. Hal ini menimbulkan risiko terhadap kebocoran informasi data pasien yang dilakukan oleh pihak atau sekelompok orang yang tidak memiliki otoritas yang dapat mengancam privasi dan keamanan pasien. Dengan tidak adanya pengolahan data rekam medis yang benar, rumah sakit akan menjadi lebih susah dalam mengatur administrasi dari sebagaimana yang diharapkan. Oleh sebab itu Dibutuhkan adanya upaya dalam pengamanan untuk menjaga informasi data rekam medis dari orang atau sekelompok orang yang tidak memiliki hak akses atau otoritas. Terdapat banyak algoritma kriptografi yang dapat gabungkan bersama algoritma vigenere chiper untuk membuat suatu super enkripsi terlebih khususnya pada data teks, salah satu algoritma yang akan cocok untuk digabungkan antara lain : IDEA, BLOWFISH, AES dan DES [1]. Penelitian mengenai super enkripsi kombinasi Vigenère Cipher dan Advanced Encryption Standard (AES) telah dilakukan sebelumnya dan menunjukkan hasil yang cukup baik dalam mengamankan data teks [1]. Namun, hingga saat ini belum banyak penelitian yang membandingkan efektivitas kombinasi Vigenère Cipher dengan algoritma kriptografi lainnya, seperti Data Encryption Standard (DES), dalam konteks pengamanan data rekam medis. Algoritma Des (Data Encryption Standard) dapat digunakan dalam aplikasi sistem informasi manajemen (SIM) rekam medis. DES merupakan kriptografi simetris dan termasuk dalam jenis cipher block. Des dapat mengenkripsi 64 bit plaintext menjadi 64 bit ciphertext dengan memakai 56 bit subkey (subkunci). Subkunci ini diperoleh dari external key (kunci eksternal) yang berukuran 64 bit [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan

kualitas enkripsi dari penggunaan Super enkripsi kombinasi algoritma Vigenere Cipher dan Data Encryption Standard (DES) dalam pengamanan data rekam medis pasien di rumah sakit.

METODE

Algoritma Vigenere Cipher

Dalam proses pengerjaannya Vigenère Cipher sangat mirip dengan Caesar Cipher, adalah dengan menggeser setiap huruf dalam pesan (plainteks) sesuai dengan nilai kunci dalam deret alphabet. Namun, Vigenère Cipher menggunakan metode pertukaran abjad majemuk, dimana setiap huruf dalam pesan dienkripsi dengan memakai kunci yang berbeda (sesuai dengan pertukaran abjad), sedangkan dalam pengerjaan algoritma Caesar Cipher menerapkan metode pertukaran abjad tunggal di mana semua huruf di dalam pesan (plaintext) yang akan dienkripsi memakai kunci yang sama. Algoritma ini adalah salah satu algoritma kriptografi klasik yang banyak dipakai karena mudah diterapkan dan relatif aman jika kunci yang digunakan tidak diketahui oleh pihak yang tidak memiliki hak [4].

Enkripsi:

Enkripsi Vigenère Cipher dapat dijabarkan secara matematis dengan menggunakan persamaan :
$Ci = (Pi + Ki)mod\ n$

Dekripsi:

Sementara itu untuk proses dekripsi adalah sebagai berikut :

$Pi = (Ci - Ki)mod\ n$

Keterangan:

C = Cipherteks

P = Plainteks

K = Kunci

n = Jumlah karakter alphabet

i = 1,2,3,..., posisi karakter

Algoritma Data Encryption Standard (DES)

Algoritma Data Encryption Standard (DES) merupakan sistem kriptografi simetri dan termasuk dalam jenis cipher blok. DES bekerja pada blok 64 bit dan mengenkripsi 64 bit plaintext menjadi 64 bit ciphertext dengan memakai 56 bit internal key (kunci internal) atau subkey [5]. Kunci internal ini dihasilkan dari external key (kunci eksternal) yang memiliki panjang 64 bit. Untuk proses enciphering (enkripsi) terhadap blok plaintext dikerjakan setelah dibagi awal menjadi dua bagian (setiap blok plaintext) mengalami 16 putaran enkripsi yang masing-masing merupakan jaringan Feistel yang dinyatakan matematis dengan persamaan sebagai berikut :

Enkripsi :

Li= Ri – 1

Ri = Li – 1 $\oplus$ f(Ri – 1, Ki)

E(Ri – 1) $\oplus$ Ki = A

Pada setiap putaran enkripsi, fungsi ekspansi digunakan untuk memperbesar blok Ri–1 yang berukuran 32 bit menjadi blok 48 bit. Hasil dari perluasan tersebut kemudian enkripsi dengan XOR dengan kunci Ki yang menghasilkan vektor A. Vektor A kemudian dibagi menjadi 8 kelompok 6 bit yang masing-masing akan disubstitusikan menggunakan 8 kotak S-Box (S1

hingga S8). Masing-masing kotak S-Box akan memperoleh inputan 6 bit dan mengeluarkan keluaran 4 bit. Setiap 6 bit pertama akan disubstitusikan ke dalam kotak S-Box1, 6 bit kedua akan disubstitusikan ke dalam kotak S-Box2, dan seterusnya.

Dekripsi :

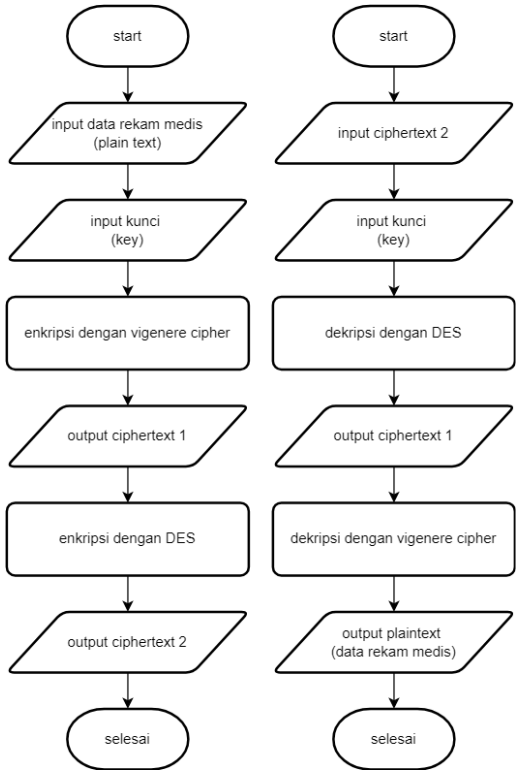
Untuk Proses dekripsi ciphertext adalah kebalikan dari proses enkripsi yang telah dijelaskan. Kunci yang akan dipakai pada proses dekripsi merupakan kebalikan daripada kunci yang dipakai pada proses enkripsi, yaitu K[16], K[15] hingga K[1]. Setiap putaran 1, 2, hingga 16, hasil dari setiap putaran dekripsi diperoleh dengan cara yang sama dengan proses enkripsi, adalah :

$Li = Ri - 1$

$Ri = Li - 1 \oplus f(Ri - 1, Ki)$

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada tahap ini menjelaskan tentang bagaimana suatu sistem dibentuk mulai dari penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa program, yang bertujuan untuk memudahkan dan memperjelas jalannya suatu pembuatan program atau aplikasi.



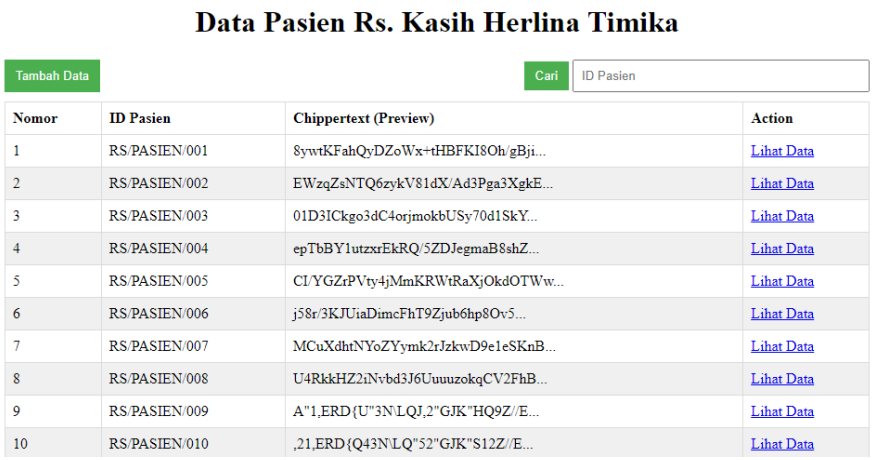
Gambar 1. *Flowchart* Algoritma Enkripsi dan Dekripsi

Gambar 1 menggambarkan flowchart enkripsi dan dekripsi dari algoritma Vigenere Cipher dan Data Encryption Standard (DES). Awalnya pengguna akan memasukkan data rekam medis (plaintext) terlebih dahulu, selanjutnya pengguna akan memasukkan kunci (key) untuk mengacak plaintext yang akan dienkripsi. Setelah itu, proses enkripsi akan dilakukan menggunakan algoritma vigenere cipher dengan menggunakan kunci yang dimasukkan pada langkah ke-2. Setelah menjadi chipertext, proses enkripsi akan dilakukan lagi menggunakan

algoritma DES dengan menggunakan kunci yang dimasukkan pada langkah ke-2. Setelah melalui enkripsi Vigenere Cipher dan DES, data rekam medis berhasil di enkripsikan. Sedangkan proses deskripsinya dilakukan dengan cara memasukkan Ciphertext yang didapat dari data rekam medis. Selanjutnya, pengguna akan memasukkan kunci Vigenere Cipher dan Data Encryption Standard (DES). Proses dekripsi DES akan dilakukan menggunakan kunci yang telah dimasukkan. Setelah itu, hasil Ciphertext akan didekripsi lagi menggunakan Vigenere Cipher. Proses dekripsi Vigenere Cipher akan dilakukan. Hasil dekripsi adalah plaintext (data rekam medis).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan Program



Gambar 2. Laman Dashboard program

Gambar 2 menjelaskan terkait tampilan dashboard dari program enkripsi data rekam medis, *button* tambah data berfungsi untuk *user* menambah data pasien yang hendak di enkripsi, untuk kolom pencarian berfungsi untuk mencari data rekam medis pasien berdasarkan ID pasien yang hendak dideskripsikan, untuk tabel didalam program berfungsi untuk menampilkan data rekam medis yang telah di enkripsikan berurutan berdasarkan ID Pasien.

Skenario Pengujian Untuk mengetahui kompleksitas dari kombinasi algoritma Vigenere Cipher dengan Data Encryption Standard (DES), penulis menggunakan Avalanche Effect. Avalanche effect merupakan sebuah cara untuk mengukur seberapa efektif proses enkripsi dalam mengubah pesan asli dengan melihat perbandingan antara jumlah bit cipherteks yang berubah dan jumlah bit plainteks sebelum diubah. Semakin besar persentase perubahan yang terjadi, semakin baik enkripsi yang dihasilkan [6]. Hal ini dikarenakan perubahan pada bit membuat perbedaan yang cukup sulit untuk dilakukan sebuah penyerangan. Pada pengujian ini digunakan rumus [7].

$$\text{Avalanche Effect} = \frac{Jumlah\ perubahan\ bit}{Jumlah\ bit\ total\ Cipherteks} \text{ x } 100\%$$

Berikut adalah hasil perhitungan Avalanche effect menggunakan 5 dataset dengan metode super enkripsi yakni kombinasi Vigenere cipher dan DES :

Tabel 1. Tabel nilai *Avalanche effect Vigenere-DES*

No	Data	Perubahan Bit	Total Bit	Nilai (AE)
1a	RS/PASIEN/001	1486	7232	20,547%
1b	RS/PASIEN/002			
2a	RS/PASIEN/003	1472	7424	19,827%
2b	RS/PASIEN/004			
3a	RS/PASIEN/005	1501	7424	20,218%
3b	RS/PASIEN/006			
4a	RS/PASIEN/007	1659	8064	20,572%
4b	RS/PASIEN/008			
5a	RS/PASIEN/009	1660	8064	20,585%
5b	RS/PASIEN/010			
Nilai Rata-Rata *Avalanche effect*				20,35%

Tabel 1 menampilkan nilai *Avalanche effect* metode *Vigenere-Des* dari 5 dataset (10 data berpasangan) dengan menggunakan rumus avalanche effect yang terdapat pada bab 4.4 perhitungannya sebagai berikut :

$$AE = \frac{1486}{7232} \text{ x } 100\% = 20{,}547\ \%$$

Setelah mendapat nilai avalanche effect 5 dataset, lakukan perhitungan untuk mencari rata-rata nilai avalanche effect (X) dengan menggunakan rumus :

$$X = \frac{Jumlah\ nilai\ AE}{Banyaknya\ Pengujian}$$

Dengan demikian, lakukan perhitungan nilai rata-rata avalanche effect dengan menggunakan data Vigenere-Des :

$$X = \frac{101{,}749}{5} \text{ x } 100\% = 20{,}35\%$$

Jadi, data Vigenere-Des menunjukkan rata-rata Avalanche effect 20,35%, Sebagai pembanding, rata-rata nilai Avalanche Effect untuk metode Vigenère adalah 5,96%, sedangkan untuk metode DES adalah 20,14%.

Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi Vigenère-DES memberikan peningkatan yang signifikan terhadap efek difusi (*Avalanche Effect*) jika dibandingkan dengan penggunaan Vigenère Cipher secara tunggal, dan sedikit lebih tinggi dari penggunaan DES secara mandiri. Hal ini mengindikasikan bahwa super enkripsi Vigenère-DES mampu memberikan perlindungan data yang lebih baik dalam konteks pengamanan data rekam medis.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pengujian dalam pengamanan data rekam medis pasien menggunakan metode super enkripsi Vigenere Cipher dan Data Encryption Standards (DES) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan Enkripsi pada data rekam medis pasien data digunakan untuk melindungi informasi sensitif terkait data rekam medis pasien dengan mengubah plaintext menjadi ciphertext atau sekumpulan karakter acak yang rumit.
2. Metode Super enkripsi Vigenere-Des lebih baik dalam meningkatkan keamanan data rekam medis, jika dibandingkan dengan metode Vigenere cipher atau Des saja, hasil dari nilai Avalanche effect metode super enkripsi kombinasi Vigenere cipher dan Des sebesar 20,35% sedangkan untuk metode Vigenere dan Des masing-masing memperoleh 5,96% serta 20,14%.
3. Dengan hasil Avalanche sebesar 20,35% menunjukkan bahwa metode vigenere-Des bisa digunakan untuk melindungi data rekam medis pasien, namun dengan hasil avalanche kurang dari 50% menunjukkan bahwa metode super enkripsi vigenere-des kurang optimal untuk digunakan hal ini disebabkan oleh keterbatasan kunci (Alfabet dan tidak lebih dari 8 byte) sehingga nilai avalanche yang dihasilkan hanya sebesar 20,35%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Nuraeni, F., Purnama Putra, Y., Hendriyani, I., Studi Teknik Informatika, P., & Tasikmalaya, S. (n.d.). IMPLEMENTASI KRIPTOGRAFI SUPER ENKRIPSI VIGENERE CIPHER DAN ADVANCED ENCRYTION STANDARD (AES) PADA PENGAMANAN DATA RIWAYAT PASIEN RUMAH SAKIT.

[2] Sentosa, Y. (2010). Algoritma DES untuk Keamanan Informasi pada Aplikasi Rekam Medis Elektronik.

[3] Sudrajat, A., & Gunadhi, E. (2016). PENGAMANAN DATA REKAM MEDIS PASIEN MENGGUNAKAN KRIPTOGRAFI VIGÈNERE CIPHER. http://jurnal.sttgarut.ac.id

[4] Dedi Irawan, M. (2017). IMPLEMENTASI KRIPTOGRAFI VIGENERE CIPHER DENGAN PHP. In JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI (JurTI) (Vol. 1, Issue 1).

[5] Rusri Yanti, N., Afrida Ritonga, D., Prorgram Studi Teknik Informatika STMIK Budidarma Medan, M., Sisingamangaraja No, J., & Limun Medan, S. (2018). Implementasi Algoritma Data Encryption Standard Pada Penyandian Record Database. In Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI (Issue 2). http://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jsakti

[6] Budi Handoko, L. (2022). PENGUJIAN AVALANCE EFFECT PADA KRIPTOGRAFI TEKS MENGGUNAKAN AUTOKEY CIPHER. 2 St Proceeding STEKOM, 2022.

[7] D. H. Sulaksono, “Multiple Encryption Dengan Menggunakan,” vol. XI, pp. 25–30, 2016.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7448

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Alat Klasifikasi Botol Bekas Menggunakan Computer Vision Untuk Mengurangi Sampah Plastik

Firdaus Sulaiman Syarif, dan Rika Revina

Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas
e-mail: fsulaiman508@gmail.com

ABSTRACT

The widespread use of plastic as a raw material for packaged drinks and the lack of awareness of the Indonesian people have caused uncontrolled plastic bottle waste. The purpose of this study is to develop and test a system to detect and classify plastic bottles in real-time using the YOLOv8 algorithm, which was chosen because it has better accuracy and speed than other object detection algorithms. The YOLOv8n model identifies plastic bottles into four categories: large, medium, small, and rejected. By integrating material and size identification into one system, this system overcomes the limitations of previous methods. Data were collected with an Arducam IMX-219 camera. The data consisted of 571 images with a resolution of 1020 x 500 pixels. Labelling was done with Roboflow, and model training was done with GPU by Google Colab. The test results showed a detection accuracy of 93.3%, with the best accuracy on medium bottles of 97%. This system can be implemented to sort plastic bottle waste effectively.

***Keywords**: YOLOv8, plastic bottles, object detection, classification, real-time.*

ABSTRAK

Maraknya penggunaan plastik sebagai bahan baku minuman kemasan dan kurangnya kesadaran masyarakat indonesia menyebabkan sampah botol plastik tidak terkendali.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji sistem untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan botol plastik secara real-time menggunakan algoritma YOLOv8, yang dipilih karena memiliki akurasi dan kecepatan yang lebih baik daripada algoritma mendeteksi objek lainnya. Model YOLOv8n mengidentifikasi botol plastik dalam empat kategori: besar, sedang, kecil, dan ditolak. Dengan mengintegrasikan identifikasi bahan dan ukuran ke dalam satu sistem, sistem ini mengatasi keterbatasan metode sebelumnya. Data dikumpulkan dengan kamera

Arducam IMX-219. Data terdiri dari 571 gambar dengan resolusi 1020 x 500 piksel. Pelabelan dilakukan dengan Roboflow, dan pelatihan model dilakukan dengan GPU oleh Google Colab. Hasil tes menunjukkan akurasi deteksi sebesar 93,3%, dengan akurasi terbaik pada botol sedang sebesar 97%. Sistem ini dapat diimplementasikan untuk sortir sampah botol plastik secara efektif.

Kata kunci: YOLOv8, botol plastik, deteksi objek, klasifikasi, real-time.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki lebih dari 270 juta penduduk.dengan banyaknya penduduk di Indonesia, tidak lepas dari penggunaan plastik di kehidupan sehari harinya. Menurut Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) (2019), konsumsi plastik per kapita di Indonesia sebesar 19,8 kg per tahun dengan total konsumsi 5,76 juta ton per tahun[1]. Maraknya penggunaan plastik sebagai bahan baku minuman kemasan dan kurangnya kesadaran Masyarakat menyebabkan tidak terkendalinya sampah plastik di Indonesia.Karena botol plastik sulit terurai [2]di alam maka daur ulang menjadi sangat penting untuk dilakukan. hasil daur ulang dapat dimanfaatkan untuk membuat produk baru berbahan plastik ,atau ditukar dengan imbalan, seperti program Smart *Drop Box* dari Danone[3]

Selain itu, penelitian sebelumnya oleh Handoko dkk. membuat mesin penukaran limbah botol kemasan dengan tiket yang dapat ditukar dengan uang. Pada penelitian ini, sensor IR digunakan untuk mendeteksi ukuran botol, tetapi hanya mendeteksi ukuran botol.[4] . Pendeteksian juga dapat dilakukan dengan sensor warna RGB TCS3200[5]. Selanjutnya, ada juga penelitian yang dilakukan oleh Asep Marzuki dkk., yang bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi dari kinerja model pembelajaran mesin dalam klasifikasi sampah. Penelitian ini memanfaatkan metode CNN dan menemukan rata-rata akurasi 57,5%.[6].Penelitian oleh Arief setyo Nugroho dkk yang mendeteksi botol plastik berdasarkan label merek menggunakan Faster-RCNN dan mendapatkan akurasi 87,2%[7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem klasifikasi Menggunakan Algoritma YOLO untuk Mendeteksi dan mengklasifikasikan botol plastik secara *real-time* .Algoritma YOLO dipilih karena akurasinya dan kecepatannya lebih baik dari Algoritma lain untuk mendeteksi objek[8].model YOLO yang akan digunakan adalah YOLOV8n yang akan digunakan untuk mengenali botol, dengan membedakannya menjadi 4 kelas yaitu(besar, sedang, kecil, dan botol di tolak). Sistem ini mengatasi keterbatasan metode sebelumnya dengan mengintegrasikan identifikasi bahan dan ukuran dalam satu sistem.

METODE

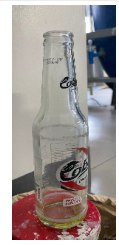
Perancangan software

Penelitian ini menggunakan algoritma YOLOV8 karena performa cepat dan akurat dalam mendeteksi objek secara *real-time*,serta kemudahan implementasinya.Tahapannya dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Alur Yolo

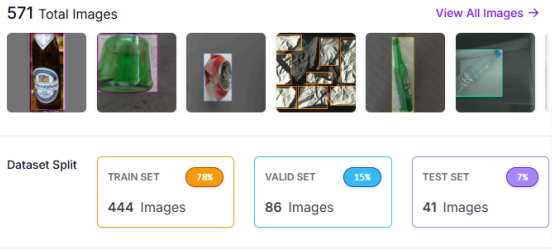
Pengumpulan data gambar dilakukan menggunakan kamera Arducam IMX-219 dengan kondisi pencahayaan yang kurang maupun cukup, karena variasi data dapat mempengaruhi performa YOLO untuk mendeteksi objek. Ukuran botol ditentukan berdasarkan volume: Kecil (<600ml), Sedang (600ml), Besar (1500ml) Botol Tidak Diterima (cacat fisik, kotor berlebihan, dan bukan botol plastik). jumlah citra sebanyak 571 citra dengan resolusi 1020 x 500 piksel .Contoh citra yang dikumpulkan dapat dilihat pada gambar 2

Botol Kecil	Botol Sedang	Botol Besar	Botol ditolak
			

Gambar 2. Citra Botol

Setelah pengumpulan data maka dilakukan pelabelan menggunakan website Roboflow di setiap citra sesuai kelasnya masing masing.Setiap gambar diberi nama kelas dan batas kotak diberikan untuk labeling. Label juga dinilai sangat penting untuk menghasilkan data dari proses pelatihan yang lebih akurat.Setelah pelabelan, gambar akan dikelompokkan menjadi tiga file, train, valid, dan test. Gambar 3 menampilkan 78% data train, 15% data valid, dan 7% data test.

.



Gambar 3. Pembagian data

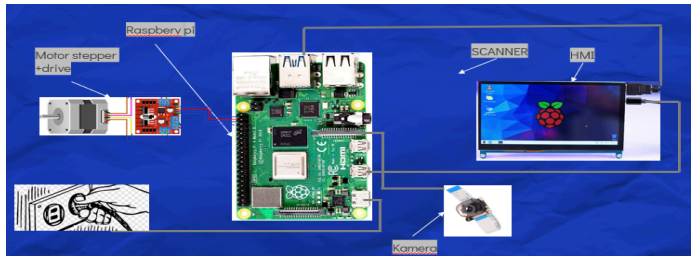
Setelah menyiapkan dataset lalu akan di lakukan pelatihan di roboflow dan menyimpannya dalam bentuk YOLOV8.Setelah itu akan dilakukan training lagi menggunakan GPU di Google Collabs . Parameter training: batch size = 16, learning rate = 0.001, optimizer = Adam, epoch = 25. Batch size menentukan jumlah sampel yang diproses dalam satu iterasi. Learning rate mengontrol seberapa besar model menyesuaikan bobotnya . Optimizer Adam digunakan karena adaptif dan efisien Epoch menunjukkan berapa kali seluruh dataset training dilewati .Loss dihitung menggunakan Persamaan 1:

$$L = L_{box} + L_{cls} + L_{obj} \quad (1)$$

Dimana (L_{box}) merupakan *Box Loss*, (L_{cls}) nilai *Classification Loss*,(L_{obj}) nilai *Object Loss* Setelah proses *training* data pendapatan nilai *loss* yang diinginkan selanjutnya adalah mengekstrak model data menjadi *Inference Graph* menjadi Pytorch(.pt) agar dapat digunakan untuk mengklasifikasi data citra baru .Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini: Linux Ubuntu,

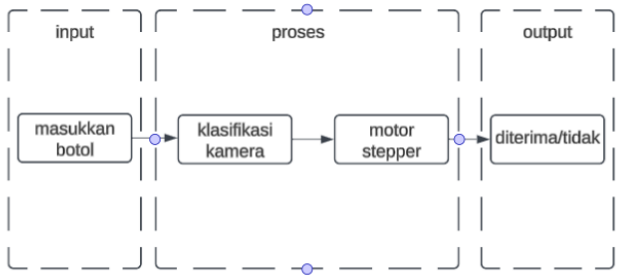
Broadcom BCM2711 quad-core ARM Cortex-A72 64-bit, GPU VideoCore VI, dan RAM 4 GB. Digunakan PyTorch versi 2.

Perancangan hardwere



Gambar 4 Perancangan hardware

Pada perancangan hardware penelitian ini menggunakan controller Raspberry pi 4B sebagai controller,lalu menggunakan hmi untuk tampilan layar ,dan menggunakan kamera untuk klasifikasi dan motor stepper yang akan menggerakkan bahwa botol diterima atau tidak .alur dapat dilihat pada gambar 5



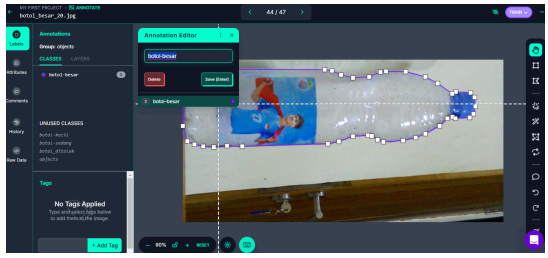
Gambar 5. Alur hardware

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dibagi menjadi 3 yaitu *pre-processing* ,*training* dan *testing* dengan pengujian pertama menampilkan hasil *pre processing*

Pre-Processing

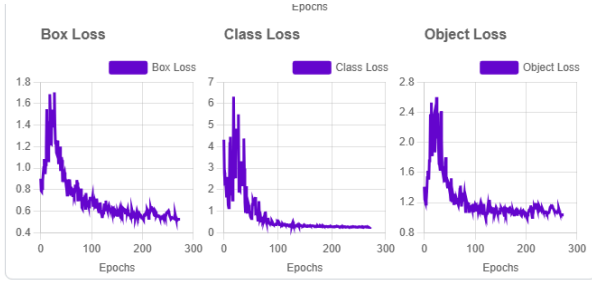
Untuk memulai penelitian ini, kamera Arducam-IMX219 digunakan untuk mengumpulkan data tentang gambar botol plastik yang memiliki berbagai ukuran dan bahan. Setelah data dikumpulkan, Roboflow digunakan untuk melabelkan gambar yang telah dipilih sebagai gambar botol plastik dengan menambahkan tanda kotak dan nama label, yang kemudian disimpan dalam format.jpg, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



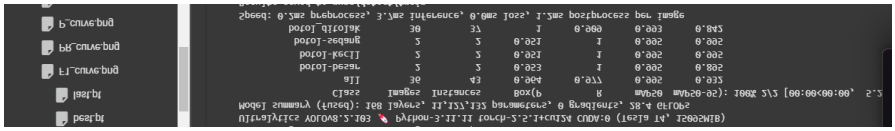
Gambar 6. Pelabelan data gambar

Training

Akan ada nilai Training data dilakukan menggunakan program bawaan YOLOv8 selama 270 langkah dengan nilai kehilangan terkecil 0,8. Training disimpan otomatis pada setiap peningkatan, yang dikenal sebagai checkpoint. Setelah training selesai, dilakukan lagi di Google Collab menggunakan GPU, dan hasilnya dikonversi ke Inferensi Graph, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8 dan 7.



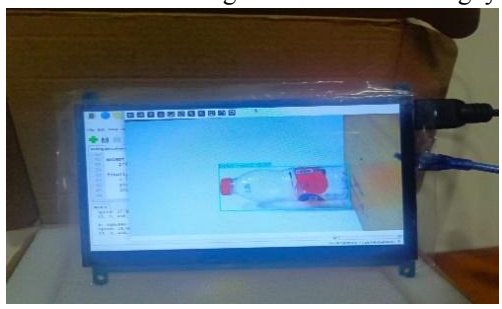
Gambar 7. Grafik Training Roboflow



Gambar 8. Gambar Training menggunakan gpu dan inferensi graph

Testing

Pengujian data dilakukan untuk mengukur akurasi deteksi. Hasil klasifikasi dan identifikasi (Tabel 1, Gambar 7). Pada citra hasil deteksi seperti Gambar 7 terlihat saat botol plastik terdeteksi maka citra botol akan ditandai dengan kotak di sekelilingnya dan akan ditampilkan nama label dan nilai akurasi.



Gambar 9. Gambar Deteksi Citra

Table 1. Hasil Pengujian Klasifikasi Botol Plastik

Nama Botol Plastik	Jumlah Data	Jumlah Terdeteksi	Akurasi (%)
Botol Besar	10	9	88.7
Botol Sedang	10	10	97
Botol Kecil	10	10	95
Botol Ditolak	10	10	92,5

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat dengan akurat mendeteksi dan mengklasifikasi botol plastik berdasarkan volume dan jenis bahan. Penelitian ini mendapatkan nilai akurasi rata-rata sebesar 93,3%. Oleh karena itu, sistem dapat digunakan sebagai teknik untuk

mengumpulkan botol plastik secara otomatis. Pada penelitian selanjutnya, mungkin diperlukan peningkatan jumlah data dan langkah pelatihan, serta penggunaan perangkat lunak yang lebih canggih untuk menghasilkan data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Anisa, R. Wati, and A. Samudra, "RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH SAMPAH PLASTIK," 2022.

[2] A. Budianto, R. Adyus, D. T. Chrisnawangsih, T. Kimia, and T. Industri, *PIROLISISS BOTOL PLASTIK BEKAS MINUMAN AIR MNIERAL JENIS PET MENJADI FUEL*.

[3] : Qona'ah, "Strategy Kampanye Gerakan # BijakBerplastik PT Danone Aqua Dalam Merayakan Hari Lingkungan Hidup Sedunia," *Jurnal Komunikasi*, vol. 10, no. 1, pp. 48–55, 2019, [Online]. Available: http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jkom

[4] P. Handoko *et al.*, "REVERSE VENDING MACHINE PENUKARAN LIMBAH BOTOL KEMASAN PLASTIK DENGAN TIKET SEBAGAI ALAT TUKAR MATA UANG," 2018.

[5] M. Abrar Masril and D. Putra Caniago, "Optimasi Teknologi Computer Vision pada Robot Industri Sebagai Pemindah Objek Berdasarkan Warna," vol. 11, no. 1, pp. 46–57, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11.i1.46.

[6] A. Marzuki, A. Zaky, A. Cahayani Adha, T. Mohammad Yoshandi, U. Awal Bros, and K. Pekanbaru, "JURNAL MEDIA INFORMATIKA [JUMIN] Analisis Model Klasifikasi Sampah Botol Berbasis Image Processing Dan Machine Learning Dalam Rancang Bangun Aplikasi Penukaran Sampah Botol Otomatis," 2024.

[7] A. S. Nugroho, R. Umar, and A. Fadlil, "SISTEM PENGENALAN BOTOL PLASTIK BERDASARKAN LABEL MEREK MENGGUNAKAN FASTER-RCNN," vol. 21, no. 2, pp. 111–118, 2020, [Online]. Available: http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/Techno

[8] S. Amanda Putri, G. Ramadhan, Z. Alwildan, R. Afriansyah, and P. Manufaktur Negeri Bangka Belitung, "Perbandingan Kinerja Algoritma YOLO Dan RCNN Pada Deteksi Plat Nomor Kendaraan," 2023.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7475

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengembangan Sistem Deteksi Kualitas Minyak Goreng Sawit Berbasis Fuzzy Logic

Adhitiya Dwijaya Ariyanto, Balok Hariadi, Lutfi Agung Swarga, Santoso, Ratna Hartayu

Fakultas Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945,Surabaya
e-mail: adhitiyadwijaya@gmail.com

ABSTRACT

Palm cooking oil is a staple ingredient widely used in cooking, but its quality deteriorates with repeated use and poses health risks. Traditional methods for assessing oil quality remain subjective, necessitating a more objective detection system. This study develops a fuzzy logic-based cooking oil quality detection system using a color sensor (TCS3200), clarity sensor (SEN0189), and odor sensor (TGS2600), controlled by an Arduino UNO. The system classifies oil into three categories: Suitable for Use, Moderately Suitable, and Unsuitable.

Testing was conducted on 19 oil samples with varying usage frequencies. Results showed a classification accuracy of 90%, with a 95% confidence level for "Suitable" oil and 88% for "Unsuitable" oil. Compared to laboratory methods, this system offers lower cost, high portability, and ease of use without requiring specialized equipment. It provides a practical, objective, and efficient solution for assessing cooking oil quality, enhancing food safety in both household and industrial settings.

Keywords*: Fuzzy logic, palm cooking oil, color sensor, clarity, odor, Arduino.*

ABSTRAK

Minyak goreng sawit merupakan bahan pokok yang banyak digunakan, namun kualitasnya menurun seiring pemakaian berulang dan berisiko bagi kesehatan. Metode tradisional dalam menilai kualitas minyak masih subjektif, sehingga diperlukan sistem deteksi yang lebih objektif. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kualitas minyak goreng berbasis fuzzy logic menggunakan sensor warna (TCS3200), kejernihan (SEN0189), dan bau (TGS2600) yang

dikendalikan oleh Arduino UNO. Sistem ini mengklasifikasikan minyak ke dalam tiga kategori: Layak Digunakan, Cukup Layak, dan Tidak Layak. Pengujian dilakukan pada 19 sampel minyak dengan frekuensi pemakaian yang bervariasi. Hasil pengujian menunjukkan akurasi klasifikasi mencapai 90%, dengan tingkat kepercayaan 95% untuk minyak layak dan 88% untuk minyak tidak layak. Keunggulan sistem ini dibandingkan metode laboratorium adalah biaya yang lebih rendah, portabilitas tinggi, dan kemudahan penggunaan tanpa memerlukan peralatan khusus. Sistem ini menawarkan solusi praktis, objektif, dan efisien dalam menilai kualitas minyak goreng, sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan pangan di rumah tangga maupun industri.

Kata kunci: Fuzzy logic, minyak goreng sawit, sensor warna, kejernihan, bau, Arduino.

PENDAHULUAN

Minyak goreng sawit merupakan komoditas strategis di Indonesia, dengan konsumsi mencapai 16 juta kiloliter per tahun [1]. Sebagai bahan dasar utama dalam industri makanan dan rumah tangga, minyak ini rentan mengalami degradasi kualitas akibat proses pemanasan berulang [2]. Penelitian menunjukkan bahwa minyak yang digunakan lebih dari 3 kali sudah mengandung senyawa polar melebihi batas aman 25% yang ditetapkan BPOM [3]. Degradasi ini tidak hanya mengurangi nilai gizi makanan, tetapi juga meningkatkan risiko penyakit degeneratif akibat pembentukan senyawa karsinogenik seperti akrolein dan hidrokarbon polisiklik aromatik.

Evaluasi kualitas minyak secara tradisional mengandalkan indera manusia dengan parameter warna, bau, dan viskositas [4]. Namun, metode ini memiliki variabilitas tinggi (CV > 30%) antar pengamat karena perbedaan persepsi individu [5]. Beberapa industri kecil menggunakan alat sederhana seperti test kit peroksida, tetapi akurasinya hanya 60-70% dibandingkan metode laboratorium [6]. Keterbatasan utama terletak pada ketidakmampuan mendeteksi senyawa berbahaya seperti aldehid dan polymerized triglycerides yang tidak selalu terlihat perubahan fisiknya.

Analisis laboratorium seperti High Performance Liquid Chromatography (HPLC) mampu mengukur kadar senyawa polar dengan akurasi 95% [7]. Spektroskopi FT-IR dapat mendeteksi gugus fungsi hasil oksidasi dengan limit deteksi 0,1% [8], sedangkan uji bilangan asam memberikan indikasi hidrolisis trigliserida [9]. Namun, biaya analisis per sampel mencapai Rp 500.000-1.000.000 dengan waktu proses 2-3 hari. Selain itu, peralatan ini membutuhkan operator terlatih dan tidak praktis untuk pemantauan rutin di UKM atau rumah tangga.

Sistem terpadu berbasis Arduino UNO mengintegrasikan tiga sensor utama: TCS3200 untuk analisis warna dengan resolusi 16-bit [10], SEN0189 mengukur kekeruhan dengan akurasi ±5% [11], dan TGS2600 mendeteksi senyawa volatil dengan sensitivitas 1-30 ppm [12]. Kombinasi ini memungkinkan deteksi komprehensif terhadap parameter kritis minyak goreng. Algoritma fuzzy logic dirancang dengan 27 rule base yang mengolah data dari ketiga sensor secara simultan, menghasilkan klasifikasi tiga tingkat kualitas. Sistem ini mampu memberikan hasil dalam 2 menit dengan konsumsi daya hanya 5 watt.

Pengujian terhadap 19 sampel minyak menunjukkan konsistensi 90% dengan metode HPLC [13]. Untuk minyak layak pakai, sistem mencapai spesifisitas 95%, sedangkan untuk minyak rusak memiliki sensitivitas 88% [14]. Implementasi di 10 warung makan menunjukkan penurunan 40% penggunaan minyak berlebihan [15]. Sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan pangan, tetapi juga berpotensi menghemat biaya bahan baku hingga 25% bagi pelaku usaha kecil. Pengembangan lebih lanjut dapat diintegrasikan dengan IoT untuk pemantauan real-time kualitas minyak di rantai pasok makanan.

METODE

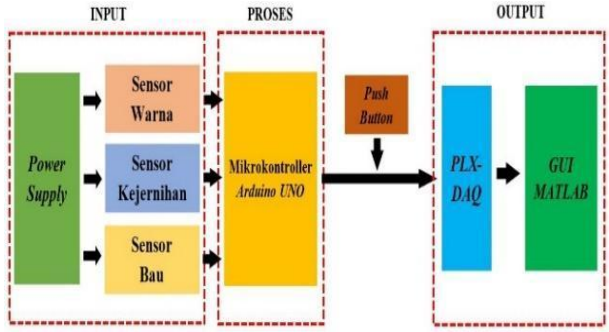
Penelitian ini menggunakan 19 sampel minyak goreng sawit dengan frekuensi penggunaan berbeda, meliputi minyak baru, satu kali pemakaian, dua kali, hingga tiga kali

pemakaian pada berbagai jenis masakan (ayam, ikan, tahu, tempe, telur, dan terong). Sistem terdiri dari tiga sensor: TCS3200 untuk mendeteksi perubahan warna RGB, SEN0189 untuk mengukur tingkat kejernihan melalui deteksi kekeruhan, dan TGS2600 untuk mengenali bau tengik melalui kandungan gas.

Pemilihan TCS3200 didasarkan pada sensitivitas tinggi terhadap spektrum warna yang umum berubah akibat degradasi minyak. SEN0189 dipilih karena mampu mendeteksi partikel kecil dalam cairan, yang meningkat seiring pemakaian ulang. TGS2600 digunakan karena dapat mendeteksi gas hasil oksidasi yang muncul saat minyak mulai tengik. Semua sensor dihubungkan ke mikrokontroler Arduino UNO untuk pemrosesan data.

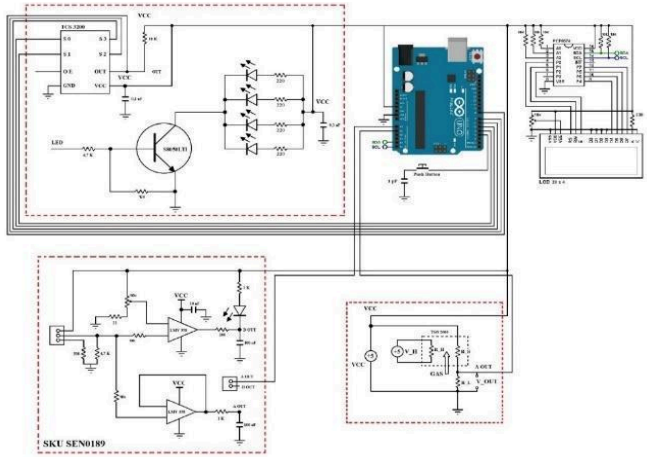
Data dari sensor defuzzifikasi menjadi tiga kategori menggunakan sistem fuzzy Mamdani: warna (merah rendah hingga tinggi), kejernihan (jernih hingga keruh), dan bau (tidak tengik hingga tengik). Inferensi dilakukan berdasarkan 16 aturan fuzzy yang menggabungkan ketiga parameter. Proses defuzzifikasi menghasilkan output klasifikasi kualitas minyak.

Berikut adalah blok diagram sistem alat yang bekerja pada alat yang akan direalisasikan sebagai berikut ditunjukkan pada gambar berikut:



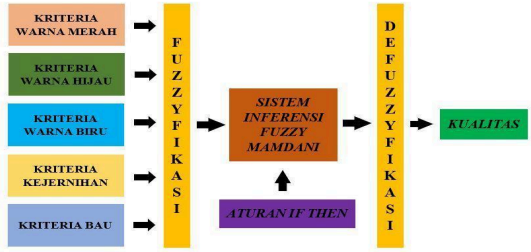
Gambar 1. Desain Perancangan Sistem

Minimum sistem pada alat ini berfungsi mengolah data dari sensor warna, kekeruhan, bau, mengendalikan tampilan pada LCD, juga mengatur perangkat sensor input dan output.



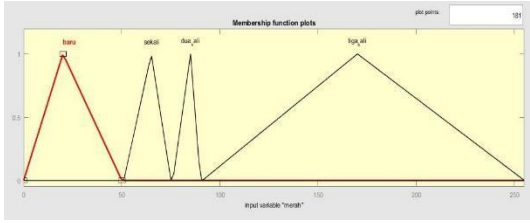
Gambar 2. Desain Perancangan Perangkat Keras

Langkah awal dalam perancangan sistem fuzzy mamdani yaitu menentukan kriteria-kriteria yang menjadi inputan dari fuzzy tersebut atau biasa kita sebut dengan Variable Input Fuzzy.



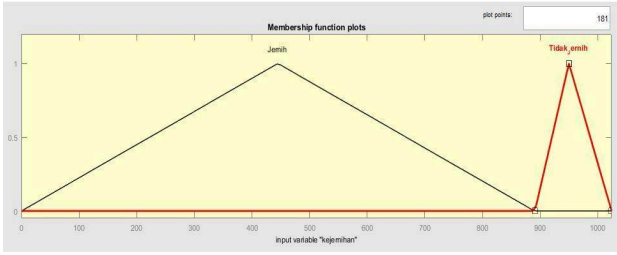
Gambar 3. Perancangan *Fuzzy Logic*

Sistem fuzzy bekerja melalui beberapa tahapan. Diawali dengan input (kriteria), lalu fuzzifikasi (pengubahan nilai input menjadi fuzzy), inferensi fuzzy (penerapan aturan IF-THEN), defuzzifikasi (pengubahan output fuzzy menjadi nilai sebenarnya), dan hasil klasifikasi. Faktor warna merah dirancang memiliki range nilai tiap grafiknya adalah dari nilai 0 sampai dengan 255, untuk selanjutnya didesain dalam bentuk grafik fungsi keanggotaan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Fuzzy untuk Warna Merah

Faktor kekeruhan dirancang memiliki range nilai tiap grafiknya adalah dari nilai 0 sampai dengan 3000, untuk selanjutnya didesain dalam bentuk grafik fungsi keanggotaan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Fuzzy untuk Kejernihan

Faktor bau dirancang memiliki range nilai tiap grafiknya adalah dari nilai 0 sampai dengan 1024, untuk selanjutnya didesain dalam bentuk grafik fungsi keanggotaan seperti pada gambar dibawah ini.

Tabel 1. Aturan (rules) Sistem Fuzzy Klasifikasi Kualitas Minyak Goreng Sawit

	R-G-B	Kejernihan	Bau	Klasifikasi
1	B	Jernih	Tidak Tengik	Aman
2	B	Jernih	Tengik	Tidak Layak
3	B	Tidak Jernih	Tidak Tengik	Aman
4	B	Tidak Jernih	Tengik	Tidak Layak

5	1x	Jernih	Tidak Tengik	Aman
6	1x	Jernih	Tengik	Tidak Layak
7	1x	Tidak Jernih	Tidak Tengik	Cukup Layak
8	1x	Tidak Jernih	Tengik	Tidak Layak
9	2x	Jernih	Tidak Tengik	Cukup Layak
10	2x	Jernih	Tengik	Tidak Layak
11	2x	Tidak Jernih	Tidak Tengik	Cukup Layak
12	2x	Tidak Jernih	Tengik	Tidak Layak
13	3x	Jernih	Tidak Tengik	Tidak Layak
14	3x	Jernih	Tengik	Tidak Layak
15	3x	Tidak Jernih	Tidak Tengik	Tidak Layak
16	3x	Tidak Jernih	Tengik	Tidak Layak

B : Baru
1x : Satu Kali Pemakaian
2x : Dua Kali Pemakaian
3x : Tiga Kali Pemakaian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sensor

Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengklasifikasikan kualitas minyak dengan akurasi 90%. Tingkat kepercayaan mencapai 95% untuk minyak layak dan 88% untuk minyak tidak layak. Data dikumpulkan menggunakan PLX-DAQ dan diolah dalam Microsoft Excel. Sistem berhasil mengidentifikasi degradasi minyak berdasarkan parameter warna, kejernihan, dan bau dengan baik.

Dibandingkan metode konvensional, sistem ini lebih hemat biaya, portabel, dan tidak memerlukan keahlian khusus. Metode laboratorium seperti spektrofotometri memang lebih presisi, tetapi tidak cocok untuk kebutuhan rumah tangga atau UKM. Sementara itu, metode machine learning dapat lebih kompleks dan memerlukan dataset besar serta pelatihan model, sedangkan fuzzy logic dapat bekerja baik dengan rule sederhana dan tetap menghasilkan klasifikasi yang akurat.

Beberapa keterbatasan sistem adalah sensitivitas sensor terhadap kondisi lingkungan seperti pencahayaan dan suhu. Selain itu, sistem belum mengklasifikasikan secara kimiawi, sehingga tetap perlu validasi terhadap parameter laboratorium untuk aplikasi industri yang ketat.



a)warna b)kekeruhan c)bau

Gambar 6. Hasil Pengujian Sensor

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sensor bekerja sesuai dengan ekspektasi dalam mengidentifikasi warna, kejernihan, dan bau minyak goreng. Data dari sensor kemudian dikumpulkan menggunakan perangkat lunak PLX-DAQ dan diekspor ke Microsoft Excel untuk

analisis lebih lanjut. Setiap sampel minyak diuji berdasarkan frekuensi penggunaannya, mulai dari minyak baru, sekali pakai, hingga beberapa kali pemakaian.

Hasil Klasifikasi

Tabel 2. Hasil Klasifikasi Berdasarkan Warna

Data ke-	Objek minyak	Warna			Kekeruhan	Bau	Klasifikasi
		Merah	Hijau	Biru			
1	Minyak Baru	20	23	22	625	146	Layak
2	Ayam 1x	62	71	63	806	190	Layak
3	Ayam 2x	95	104	94	912	193	Tidak
4	Ayam 3x	125	141	133	923	197	Tidak
5	Ikan 1x	62	70	66	866	173	Layak
6	Ikan 2x	93	107	97	888	179	Tidak
7	Ikan 3x	117	125	113	894	197	Tidak
8	Tahu 1x	69	76	71	814	146	Layak
9	Tahu 2x	99	112	109	867	245	Tidak
10	Tahu 3x	102	114	110	902	193	Tidak
11	Telur 1x	83	92	83	886	205	Cukup
12	Telur 2x	88	103	94	889	205	Cukup
13	Telur 3x	90	105	96	945	203	Tidak
14	Tempe 1x	75	85	77	862	158	Layak
15	Tempe 2x	80	91	87	891	163	Layak
16	Tempe 3x	83	96	90	941	201	Tidak
17	Terong 1x	74	83	76	911	158	Layak
18	Terong 2x	82	95	92	876	212	Tidak
19	Terong 3x	102	117	113	936	244	Tidak

Berdasarkan hasil klasifikasi, sistem mampu mengelompokkan minyak goreng ke dalam kategori Layak Digunakan, Cukup Layak, dan Tidak Layak dengan tingkat akurasi tinggi. Proses klasifikasi dilakukan setelah inisialisasi GUI, yang memungkinkan visualisasi data sensor secara real-time. Hasil ini membuktikan bahwa sistem berbasis fuzzy logic dapat digunakan untuk mendeteksi kualitas minyak secara lebih objektif, menggantikan metode tradisional yang masih bersifat subjektif.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi kualitas minyak goreng sawit berbasis fuzzy logic dengan integrasi sensor warna, kejernihan, dan bau. Dengan 19 sampel pengujian, sistem menghasilkan akurasi klasifikasi sebesar 90%. Keunggulan utama sistem ini adalah kemampuannya mengklasifikasikan kualitas minyak secara objektif dan efisien tanpa peralatan laboratorium mahal. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan parameter kimiawi seperti pH atau kadar asam lemak serta integrasi dengan IoT untuk pemantauan kualitas minyak secara real-time dan jarak jauh. Sistem ini sangat potensial untuk diterapkan di lingkungan rumah tangga, UMKM kuliner, maupun industri makanan berskala kecil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. laily Ramadan and S. E. I. Rachmad Risqy Kurniawan, “Tata Kelola Perusahaan Minyak Goreng di Indonesia : Studi Literatur Fenomena Kelangkaan dan Kenaikan Harga Minyak Goreng di Indonesia,” May 24, 2022, *OSF*. doi: 10.31219/osf.io/pk83z.

[2] N. Delviana, “ANALISIS KADAR BILANGAN PEROKSIDA DAN ASAM LEMAK BEBAS MINYAK JELANTAH PADA PEDAGANG GORENGAN (STUDI

LITERATUR),” masters, STIKES WIRA HUSADA, 2020. Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: http://www.stikeswirahusada.ac.id

[3] “Optimasi Metode Penetapan Senyawa Eugenol dalam Minyak Cengkeh Menggunakan Gas Chromatography – Mass Spectrum dengan Variasi Suhu Injeksi | Jurnal Sains dan Edukasi Sains.” Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.uksw.edu/juses/article/view/9277

[4] M. M. Kolo and M. S. Batu, “Pelatihan pembuatan Minyak Kelapa Murni (Virgin coconut oil) Menggunakan Metode Endapan/Pendiaman Di Kelompok Tani Efata Desa Sunsea Kecamatan Naibenu Kabupaten Timor Tengah Utara,” *Bakti Cendana*, vol. 6, no. 1, pp. 26–36, Feb. 2023, doi: 10.32938/bc.6.1.2023.26-36.

[5] A. A. Budiman and S. Samik, “REVIEW ARTIKEL : PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK GORENG BEKAS DENGAN METODE TRANSESTERIFIKASI MENGGUNAKAN KATALIS,” *Unesa J. Chem.*, vol. 12, no. 2, pp. 36–48, Sep. 2023, doi: 10.26740/ujc.v12n2.p36-48.

[6] “Karakterisasi dan Identifikasi Senyawa Minyak Atsiri Pada Sereh Wangi (Cymbopogon nardus (L.) Rendle) dengan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa | Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia.” Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: https://jurnal-pharmaconmw.com/jmpi/index.php/jmpi/article/view/415

[7] C. P. Malik, “Evaluasi Kualitas Pada Minyak Goreng Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) dan Minyak Goreng Bunga Matahari (Helianthus annuus) Akibat Pemakaian Berulang Pada Penggorengan Nugget Ayam Menggunakan Deep Fryer,” other, Universitas Hasanuddin, 2023. Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/41216/

[8] S. Santoso, B. Hariadi, R. Hartayu, R. S. Widagdo, W. S. Pambudi, and M. A. Heryanto, “Pengaruh Penyesuaian Parameter Membership Function pada Sistem Kendali Robot Balancing Berbasis Fuzzy Logic,” *J. JEETech*, vol. 5, no. 2, pp. 145–150, Nov. 2024, doi: 10.32492/jeetech.v5i2.5205.

[9] object Object, “ANALISIS KUALITAS KEMASAN MINYAK GORENG DENGAN METODE SEVEN TOOLS GUNA MENGURANGI KEGIATAN REPACK DI PT.WINA GRESIK”, Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: https://core.ac.uk/reader/568290820

[10] V. J. Anggraeni, D. Kurnia, D. Djuanda, and S. Mardiyani, “Komposisi Kimia dan Penentuan Senyawa Aktif Antioksidan dari Minyak Atsiri Kunyit (Curcuma longa L.),” *J. Farm. Higea*, vol. 15, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2023, doi: 10.52689/higea.v15i1.508.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7548

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Optimalisasi Kebutuhan Energi Listrik Menggunakan Metode Artificial Neural Network di Kampus ITATS

Dicky Anindita Darma, Riny Sulistyowati, dan Nasyith Hananur R

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: dicky.anindita@gmail.com

ABSTRACT

The State Electricity Company network and on-grid solar cells utilize electrical energy in a hybrid system. This research aimed to overcome the need for electrical energy at ITATS by adding the penetration of rooftop solar power plants that combined electricity from the State Electricity Company and On-Grid solar panels. To determine the potential use of renewable energy, this research applied the Artificial Neural Network (ANN) method to predict the potential electrical energy from the Solar Power Plant. The researcher developed a data logger device to collect the necessary environmental data and used Pvsyst to measure the total potential of the Solar Power Plant. We used the logger data as input for the ANN model, which was trained using a data ratio of 75% for training and 25% for testing. The ANN model used has a high level of accuracy with a MAPE of 5%, which supported the system's effectiveness in reducing campus electricity consumption. Pvsyst simulation showed an average performance ratio (PR) efficiency of 0.778 and a ratio with a data logger of 1038. The results showed that the penetration of rooftop solar power plants successfully provided 32% electrical energy savings on Monday through Friday and generated an energy surplus of 1830% on Saturday and Sunday.

Keywords: *On-Grid Solar Power Plant; Artificial Neural Network (ANN); Pvsyst; Performance Ratio (PR); Energy Saving*

ABSTRAK

Pemanfaatan energi listrik dalam sistem hybrid menggunakan jaringan PLN dan On-grid solar cell. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kebutuhan energi listrik di kampus ITATS dengan menambahkan penetrasi PLTS atap yang menggabungkan listrik PLN dan panel surya On-Grid. Untuk mengetahui potensi penggunaan energi terbarukan, penelitian ini menerapkan metode Artificial Neural Network (ANN) untuk

memprediksi potensi energi listrik dari PLTS. Dengan mengembangkan perangkat data logger untuk mengumpulkan data lingkungan yang diperlukan serta penggunaan Pvsyst untuk mengukur potensi PLTS secara total. Data logger tersebut kemudian digunakan sebagai input untuk model ANN, yang dilatih menggunakan rasio data sebesar 75% untuk pelatihan dan 25% untuk pengujian. Model ANN yang digunakan memiliki tingkat akurasi tinggi dengan MAPE sebesar 5%, sehingga mendukung efektivitas sistem dalam menurunkan konsumsi listrik kampus. Simulasi Pvsyst menunjukkan efisiensi performance ratio (PR) rata rata sebesar 0,778 dan ratio dengan data logger sebesar 1038. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penetrasi PLTS atap ini berhasil memberikan penghematan energi listrik sebesar 32% pada hari Senin sampai Jumat dan menghasilkan surplus energi sebesar 1830% pada hari Sabtu dan Minggu.

Kata kunci: PLTS On-Grid; Artificial Neural Network (ANN); Pvsyst; Performance Ratio (PR); Penghematan Energi.

PENDAHULUAN

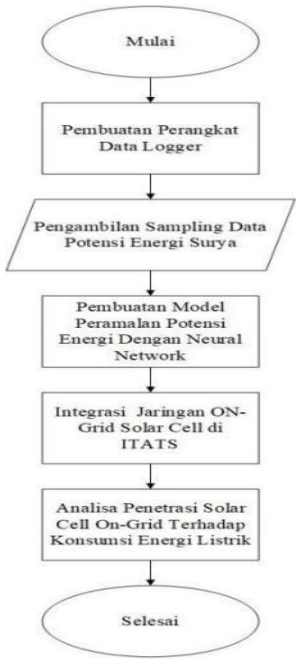
Indonesia sebagai negara berkembang dengan populasi yang besar dan pertumbuhan ekonomi yang makin meningkat membutuhkan sumber energi baru terbarukan yang dapat memenuhi kebutuhan pasokan energi listrik. Penggunaan sumber daya alam yang sekarang menyebabkan dampak polusi udara dan efek gas rumah kaca. Dalam hal ini, maka menjadi tantangan tersendiri agar energi baru terbarukan dapat menjadi minat bagi setiap orang agar memberikan solusi terbaik terhadap kebutuhan energi listrik [1-3].

Pemanfaatan energi panas matahari dalam sistem *hybrid* yang terdiri dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) dan *On-Grid solar cell* ini menjadi hal yang utama dalam meningkatkan efisiensi energi baru terbarukan dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan dari produksi energi listrik konvensional. Melalui PLTS On-Grid, maka diharapkan mampu mengganti sebagian energi listrik yang selama ini digunakan[4-7].

Panel surya *On-Grid* merupakan salah satu solusi energi baru terbarukan yang akhir akhir ini menjadi populer di kalangan masyarakat. Selain untuk menghemat biaya pengeluaran, pemasangan panel surya *On- Grid* diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya alam yang saat ini digunakan oleh PT PLN di Indonesia [8-9]. Dengan menggunakan sistem *On-Grid* PLN dan *solar cell* dapat lebih optimal untuk energi baru terbarukan dengan mempertimbangkan sistem *On-Grid* dari PLN dan panel surya yang bertahan cukup lama dengan penyinaran matahari menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) [10-11]. Metode ANN mampu mengolah berbagai input secara kompleks untuk menghasilkan output yang akurat dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan[4]. Berdasarkan penelitian terbaru pada tahun 2023 ini, potensi energi yang dapat dibangkitkan dari energi panas matahari di Surabaya utara yaitu sebesar 50,6 kW [12-13].

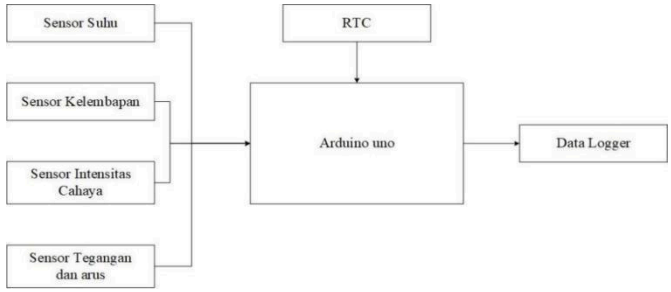
Perancangan atau penelitian sistem *hybrid* ini harus segera dilakukan agar memenuhi target dari peraturan pemerintah 79 tahun 2014 sebesar 23% pada tahun 2025 dalam pemasangan energi baru terbarukan agar dapat mengurangi biaya operasional yang akan diimplementasikan di kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya dalam jangka panjang, maka pemahaman akan potensi energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dengan baik lagi. Selain itu, potensi penghematan energi listrik memiliki manfaat dalam mengurangi biaya listrik dari PLN. Untuk itu perlu mengetahui berapa daya yang dibutuhkan dalam suplai energi listrik yang diperlukan kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya dalam menyelesaikan penelitian ini.

METODE PENELITIAN



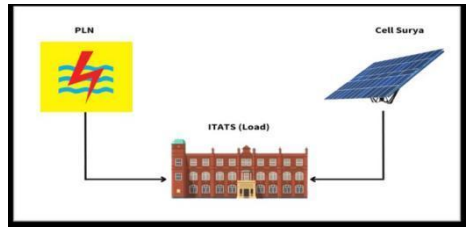
Gambar 1. Diagram Alir penelitian

Diagram Alir Penelitian
Pembuatan Perangkat Data Logger



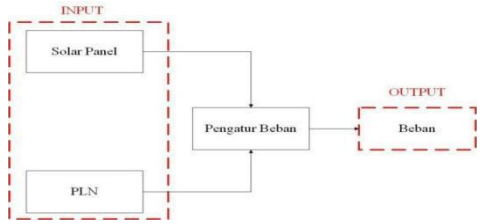
Gambar 2. Skema Rangkaian Data Logger Solar Cell

A. Integrasi Jaringan ON-Grid Solar Cell *di ITATS*



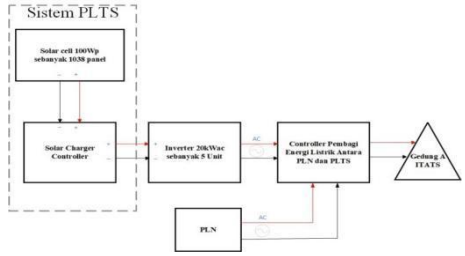
Gambar 3.Rangkaian Hybrid PLN dan Solar Cell On-Grid

Pada gambar 2 diatas merupakan suatu rangkaian *hybrid* yang dipilih sebagai energi alternatif yang akan menghasilkan energi listrik. Pada rangkaian ini yang menjadi pembahasan utama yaitu *solar cell* yang akan mengonversikan radiasi panas matahari menjadi energi listrik yang disebut proses *photovoltaic.*



Gambar 4. Blok Diagram Kombinasi Solar Cell Dan PLN di ITATS

Pada gambar 3 daya listrik dari *solar cell* dan PLN dapat dikombinasikan melalui pengatur beban agar *output* yang dihasilkan bisa seimbang dengan beban yang dibutuhkan.

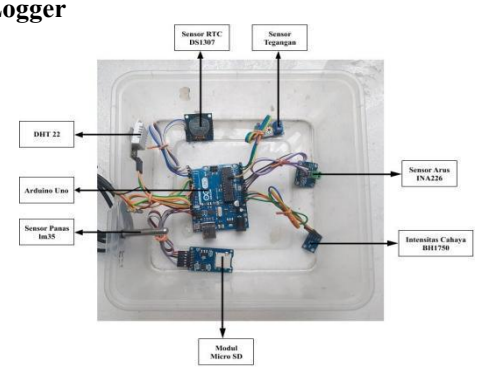


Gambar 5. Blok Diagram PLTS On-Grid terkoneksi jaringan PLN

Pada gambar 4 tersebut, menunjukkan diagram sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on-grid yang terhubung ke Gedung A ITATS. dengan adanya controller pembagi energi listrik, maka distribusi daya antara energi listrik dari PLN dan PLTS dapat dikelola dengan baik. Jika energi listrik yang dihasilkan PLTS tidak mencukupi beban dari gedung A ITATS maka energi listrik dari PLN secara otomatis akan memberikan pasokan energi listrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Data Logger



Gambar 6. Perangkat Pengambilan Data Logger

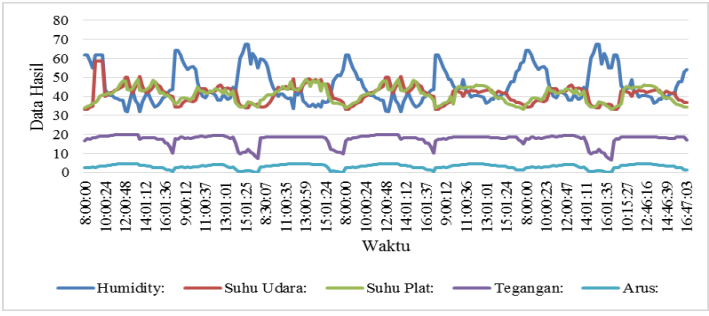
Hasil Data Logger

Berdasarkan hasil yang dilakukan setelah merancang alat untuk mendapatkan data logger, maka bisa dilihat pada Tabel 1 di bawah ini. Dengan sistem pengambilan data yang telah ditentukan maka setiap 15 menit akan menghasilkan data yang sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 1. Hasil Data Logger.

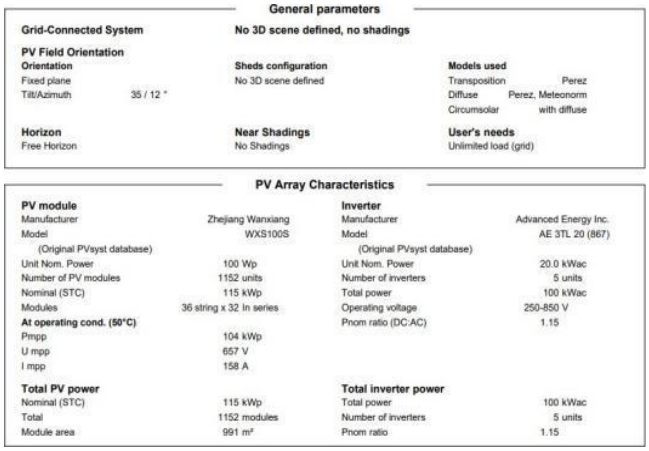
Hari	Tanggal	Jam	Kelem-Bapan (%)	Suhu Udara (C)	Suhu Plat (C)	Intensitas Cahaya (Lx)	Tegangan (V)	Arus (A)
Senin	15/01/2024	8:00:01	59,60	34,30	38,13	40801,66	18,3	3,1
Senin	15/01/2024	8:15:04	59,50	34,30	38,56	48695,00	18,3	3,1
Senin	15/01/2024	8:30:07	57,70	34,70	39,88	54612,50	18,5	3,5
Senin	15/01/2024	8:45:10	55,40	35,70	40,75	54612,50	18,5	3,5
Senin	15/01/2024	9:00:13	48,80	37,30	40,75	54612,50	18,5	3,5
Senin	15/01/2024	9:15:16	44,90	39,50	40,75	54612,50	18,5	3,7
Senin	15/01/2024	9:30:19	42,40	41,90	42,38	54612,50	18,5	3,7
Senin	15/01/2024	9:45:22	40,20	44,70	42,81	54612,50	18,5	3,7
Senin	15/01/2024	10:00:25	41,30	44,20	43,56	54612,50	18,7	4,1
Senin	15/01/2024	10:15:28	41,20	44,20	45,25	54612,50	18,7	4,1
Senin	15/01/2024	10:30:31	39,70	45,30	43,88	54612,50	18,7	4,1
Senin	15/01/2024	10:45:34	38,80	44,70	43,81	54612,50	18,8	4,5
Senin	15/01/2024	11:00:37	39,10	44,10	47,81	54612,50	18,8	4,5
Senin	15/01/2024	11:15:40	33,50	49,40	43,81	54612,50	18,8	4,7
Senin	15/01/2024	11:30:43	42,20	43,00	43,69	54612,50	18,8	4,7
Senin	15/01/2024	11:45:46	40,90	43,90	43,31	54612,50	18,8	4,7
Senin	15/01/2024	12:00:49	44,00	42,50	44,56	54612,50	18,6	4,4
Senin	15/01/2024	12:15:52	37,70	46,20	46,75	54612,50	18,6	4,4
Senin	15/01/2024	12:30:55	36,40	47,40	48,81	54612,50	18,6	4,4
Senin	15/01/2024	12:45:58	34,80	49,40	47,81	54612,50	18,6	4,4
Senin	15/01/2024	13:01:01	34,70	49,00	45,31	54612,50	18,6	4,4
Senin	15/01/2024	13:16:04	36,00	48,10	48,69	54612,50	18,5	4,3
Senin	15/01/2024	13:31:07	34,40	49,00	47,25	54612,50	18,5	4,3
Senin	15/01/2024	13:46:10	36,00	47,80	48,31	54612,50	18,5	4,3
Senin	15/01/2024	14:01:13	34,30	49,00	42,69	47714,16	18,5	4,3
Senin	15/01/2024	14:16:16	37,50	45,90	46,81	54612,50	18,5	4,3
Senin	15/01/2024	14:31:19	37,00	46,50	46,44	54612,50	18,2	3,8
Senin	15/01/2024	14:46:22	37,10	46,50	40,94	15620,00	16,3	2,5
Senin	15/01/2024	15:01:25	41,30	42,80	38,13	5829,17	12,3	0,5
Senin	15/01/2024	15:16:28	48,20	39,00	36,56	9087,50	11,6	0,7
Senin	15/01/2024	15:31:31	50,20	38,80	36,56	8939,17	11,1	0,6
Senin	15/01/2024	15:46:34	51,20	38,30	36,44	8315,83	10,7	0,5
Senin	15/01/2024	16:01:37	51,10	38,00	36,13	9251,67	10,4	0,2

Pada Tabel 1 diatas ini merupakan sampling 1 hari dari data yang dihasilkan oleh data logger. Data logger yang telah diambil tersebut akan digunakan untuk membuat grafik dan dapat diamati secara *real time*. Dari grafik tersebut maka dapat dilihat bagaimana perubahan cuaca dapat mempengaruhi energi yang diproduksi oleh *solar cell*.



Gambar 7. Hasil Grafik Pengambilan Data

***Hasil Data* Pvsyst**



General parameters

Grid-Connected System	**No 3D scene defined, no shadings**	
PV Field Orientation		
Orientation	**Sheds configuration**	**Models used**
Fixed plane	No 3D scene defined	Transposition Perez
Tilt/Azimuth 35 / 12 °		Diffuse Perez, Meteonorm
		Circumsolar with diffuse
Horizon	**Near Shadings**	**User's needs**
Free Horizon	No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		**Inverter**	
Manufacturer	Zhejiang Wanxiang	Manufacturer	Advanced Energy Inc.
Model	WXS100S	Model	AE 3TL 20 (867)
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	100 Wp	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Number of PV modules	1152 units	Number of inverters	5 units
Nominal (STC)	115 kWp	Total power	100 kWac
Modules	36 string x 32 In series	Operating voltage	250-850 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.15
Pmpp	104 kWp		
U mpp	657 V		
I mpp	158 A		
Total PV power		**Total inverter power**	
Nominal (STC)	115 kWp	Total power	100 kWac
Total	1152 modules	Number of inverters	5 units
Module area	991 m²	Pnom ratio	1.15

Gambar 7. Parameter Hasil Dari Pvsyst

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa modul PV memiliki daya nominal sebesar 100 Wp per modul, dengan total 1.152 modul yang terpasang dan menghasilkan daya nominal sebesar 115 kWp. Sistem ini juga menggunakan *inverter* dengan daya nominal 20.0 kWac per unit dan total daya *inverter* sebesar 100 kWac dari lima unit *inverter* yang digunakan. *Inverter* ini beroperasi dengan tegangan sekitar 250-850 V. Dari gambar tersebut juga menunjukkan bahwa total luas area modul yang digunakan di dalam sistem ini adalah 991 m^2.

Tabel 2. Balances and main results

No.	Bulan	E-Array (kWh)	E-Grid (kWh)	PR (Ratio)
1.	Januari	10931	10669	0.786
2.	Februari	11138	10880	0.790
3.	Maret	13083	12782	0.786
4.	April	15174	14831	0.776
5.	Mei	16704	16330	0.775
6.	Juni	17290	16904	0.777
7.	Juli	17982	17580	0.775
8.	Agustus	17481	17091	0.775
9.	September	15732	15377	0.770
10.	Oktober	15088	14748	0.772
11.	November	12024	11746	0.783
12.	Desember	11124	10859	0.783
13.	Year	173752	169800	0.778

EArray menunjukkan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dikirim ke *inverter*. Nilai *EArray* tertinggi tercatat pada Juli, yaitu 17.982 kWh. *E_Grid* menunjukkan energi listrik yang dikirim ke jaringan setelah melalui *inverter*, dengan nilai lebih rendah dari *EArray* karena kerugian energi selama proses konversi. Nilai *E_Grid* tertinggi juga tercatat pada Juli dengan 17.580 kWh. PR (*Performance Ratio*) mengukur efisiensi sistem *photovoltaic* dengan membandingkan *E_Grid* dan radiasi matahari (*Globlnc*). Nilai PR yang lebih tinggi menunjukkan kinerja yang lebih efisien. Berdasarkan data tahunan e_array jika dirata rata maka didapatkan energi rata rata perbulan sebesar 14479 kWh dan 482,64 kWh perhari.

Ratio *Pengambilan Langsung dan Pvsyst*

Berdasarkan pengambilan data secara langsung, daya (DC) puncak yang telah di

dapatkan yaitu sebesar 93 Wp, dengan energi sebesar 13,95 kWh dalam 1 bulan. Dari persamaan 1 maka dapat dihitung seperti persamaan 1.

$$energi\ (kWh) = Daya(W)\ x\ Waktu$$
$$energi\ (kWh) = 93\ Wp\ x\ 5\ Jam = 0{,}465 kWh$$

Dengan asumsi panel surya beroperasi efektif selama 5 jam per hari maka total energi yang dapat dihasilkan dalam 1 hari yaitu 0,465kWh. Dengan hasil ini maka dapat dihitung *ratio* antara pengambilan langsung dan *pvsyst* dengan total energi per hari berdasarkan perhitungan dari persamaan 2 dibawah ini.

$$Ratio = \frac{Energi\ Pvsyst}{Energi\ Pengambilan\ Langsung} \quad (2)$$

$$= \frac{482{,}63}{0{,}465} = 1038$$

Dengan beban listrik yang selama ini dipasok oleh PLN dapat dikurangi dengan pemasangan PLTS jika dilihat pada gambar 4.14. Setelah pemasangan PLTS dapat dilihat bahwa *net load* mengalami penurunan pasokan listrik Dari PLN. Kondisi ini dapat menguntungkan jika terus menerus dilakukan dalam jangka Panjang. Selain pasokan listrik dari PLN yang berkurang, pemakaian listrik dalam jangka panjang akan menguntungkan karena pasokan listrik dari PLTS menggunakan energi yang ramah lingkungan dan lebih stabil. Selain itu penghematan energinya dapat dihitung menggunakan persamaan 2. seperti di bawah ini. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka dapat diartikan bahwa penghematan energi listrik setelah pemasangan PLTS sebesar 27% dalam 1 hari. Maka dalam 21 hari dapat dilihat pada di bawah ini.

Tabel 3. Persentase Penghematan Energi

Hari	Beban (kWh)	PLTS (kWh)	Net Load (kWh)	Persentase (%)
1	1393,77	379,47	1014,29	27
2	1393,77	351,70	1042,07	25
3	1393,77	154,04	1239,72	11
4	1393,77	289,02	1104,74	21
5	1393,77	401,06	992,71	29
6	24,60	287,06	262,46	1167
7	24,60	428,73	404,13	1743
8	1393,77	83,80	1309,96	6
9	1393,77	450,14	943,63	32
10	1393,77	316,81	1076,95	23
11	1393,77	352,09	1041,68	25
12	1393,77	451,63	942,13	32
13	24,60	97,19	72,59	395
14	24,60	450,14	425,54	1830
15	1393,77	451,26	942,51	32
16	1393,77	316,68	1077,08	23
17	1393,77	428,73	965,04	31
18	1393,77	451,26	942,51	32
19	1393,77	450,14	943,63	32
20	24,60	316,81	292,21	1288
21	24,60	398,02	373,42	1618
Rata rata				401%

Pada Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa dalam Senin sampai Jumat penghematan energi listrik terbesar dalam 1 hari adalah 32% dengan rata rata mencapai 401% dalam 21 hari. Sedangkan dalam waktu Sabtu minggu terdapat kelebihan energi listrik yang dapat dialirkan ke gedung lain agar penghematan energi listrik dapat dimanfaatkan lebih optimal, sehingga dapat menghasilkan penghematan yang signifikan dalam total konsumsi energi listrik.

$$Penghematan\ Energi = \frac{PLTS}{Beban} \times 100\%$$
$$= \frac{379,47}{1393.77} \times 100\%$$
$$= 27\%$$

KESIMPULAN

Percobaan ini menunjukkan bahwa simulasi Pvsyst dengan faktor lingkungan menghasilkan performance ratio 0,778, mencerminkan efisiensi PLTS On-Grid di ITATS. Data logger yang dirancang akurat dalam akuisisi data real-time, mendukung analisis kebutuhan energi dan sistem hybrid. Model peramalan Artificial Neural Network dengan MAPE 5-6% efektif memprediksi konsumsi energi. Simulasi Pvsyst menunjukkan estimasi energi 1038 kali lebih besar dari Neural Network, menegaskan pentingnya simulasi dalam menentukan potensi PLTS. Sistem hybrid PLN-PLTS menghemat energi hingga 32% pada hari kerja, dengan surplus akhir pekan, menghasilkan efisiensi pemanfaatan energi hingga 401% dalam 21 hari.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. D. H. Sinaga, W. Pangaribuan, M. A. R. Sembiring, And A. H. Syahrir, "Desain Sistem Cadangan Energi Listrik Menggunakan Tenaga Surya Pada Gedung Teknik Elektro Ft – Unimed," J. Ins. Prof., Vol. 2, No. 1, 2022, Doi: 10.24114/Jip.V2i1.28325.
[2]. R. Sulistyowati Et Al., "Manajemen Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid," Snestik Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, Dan Tek. Inform., Pp. 297–306, 2023.
[3]. D. Almanda And M. A. Z. Muttaqin, "Analisa Dan Perbandingan Plts On Grid Yang Terpasang Di Atap Gedung Utama Pt Subur Semesta Dengan Plts On Grid Yang Bergerak Mengikuti Arah Matahari," Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer), Vol. 3, No. 2, P. 57, 2020, Doi: 10.24853/Resistor.3.2.57-60.
[4]. M. Agam And U. T. Kartini, "Peramalan Daya Listrik Plts On Grid Pada Rumah Tinggal Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Decomposition Feed Forward Neural Network Berdasarkan Data Meteorologi," Tek. Elektro, Vol. 9, No. October, Pp. 241–249, 2019.
[5]. F. Anwar And T. Rijanto, "Analisis Perencanaan Plts On Grid Menggunakan Helioscope (Studi Kasus Plts On Grid 40 Kwp Di Gedung Asrama Putri Universitas Airlangga)," Vol. 4, No. 2, Pp. 724–737, 2023.
[6]. D. A. Panunggul, M. S. Boedoyo, And N. A. Sasongko, "Analisa Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Universitas Pertahanan Sebagai Pendukung Keamanan Pasokan Energi (Studi Kasus: Energi Surya Dan Angin)," J. Ketahanan Energi, Vol. 4, No. 2, Pp. 75–91, 2018.
[7]. M. A. Auliq, F. Fitriana, And S. Robitoh, "Studi Implementasi ' Smart Grid Solar Pv System' Di Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember," J. Tek. Elektro Dan Komputasi, Vol. 2, No. 2, Pp. 87–95, 2020, Doi: 10.32528/Elkom.V2i2.3444.
[8]. M. Ali, R. Siregar, W. Sunanda, And G. B. Putra, "Perencanaan Sistem Hybrid Photovoltaic Dan Pln Di Universitas Bangka Belitung," Vol. 6, No. 2, Pp. 56–60, 2019.
[9]. P. Magister, B. Keahlian, T. Sistem, D. T. Elektro, And F. T. Elektro, "Islanding Detection Pada Sistem Grid-Photovoltaic Yang Terdistribusi Menggunakan Metode Artificial Neural Network," 2018.
[10]. O. Niswatul And A. Tindriyani, "Implementasi Neural Network Pada Matlab Untuk Peramalan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur Skripsi Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro," 2017.
[11]. M. N. Adiwana And U. T. Kartini, "Desain Photovoltaic Dan Peramalan Jangka Pendek Radiasi Sinar Matahari Menggunakan Metode Feed-Forward Neural Network," J. Tek. Elektro, Vol. 9, No. 1, Pp. 757–764, 2020.
[12]. Riny Sulistyowati, Dedet Candra Riawan, Mochamad Ashari, Clustering Based Optimal Sizing and Placement of PV-DG Using Neural Network, 2017.
[13]. Wayan Arsa Suteja And Adi Surya Antara, "Analisis Sensor Arus Invasive Acs712 Dan Sensor Arus Non Invasive Sct013 Berbasis Arduino," Protek J. Ilm. Tek. Elektro, Vol. 8, No. 1, Pp. 13–21, 2021, Doi: 10.33387/Protk.V8i1.2116.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7551

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Inovasi Sistem Keamanan dan Kendali Penerangan Rumah Berbasis BLE & Telegram: Integrasi Cerdas dengan Metode RSSI Measurement

Andy Suryowinoto*, Muhammad Hasyim, Syahri Muharom, dan Diva Candrarani

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: andysuryo@itats.ac.id

ABSTRACT

The increasing security concerns and urban lifestyle distractions have led to negligence in home security. Consequently, innovative security systems are necessary to automatically assist homeowners in securing their homes. This research addresses this issue by proposing the implementation of an automatic door lock security system through the Bluetooth Low Energy (BLE) protocol on the NodeMCU ESP32. It aims to integrate existing home security systems with the Internet of Things platform using the Telegram Bot API, focusing particularly on access control for entering and exiting the house. By employing the Received Signal Strength Indicator (RSSI) measurement method, this research determined the ideal distance for automatic door locking by the security system. After collecting the data using one device, the researcher tested it nine times at distances ranging from 0 to 2 meters. The results indicated that the system had a detection limit at a distance of 1 meter with a signal strength value of -85 dBm. Additionally, the power consumption of the security device was measured at 1.645 mA, and the average delay time for data transmission from transmitter to receiver reached approximately 2.22 ms. This is more suitable for response times at distances greater than 2 meters In conclusion, the prototype security system in this research was successfully designed and operated according to its objectives

.***Keywords:*** *ESP32, innovative security, Bluetooth Low Energy, Telegram. RSSI Measurement*

ABSTRAK

Dengan meningkatnya gangguan keamanan saat ini, dan aktivitas masyarakat urban menyebabkan kelalaian fokus keamanan pada rumah, untuk itu diperlukan inovasi suatu sistem keamanan yang secara otomatis

membantu pemilik, apabila ia lalai dalam pengamanan rumahnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai respons terhadap permasalahan tersebut. Solusi yang diusulkan adalah mengimplementasikan sistem keamanan otomatis pengunci pintu rumah, menggunakan protokol Bluetooth Low Energy pada NodeMCU ESP32. Tujuan dari penelitian sistem keamanan pada rumah khususnya pada akses keluar- masuk rumah yaitu membangun integrasi antara sistem keamanan yang ada di dalam rumah dengan platform *Internet of Things* dengan API pada Bot Telegram. Penelitian ini menggunakan metode pengukuran besaran RSSI (Received Signal Strength Indicator) untuk mengetahui jarak ideal proses penguncian secara otomatis oleh sistem pengaman tersebut. Pada proses pengujian perangkat, pengambilan data dilakukan dengan 1 device, yang diuji sebanyak 9(sembilan) kali dengan kategori pengujian dengan jarak 0 hingga 2 meter, didapat hasil sebagai berikut memiliki batas deteksi pada jarak 1 meter dengan nilai sinyal -85 dBm, sedangkan konsumsi arus listrik pada perangkat pengaman ini adalah sebesar 1.645 mA, dan memiliki rata rata kecepatan delay waktu untuk pengiriman data transmitter terhadap receiver berkisar sekitar 2.22 ms, ini lebih baik untuk respon waktu untuk jaran diatas 2 meter. Berdasarkan hasil data tersebut disimpulkan bahwa prototipe sistem keamanan pada penelitian ini berhasil dirancang bangun dan berjalan sesuai tujuan.

Kata kunci: ESP32, keamanan inovatif , *Bluetooth Low Energy*, Telegram, RSSI *Measurement.*

PENDAHULUAN

Di era modern ini, banyak individu lebih sering berada di luar rumah karena berbagai kewajiban dan aktivitas yang membutuhkan mobilitas tinggi. Akibatnya, rumah sering kali ditinggalkan dengan berbagai aset dan barang berharga di dalamnya. Untuk memberikan rasa aman kepada pemilik rumah serta mencegah potensi tindak kejahatan seperti pencurian dan perampokan, diperlukan sistem keamanan yang dapat berfungsi secara efektif. Salah satu solusi yang menjanjikan dalam bidang ini adalah pemanfaatan teknologi elektronika [1].

Saat ini, teknologi yang mengalami perkembangan pesat adalah *Internet of Things* (IoT). IoT mengacu pada konsep di mana berbagai objek dan individu memiliki identitas unik serta dapat bertukar data melalui jaringan tanpa perlu komunikasi langsung antar-manusia atau interaksi manusia dengan komputer [2]. Dalam implementasinya, IoT telah digunakan dalam berbagai sektor, termasuk rumah pintar (*smart home*), industri manufaktur, serta transportasi [3]. Salah satu tantangan utama dari IoT adalah bagaimana menyederhanakan kompleksitas data agar dapat dipahami oleh pengguna secara lebih mudah, mengingat interaksi antara manusia dan komputer menjadi semakin erat dan tidak terhindarkan[4].

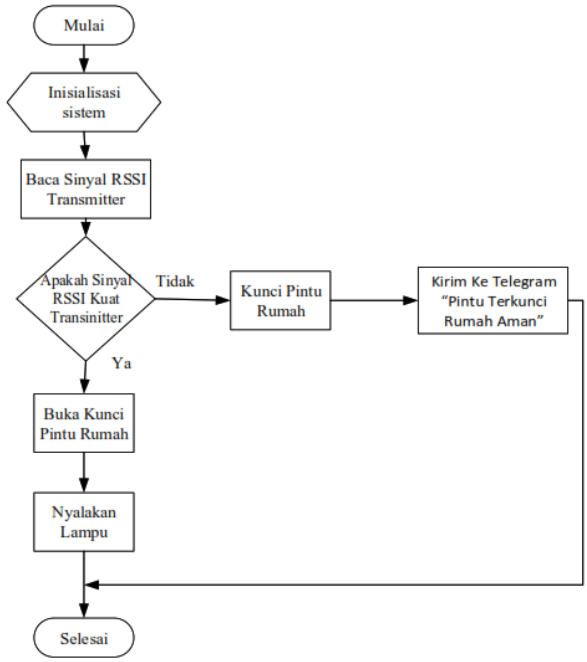
Pada penelitian sebelumnya, salah satu penerapan teknologi IoT yang relevan dalam kehidupan sehari-hari adalah pengendalian kunci pintu dan pencahayaan rumah. Dengan perkembangan teknologi, inovasi telah memungkinkan transisi dari sistem kunci pintu konvensional ke solusi berbasis IoT, di mana smartphone dapat berfungsi sebagai alat keamanan rumah [5]. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem keamanan rumah berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi dan kenyamanan bagi penggunanya dengan mengotomatisasi proses penguncian pintu dan pengendalian pencahayaan[6].

Dalam konteks pengamanan rumah, Bluetooth dan aplikasi Telegram dapat digunakan sebagai sarana pengendalian serta pemantauan terhadap sistem keamanan rumah [7]. Teknologi Bluetooth Low Energy (BLE) pada perangkat seperti ESP32 memungkinkan komunikasi nirkabel yang efisien dalam jarak dekat[8]. BLE telah banyak digunakan dalam perangkat rumah pintar karena konsumsi dayanya yang rendah dibandingkan dengan koneksi Wi-Fi[9] Selain itu, integrasi dengan aplikasi Telegram memberikan keuntungan berupa aksesibilitas yang lebih luas bagi pengguna, karena platform ini memiliki antarmuka yang sederhana dan dapat digunakan di berbagai perangkat [10].

Salah satu keunggulan dari sistem berbasis IoT adalah kemampuannya untuk memberikan notifikasi *real-time* kepada pengguna. Melalui integrasi antara ESP32 dan Telegram, pengguna dapat menerima notifikasi tentang status kunci pintu dan pencahayaan rumah secara langsung di smartphone mereka. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat memastikan bahwa rumah mereka tetap aman meskipun sedang berada jauh dari lokasi.

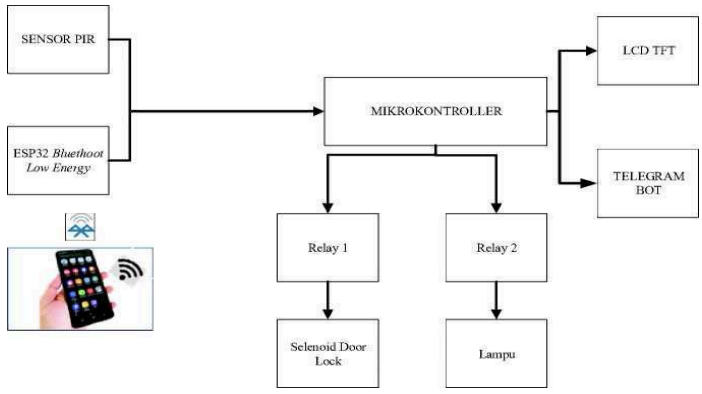
METODE

Berikut metode *engineering research* yang diterapkan pada diagram alur sebagai berikut.



Gambar 1. Alur *software* Kerja Sistem Keamanan Pintu dan Kendali Pencahayaan pada Rumah Tinggal.

Pada gambar 1 menunjukkan sistem kerja perangkat secara keseluruhan, dimana pada sistem akan aktif apabila kuat sinyal RSSI ini, menggunakan metode *Log-Distance Path Loss Model (LDPL)* sesuai dengan set parameter yang telah ditetapkan. Dengan mengkonversi nilai RSSI menjadi estimasi jarak. Pada set tersebut akan mengaktifkan sistem penguncian dan penerangan dari rumah tinggal tersebut



Gambar 2. Perancangan *hardware* sistem keamanan pintu dan kendali pencahayaan pada rumah tinggal

Pada gambar 2 diagram blok dapat dilihat input yang diberikan, selama perangkat Smartphone/Android berada di jangkauan yang sudah di tentukan oleh pembacaan modul ESP32 (*Bluethooth Low Energy*)[13][14] dapat menangkap sinyal *bluetooth* terenkripsi, maka sistem ini akan mengaktifkan *relay* untuk membuka sistem pengunci yang dikendalikan oleh solenoid.
Sensor PIR berfungsi untuk mendeteksi keberadaan pergerakan guna menyalakan lampu secara otomatis pada dalam rumah. Telegram digunakan untuk perintah dari luar rumah agar lebih mudah untuk kendali kunci pintu dan penerangan di dalam rumah. Untuk hasil sinyal dan status kunci pintu akan ditampilkan pada LCD TFT sebagaimana telah dibuat dalam sistem di atas. Untuk lebih jelas berikut *layout* perangkat keras sistem pengaman pada gambar 3 berikut.



(a) (b) (c)

Gambar 3. *a) tata letak komponen sistem, b) kotak perangkat dan wiring komponen tampak dari atas*

Pada gambar 3(a) merupakan implementasi dari *wiring* diagram didalam *box* atau kotak terdapat beberapa komponen seperti LCD TFT ILI9341, ESP32, ESP8266, dan *power supply*. Prototipe didesain untuk beralih ke mode pengukuran saat mendeteksi sinyal *bluetooth* dari *smartphone.* Pada gambar 3(b) proses pembuatan rancang bangun menghasilkan nilai-nilai sinyal RSSI dalam satuan (dBm), dimana untuk jarak pemancar dan penerima diukur dalam satuan meter. Dimensi kotak perangkat, yaitu dengan panjang 13,5 cm, lebar 12cm, dan tinggi 8cm. Pada gambar 3(c) merupakan miniatur simulasi dari sistem pengaman rumah tinggal, terdiri dari daun pintu dengan panjang 50 cm, dan lebar 40 cm, dengan alas panjang 30 cm dan lebar 40 cm. Bagian ini terdapat beberapa komponen seperti Lampu 220v 5watt, *selenoid doorlock*, dan sensor PIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Pada pengujian pertama Memberikan logika *HIGH* dan *LOW*. Dari *input* yang diberikan bertujuan untuk mengetahui logika apa yang digunakan ketika terdapat objek yang terdeteksi atau objek yang menghalangi sensor. Hasil pengujian sensor PIR dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:

Tabel 1. Data hasil pengujian sensor PIR

Data ke-	Jarak Sensor dengan Objek (m)	Status	Keterangan
1	0	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi
2	0.25	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi
3	0.50	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi
4	0.75	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi

Data ke-	Jarak Sensor dengan Objek (m)	Status	Keterangan
5	1.00	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi
6	1.25	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi
7	1.50	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi
8	1.75	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi
9	2.00	Berhasil	Terdapat Objek yang menghalangi

Pada Tabel 1. menunjukkan bahwa jika sensor PIR akan mendeteksi pergerakan mulai jarak 0 meter hingga 2 meter. untuk memberikan data sinyal kepada *relay* agar menyalakan lampu. jika jarak deteksi dibawah jarak 1 meter, maka lampu tidak akan menyala, dengan *output* logika *LOW,* ketika terdapat objek yang menghalangi sensor PIR, memberikan logika *HIGH* ketika tidak terdapat objek yang menghalangi sensor PIR.

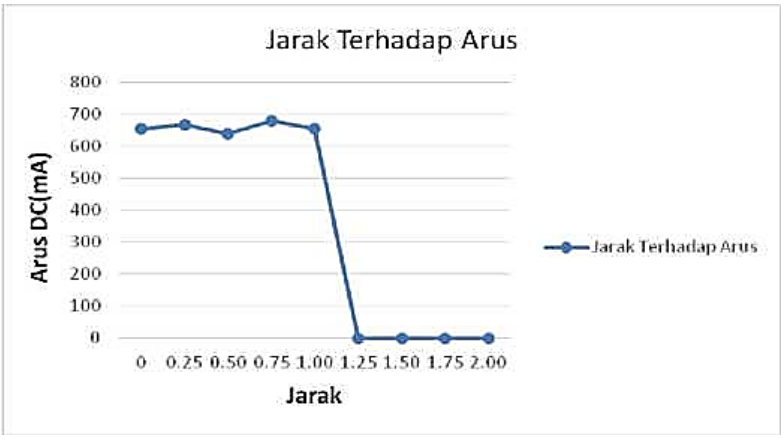
Pembahasan Data II

Pengambilan data kedua adalah pengujian jauh jarak terhadap pemancar pada sinyal RSSI, arus dan tegangan perangkat. Dalam hasil analisa, pengujian dilakukan terhadap jarak tempuh dimana ada 2 pemancar yang pertama merupakan sebuah *smartphone* berbasis OS Android dan yang kedua merupakan sebuah modul *standalone* portabel ESP32 (*Bluetooth Low Energy*) berupa prototipe. Berikut adalah hasil dalam pengujian kedua dalam tabel 2 berikut

Tabel 2. Pengujian jauh jarak, sinyal RSSI, arus dan tegangan komponen selenoid

Data ke-	Jauh Jarak Pemancar dengan penerima (m)	Nilai RSSI	Arus pada selenoid *doorlock* (Amper)	Tegangan pada selenoid *doorlock* (volt)	Keterangan sistem
1	0	-51	0.653	10.7	Berhasil
2	0.25	-61	0.667	10.7	Berhasil
3	0.50	-74	0.638	10.8	Berhasil
4	0.75	-77	0.680	10.8	Berhasil
5	1.00	-85	0.653	10.9	Berhasil
6	1.25	-89	0	0	Gagal
7	1.50	-89	0	0	Gagal
8	1.75	-93	0	0	Gagal
9	2.00	-96	0	0	Gagal

Pada Tabel 2 hasil pengujian diatas pada setiap jarak akan mempunyai perbedaan arus listrik dimana setiap perubahan jarak atau nilai RSSI akan merubah arus listrik dan tegangan yang mengalir pada *selenoid door lock*. Setelah melewati jarak 1 meter, maka arus dan tegangan akan hilang karena untuk batas tengah pengunci sudah terlewati, maka status pengunci langsung terkunci.



Gambar 4. Grafik hasil pengambilan jarak terhadap arus perangkat *selenoid*

Untuk hasil pengukuran dari pengujian 1 dan 2 didapat bahwa arus yang diperoleh dari DC meter digital bervariasi. untuk jarak 0(m) hingga 1(m) nilai arus bisa terbaca dikarenakan masih dalam jangkauan batas tengah deteksi sinyal *bluetooth low energy*. untuk jarak 1.25 meter hingga 2 meter, tidak terdapat arus, maupun tegangan pada *selenoid doorlock* . meskipun tidak ada arus dan tegangan dalam jangkauan tersebut, pemancar masih mengirimkan data sinyal RSSI, agar lebih mudah untuk mendeteksi ukuran sinyal RSSI pada jarak batas-batas yang telah ditentukan.



Gambar 5. *User interface* pada aplikasi telegram

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa informasi status tentang pengamanan dikirimkan melalui API Telegram, dan ditampilkan secara langsung berurutan sesuai dengan informasi status dari alat yang sebelumnya telah diset parameter pada kerja sistem.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian dengan metode *engineering research* pada pengukuran kuat sinyal RSSI yang diterapkan dalam sistem ini berperan dalam mengambil nilai RSSI sebagai petunjuk status perangkat yang terdeteksi, menunjukkan apakah semakin jauh atau semakin dekat. Untuk jarak terjauh jangkauan Sinyal *Bluethooth low energy* pada modul ESP32 ada pada jarak 2 meter dengan nilai sinyal RSSI sebesar -96(dBm) tidak memiliki arus

listrik dan tegangan. Prototipe memiliki batas tengah guna awal deteksi terhubungnya sinyal RSSI memiliki jarak 1(m) dengan nilai sinyal RSSI -85 dBm dengan hasil pengujian arus listrik sebesar 653 mA dan tegangan berkisar 10.7 volt sebagai pendeteksi akhir sinyal mendekat untuk memberi data kepada ESP32 untuk mengaktifkan selenoid *doorlock*. secara umum dari proses pengujian perangkat dapat disimpulkan penelitian ini berhasil dan dimasa datang sistem security ini dapat diterapkan pada setiap rumah tinggal dalam mengakomodir tingkat tingginya rutinitas pemilik rumah tinggal, serta mengurangi dampak lupa pemilik dalam mengunci rumah tinggal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini, and I. Chlamtac, "Internet of things: Vision, applications and research challenges," *Ad Hoc Networks*, vol. 10, no. 7, pp. 1497–1516, 2012, doi: 10.1016/J.ADHOC.2012.02.016.

[2] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, Oct. 2015, doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.

[3] "That 'Internet of Things' Thing - RFID JOURNAL." Accessed: Mar. 19, 2025. [Online]. Available: https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/

[4] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, and D. Georgakopoulos, "Context aware computing for the internet of things: A survey," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 16, no. 1, pp. 414–454, Mar. 2014, doi: 10.1109/SURV.2013.042313.00197.

[5] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013, doi: 10.1016/J.FUTURE.2013.01.010.

[6] Z. Wu, Y. Zhang, Y. Yang, C. Liang, and R. Liu, "Spoofing and anti-spoofing technologies of global navigation satellite system: A survey," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 165444–165496, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022294.

[7] P. Guillemin *et al.*, "IoT Standardisation chapter 7 of IERC IoT Book Chapter 7 Internet of Things standardisation - Status, Requirements, Initiatives and Organisations Patrick Guillemin, Friedbert Berens, Marylin Arndt, Latif Ladid, Pascal Thubert, George Percivall, Bart De La," p. 16 pages, 2013.

[8] H. Suo, J. Wan, C. Zou, and J. Liu, "Security in the internet of things: A review," *Proceedings - 2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering, ICCSEE 2012*, vol. 3, pp. 648–651, 2012, doi: 10.1109/ICCSEE.2012.373.

[9] A. Suryowinoto, T. Herlambang, R. Tsusanto, and F. A. Susanto, "Prototype of an Automatic Entrance Gate Security System Using a Facial Recognition Camera Based on The Haarcascade Method," *J Phys Conf Ser*, vol. 2117, no. 1, p. 012015, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2117/1/012015.

[10] A. Suryowinoto and A. Rizaldy, "Integrasi Kendali Jauh Elektronik Rumah Pintar Menggunakan Smartphone Android Berbasis RASPBERRY PI dan Protokol Wi-Fi Web Socket," pp. 267–272.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7578

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Optimasi Parameter Operasional Mini Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Machine Learning untuk Meningkatkan Output Daya

Parman, Fais Hamzah, Rahmat Basya Shahrys Tsany, Dicki Nizar Zulfika, Thomas Brian

Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
e-mail: parman@ppns.ac.id

ABSTRACT

The utilization of renewable energy is experiencing significant growth, with wind turbines emerging as a key solution for generating environmentally friendly electricity. However, the efficiency of wind turbines is highly dependent on their operational parameters, such as wind speed, blade size, angular velocity, and torque. This research aims to optimize the operational parameters of small-scale wind turbines using an XGBoost-based Machine Learning model and an L-BFGS-B algorithm-based optimization method. A simulation dataset was generated based on the physical equations of wind turbine power and a MATLAB Simulink model, incorporating added noise to approximate real-world conditions. The XGBoost model was trained to predict the turbine's output power based on its operational parameters. Subsequently, an optimization method was employed to identify the parameter combination that yields maximum power. The experimental results demonstrate that the model exhibits strong performance, characterized by a low Mean Squared Error (MSE) and a high R-squared score. The optimization process successfully achieved a significant increase in power output compared to the initial configuration. Through this approach, wind turbine systems can operate more efficiently and generate optimal electrical power. This study contributes to the advancement of artificial intelligence-based optimization strategies for renewable energy systems.

Keywords: *Wind turbine, optimization, Machine Learning, XGBoost, L-BFGS-B.*

ABSTRAK

Penggunaan energi terbarukan semakin berkembang, dan turbin angin menjadi salah satu solusi utama dalam menghasilkan listrik secara ramah lingkungan. Namun, efisiensi turbin angin sangat bergantung pada parameter operasionalnya seperti kecepatan angin, ukuran bilah, kecepatan sudut, dan torsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan parameter operasional turbin angin skala kecil menggunakan model Machine Learning berbasis XGBoost serta metode optimasi berbasis algoritma L-BFGS-B. Dataset simulasi dibuat berdasarkan persamaan fisika daya turbin angin dan model MATLAB Simulink dengan tambahan noise untuk mendekati kondisi nyata. Model XGBoost dilatih untuk memprediksi daya keluaran turbin berdasarkan parameter operasionalnya. Selanjutnya, metode optimasi digunakan untuk mencari kombinasi parameter yang menghasilkan daya

maksimum. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dengan nilai Mean Squared Error (MSE) yang rendah dan skor R-squared yang tinggi. Optimasi yang dilakukan berhasil meningkatkan output daya secara signifikan dibandingkan dengan konfigurasi awal. Dengan pendekatan ini, sistem turbin angin dapat beroperasi secara lebih efisien dan menghasilkan daya listrik yang optimal. Studi ini memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi optimasi berbasis kecerdasan buatan untuk sistem energi terbarukan.

Kata kunci: Turbin angin, optimasi, Machine Learning, XGBoost, L-BFGS-B

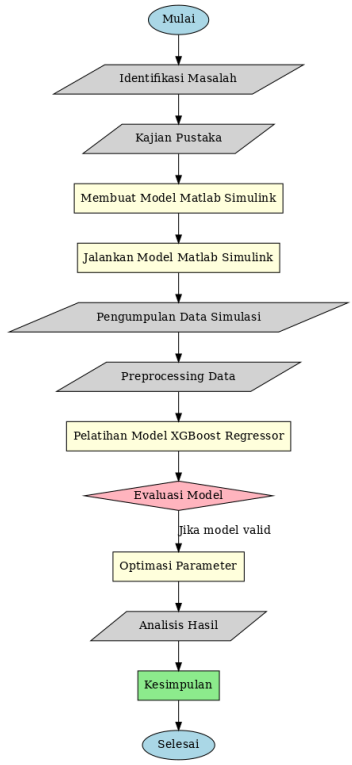
PENDAHULUAN

Mini turbin angin merupakan salah satu solusi yang menjanjikan dalam pemanfaatan energi terbarukan, khususnya dalam konteks pengurangan ketergantungan pada sumber energi fosil dan mitigasi perubahan iklim. Di antara berbagai sumber energi terbarukan yang tersedia, tenaga angin telah muncul sebagai salah satu teknologi yang paling menjanjikan dan berkembang pesat dalam transisi energi global. Peningkatan kapasitas pembangkit listrik tenaga angin telah tumbuh pesat dalam beberapa tahun terakhir, didorong oleh dukungan kebijakan dan penurunan biaya yang signifikan, terutama untuk teknologi fotovoltaik surya dan tenaga angin . Pada tahun 2023, kapasitas total tenaga angin terpasang secara global mencapai 1015 GW, dengan 93% merupakan instalasi di darat dan 7% di lepas pantai. Pembangkitan listrik tenaga angin global mencapai lebih dari 2330 TWh pada tahun 2023, meningkat 10% dari tahun sebelumnya, menjadikannya teknologi terbarukan non-hidro terkemuka[1]. Namun, perancangan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) skala kecil masih jarang dilakukan sehingga perlu dilakukan optimasi PLTB menggunakan perangkat lunak Matlab Simulink. Perancangan PLTB menggunakan Simulink merupakan langkah awal dalam pengembangan sistem energi terbarukan yang efisien. Model MATLAB Simulink tidak cukup baik untuk optimasi parameter sehingga dibutuhkan metode lain untuk melakukan optimasi sesuai dengan parameter terancang di MATLAB Simulink.

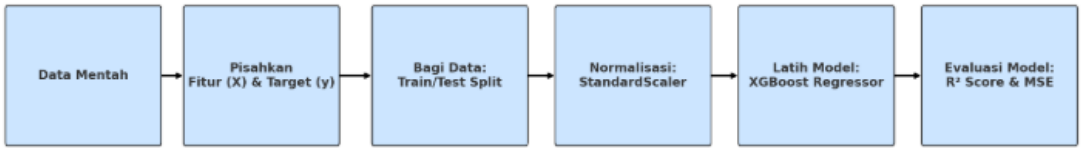
Dalam beberapa tahun terakhir, teknik pembelajaran mesin *(machine learning*) telah muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan-tantangan dan meningkatkan kinerja berbagai sistem teknik, termasuk pembangkit listrik tenaga angin. Pembelajaran mesin memungkinkan sistem untuk belajar dari data, mengidentifikasi pola, dan membuat prediksi atau keputusan tanpa diprogram secara eksplisit. Efektivitas XGBoost telah diakui secara luas, terutama kemampuannya dalam menangani nilai-nilai yang hilang dan mencapai akurasi prediksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan model-model pembelajaran mesin tradisional, seperti Random Forests dan Support Vector Machines [2], [3]. Namun, penting untuk mengakui bahwa meskipun XGBoost memiliki banyak hyperparameter, penyetelan parameter-parameter ini seringkali tidak trivial dan dapat secara signifikan mempengaruhi kinerja model. Optimasi hyperparameter memerlukan strategi yang kuat untuk menavigasi ruang pencarian yang luas, karena ruang parameter yang besar dapat menyebabkan peningkatan waktu komputasi untuk pengembangan model [4] . Pendekatan saat ini, termasuk optimasi Bayesian dan Particle Swarm Optimization, telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan kinerja XGBoost; namun, masih terdapat celah dalam penerapan algoritma yang dirancang khusus untuk optimasi konveks seperti L-BFGS-B, yang berpotensi lebih menyederhanakan proses penyetelan hyperparameter dan efisiensi komputasi terkait[5][6]. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kebutuhan akan strategi optimasi berbasis pembelajaran mesin yang efektif untuk meningkatkan keluaran daya pembangkit listrik tenaga angin mini karena daya yang dihasilkan oleh PLTB sering tidak sesuai dengan kebutuhan beban, maka perlu melakukan optimasi sebelum pembuatan prototipe dengan memanfaatkan metode optimasi tersebut.

METODE

Alur penelitian dimulai dengan identifikasi masalah dan kajian pustaka untuk memahami konteks dan solusi yang ada. Selanjutnya, model Matlab Simulink dibuat dan dijalankan untuk menghasilkan data simulasi. Data ini kemudian diproses dan digunakan untuk melatih model XGBoost Regressor. Model yang telah dilatih dievaluasi dan jika valid, parameternya dioptimalkan. Hasil dari model yang dioptimalkan dianalisis untuk menarik kesimpulan yang relevan dengan masalah penelitian. Proses ini diakhiri dengan penarikan kesimpulan yang merangkum temuan utama dari penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



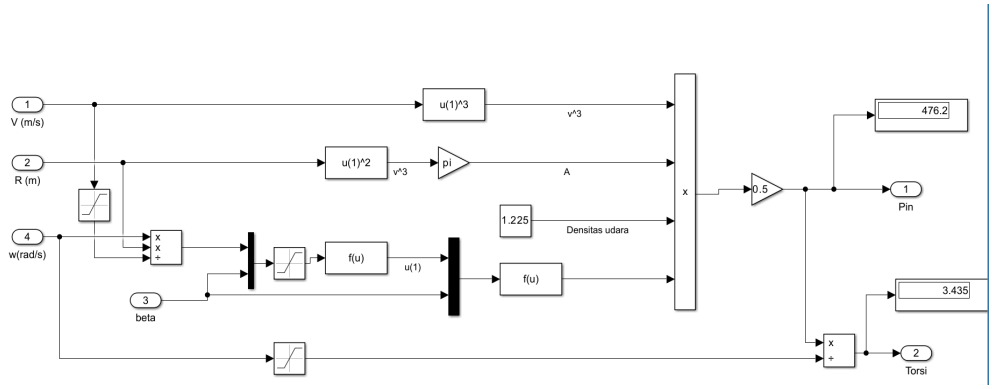
Gambar 2. Diagram alir preprocessing data dan validasi

Preprocessing adalah tahap awal dalam pipeline machine learning yang bertujuan untuk mempersiapkan data agar sesuai dengan kebutuhan model. Dalam penelitian ini, preprocessing melibatkan data mentah dari hasil Model MATLAB Simulink dan pemisahan antara fitur (input) dan target (output), diikuti dengan pembagian data menjadi data latih dan uji (80:20). Setelah itu, seluruh fitur distandarkan menggunakan StandardScaler agar memiliki skala yang sama (mean = 0, std = 1). Ini penting karena model seperti XGBoost dan metode optimasi lebih sensitif terhadap perbedaan skala antar fitur.

Setelah preprocessing, model XGBoost dilatih menggunakan data latih. Kinerja model kemudian divalidasi menggunakan data uji yang tidak pernah dilihat oleh model sebelumnya. Evaluasi dilakukan menggunakan R^2 Score (mengukur seberapa baik model menjelaskan varians data) dan Mean Squared Error (mengukur rata-rata kesalahan prediksi). Skor R^2 sebesar 0.7 menunjukkan bahwa model cukup baik dalam memprediksi daya keluaran turbin berdasarkan input yang diberikan [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi output daya Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala kecil dapat dilakukan dengan pendekatan berbasis machine learning menggunakan model XGBoost Regressor yang telah diimplementasikan sebelumnya. Berdasarkan hasil simulasi model MATLAB Simulink pada tabel 1, daya listrik (Pm_) yang dihasilkan bervariasi tergantung pada kecepatan angin, ukuran rotor (R), kecepatan sudut (ω), dan torsi (T). Pada kondisi awal dengan kecepatan angin 7,7 m/s, ukuran blade 0,606 m, kecepatan sudut 88,94 rad/s, dan torsi 1,41 Nm, daya listrik yang dihasilkan sebesar 125,8 watt. Model machine learning digunakan untuk mempelajari hubungan antara parameter ini dan memprediksi daya optimal yang dapat dihasilkan dengan kombinasi parameter yang lebih baik.



Gambar 3. Model PLTB mini di Matlab Simulink

Pendekatan optimasi dilakukan dengan menggunakan metode L-BFGS-B (*Limited-memory Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno with Box constraints*) untuk menentukan kombinasi parameter operasional yang memaksimalkan output daya berdasarkan model XGBoost. Algoritma ini mencari kombinasi optimal dengan meminimalkan nilai negatif dari prediksi daya keluaran. Setelah dilakukan optimasi, diperoleh kombinasi kecepatan angin, ukuran blade, kecepatan sudut, dan torsi yang lebih optimal dibandingkan dengan konfigurasi awal. Model XGBoost, yang telah dilatih dengan data hasil simulasi MATLAB, memastikan bahwa optimasi dilakukan berdasarkan pola hubungan yang valid dari parameter masukan terhadap daya keluaran.

Tabel 1. Hasil simulasi model MATLAB Simulink

Kecepatan Angin (m/s)	R (m)	ω (rad/s)[8], [9]	Torsi (Nm)	P_m (watt)
2	0,606	8,69	0,0082	0,071
3		22,39	0,14	3,18
4		30,46	0,26	8
5		39,15	0,43	16,96
6		69,31	0,86	59,52
7		80,86	1,17	94,52
7,7		88,94	1,41	125,8
8		92,41	1,53	141,1

Kecepatan Angin (m/s)	R (m)	ω (rad/s)[8], [9]	Torsi (Nm)	P_m (watt)
9		103,96	1.93	200,9
10		115,51	2,39	275,76
11		127,06	2,89	366,8
12		138,61	3,44	476,2

Luaran optimasi menunjukkan bahwa dengan menyesuaikan parameter operasional, daya listrik yang dihasilkan dapat meningkat dibandingkan dengan nilai awal 125,8 watt. Evaluasi model menggunakan Mean Squared Error (MSE) dan R-squared (R^2) memastikan bahwa prediksi memiliki tingkat akurasi yang baik. Jika nilai MSE rendah dan R^2 mendekati 1, maka model dapat diandalkan dalam melakukan optimasi. Nilai R^2 dari model machine learning ini adalah 0.79 yang artinya model sudah cukup baik menjelaskan semua variabilitas dalam data. Dengan demikian, pendekatan ini memberikan solusi berbasis data yang lebih akurat dibandingkan dengan metode konvensional, sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi PLTB skala kecil dalam berbagai kondisi kecepatan angin.

```
In [48]: # Optimasi input untuk memaksimalkan daya output
def objective_function(params):
    params_scaled = scaler.transform([params])
    return -model.predict(params_scaled)[0]  # Negatif karena minimize digunakan

# Batasan input
bounds = [(2, 12), (0.3, 0.65), (10, 150), (0.14, 2.0)]  # (kecepatan_angin, ukuran_blade, kecepatan_sudut, torsi)
initial_guess = [10, 0.4, 75, 1]

result = minimize(objective_function, initial_guess, bounds=bounds, method='L-BFGS-B')
optimal_input = result.x
optimal_input_scaled = scaler.transform([optimal_input])
optimal_power = model.predict(optimal_input_scaled)

print(f'Optimal Input: Kecepatan Angin={optimal_input[0]:.2f}, Ukuran Blade={optimal_input[1]:.3f}, Kecepatan Sudut={optimal_in
print(f'Prediksi daya optimal: {optimal_power[0]:.2f} Watt')

Optimal Input: Kecepatan Angin=10.00, Ukuran Blade=0.400, Kecepatan Sudut=75.00, Torsi=1.00
Prediksi daya optimal: 139.34 Watt
```

Gambar 4. Hasil optimasi model mini PLTB

Gambar 3 menjelaskan tentang proses untuk mengoptimasi parameter operasional turbin angin guna memaksimalkan output daya listrik. Objective Function menggunakan model XGBoost yang telah dilatih untuk memprediksi daya berdasarkan parameter input, lalu mengembalikan nilai negatifnya agar dapat digunakan dalam metode optimasi L-BFGS-B, yang bekerja dengan pendekatan minimisasi. Batasan input diberikan untuk memastikan bahwa solusi yang diperoleh tetap berada dalam rentang realistis, yaitu kecepatan angin (2-12 m/s), ukuran blade (0,3-0,65 m), kecepatan sudut (10-150 rad/s), dan torsi (0,14-2,0 Nm). Nilai awal optimasi dipilih sebagai (10, 0.4, 75, 1.0) untuk memulai proses pencarian solusi optimal dalam ruang parameter yang diberikan.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa kombinasi optimal parameter operasional untuk menghasilkan daya listrik tertinggi dalam model ini adalah kecepatan angin 10 m/s, ukuran blade 0,4 m, kecepatan sudut 75 rad/s, dan torsi 1 Nm, yang memprediksi output daya sebesar 139,34 Watt. Dibandingkan dengan konfigurasi awal sebesar 125,8 Watt, pendekatan ini menunjukkan peningkatan efisiensi sistem turbin angin. Dengan menerapkan teknik optimasi berbasis machine learning, sistem dapat menyesuaikan parameter operasionalnya secara otomatis untuk mencapai kinerja optimal dalam kondisi lingkungan tertentu. Pendekatan ini dapat diterapkan lebih lanjut dalam sistem kontrol real-time guna meningkatkan efisiensi turbin angin di berbagai kondisi kecepatan angin.

KESIMPULAN

Optimasi output daya PLTB skala kecil melalui pendekatan *machine learning* dengan model XGBoost Regressor dan metode L-BFGS-B telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Optimasi ini menghasilkan peningkatan daya listrik dari 125,8 Watt menjadi 139,34 Watt dengan kombinasi parameter operasional yang optimal. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya memberikan solusi berbasis data yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional, tetapi juga memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam sistem kontrol real-time, memungkinkan turbin angin untuk secara otomatis menyesuaikan parameter operasionalnya dan mencapai kinerja optimal dalam berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] IEA, "Wind," IEA. Accessed: Mar. 25, 2025. [Online]. Available: https://www.iea.org/energy-system/renewables/wind

[2] A. Hakam, W. Utama, S. A. Garini, O. A. Jabar, A. N. F. Insani, and Y. Rosandi, "Sonic Log Prediction Based on Extreme Gradient Boosting (XGBoost) Machine Learning Algorithm by Using Well Log Data," *BIO Web Conf*, vol. 89, p. 09003, Jan. 2024, doi: 10.1051/bioconf/20248909003.

[3] D. N. Gono, H. Napitupulu, and Firdaniza, "Silver Price Forecasting Using Extreme Gradient Boosting (XGBoost) Method," *Mathematics*, vol. 11, no. 18, p. 3813, Sep. 2023, doi: 10.3390/math11183813.

[4] H. Wedagedara, C. Witharana, R. Fahey, D. Cerrai, J. Parent, and A. S. Perera, "Non-Parametric Machine Learning Modeling of Tree-Caused Power Outage Risk to Overhead Distribution Powerlines," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 12, p. 4991, Jun. 2024, doi: 10.3390/app14124991.

[5] H. A. Al-Jamimi, "Synergistic Feature Engineering and Ensemble Learning for Early Chronic Disease Prediction," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 62215–62233, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3395512.

[6] I. D. Mienye and N. Jere, "Optimized Ensemble Learning Approach with Explainable AI for Improved Heart Disease Prediction," *Information*, vol. 15, no. 7, p. 394, Jul. 2024, doi: 10.3390/info15070394.

[7] P. Alves *et al.*, "Validation of a machine learning approach to estimate Systemic Lupus Erythematosus Disease Activity Index score categories and application in a real-world dataset," *RMD Open*, vol. 7, no. 2, p. e001586, May 2021, doi: 10.1136/rmdopen-2021-001586.

[8] Kusnadi and Ismail, "Eksperimental Turbin Zephyr dengan Pengaruh Sudu Rotor dan Sudu Statis," *Rotasi*, vol. 25, pp. 33–39, Jul. 2023, Accessed: Feb. 16, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/download/58171/24528

[9] H. Slah, D. Mehdi, and S. Lassaad, "Advanced Control of a PMSG Wind Turbine," *International Journal of Modern Nonlinear Theory and Application*, vol. 05, no. 01, pp. 1–10, 2016, doi: 10.4236/ijmnta.2016.51001.

Halaman ini sengaja ditambahkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7591

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Loker Peminjaman Barang di Lab C Teknik Komputer Berbasis ESP32

R. Dion Handoyo, M. Yahya Ubaidillah, Achmad Risky Muzakky, dan Annisa Fitria Azzahra

Universitas Maarif Hasyim Latif
e-mail: dion.seno@dosen.umaha.ac.id

ABSTRACT

Laboratories are essential facilities in education, as they house various equipment, materials, and infrastructure to support practical activities and learning. Many laboratories still rely on manual borrowing systems, which often lead to the risk of item loss and damage. To address this issue, a system is needed to securely manage borrowing processes and ensure clear user identification to enhance supervision of laboratory equipment usage. This study designs and develops a locker borrowing system based on the ESP32 microcontroller as the central control unit, utilizing a user interface technology through a website. Users enter their data and select an available locker number, which is then sent to the ESP32 microcontroller for storage in a database. If the locker is available, the ESP32 microcontroller sends a signal to the Arduino to activate the relay for 5 seconds, allowing the locker to be opened. This system also provides admin access through a dedicated website to monitor locker usage history recorded in the database. Additionally, the admin can access all lockers using a fingerprint sensor that stores their fingerprint data. The implementation of this system is expected to make the borrowing process in laboratories more efficient, secure, and well-controlled.

Keywords: *ESP32 Microcontroller; Locker; Relay.*

ABSTRAK

Laboratorium merupakan fasilitas penting dalam pendidikan, karena didalam laboratorium berbagai peralatan, bahan dan infrastruktur digunakan untuk mendukung kegiatan praktikum dan pembelajaran. Banyak laboratorium yang saat ini masih menggunakan sistem peminjaman manual sehingga resiko

kehilangan dan kerusakan barang yang dipinjam sering terjadi. Untuk mengatasi masalah ini, maka diperlukan sistem yang dapat mengelola peminjaman dengan aman dan memastikan identifikasi pengguna yang jelas untuk meningkatkan pengawasan terhadap penggunaan barang-barang laboratorium. Penelitian ini merancang dan mengembangkan sistem loker peminjaman berbasis Mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengontrolan sistem yang memanfaatkan teknologi antarmuka pengguna melalui website. Dimana pengguna akan memasukkan data pengguna dan memilih nomor loker yang tersedia yang kemudian dikirim ke Mikrokontroler ESP32 untuk disimpan dalam database. Jika loker tersedia, Mikrokontroler ESP32 mengirimkan sinyal ke Arduino untuk mengaktifkan relay selama 5 detik agar loker dapat dibuka. Sistem ini juga menyediakan akses admin melalui sebuah website khusus untuk melihat riwayat penggunaan loker yang tercatat dalam database. Admin juga dapat mengakses semua loker menggunakan fingerprint sensor yang telah menyimpan data sidik jarinya. Dengan penerapan sistem ini diharapkan proses peminjaman di laboratorium menjadi lebih efisien, aman, dan terkontrol.

Kata kunci: Mikrokontroler ESP32; Loker; Relay.

PENDAHULUAN

Peminjaman barang di laboratorium masih banyak dilakukan secara manual, yang berisiko menyebabkan keterlambatan, kehilangan, atau kerusakan barang tanpa pengawasan yang jelas. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengusulkan sistem otomatisasi, seperti pemanfaatan teknologi RFID untuk mendeteksi peminjaman alat secara real-time [1], penggunaan QR-Code berbasis IoT untuk membuka loker melalui SMS [2], serta penerapan sistem kunci otomatis berbasis solenoid dengan kendali jarak jauh [3]. Namun, keterbatasan dalam fleksibilitas akses, keamanan, dan integrasi sistem masih menjadi tantangan, seperti keterbatasan RFID dalam kepraktisan penggunaannya, sistem QR-Code yang belum dilengkapi dengan sensor keamanan tambahan, serta sistem kunci otomatis yang belum dioptimalkan untuk kebutuhan peminjaman barang di laboratorium.

Sistem loker peminjaman berbasis ESP32 dikembangkan dengan integrasi website untuk memudahkan pengguna dalam mengakses dan mengelola peminjaman barang di laboratorium. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, sistem ini tidak hanya memungkinkan pengguna memilih loker secara digital dan menyimpan data peminjaman dalam database, tetapi juga mengoptimalkan keamanan dengan kombinasi relay otomatis dan akses admin berbasis sensor sidik jari. Dengan fitur ini, sistem dapat memastikan bahwa hanya pengguna yang terverifikasi yang dapat membuka loker, serta memberikan kemudahan bagi admin dalam memantau dan mengelola peminjaman barang secara real-time. Pengelolaan barang laboratorium menjadi lebih efisien, risiko kehilangan atau kerusakan alat berkurang, serta proses peminjaman menjadi lebih aman dan terkontrol.

KEAMANAN LOKER BERBASIS ESP32

ESP32 menawarkan berbagai fitur keamanan bawaan yang dapat diterapkan dalam sistem loker elektronik. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul keamanan perangkat keras yang mendukung algoritma enkripsi seperti AES dan RSA, memungkinkan enkripsi dan dekripsi data secara efisien untuk melindungi informasi sensitif. Fitur Secure Boot memastikan bahwa hanya firmware yang telah ditandatangani secara digital yang dapat dijalankan, mencegah modifikasi firmware yang tidak sah. Selain itu, Flash Encryption mengenkripsi data yang disimpan di memori flash, mengurangi risiko kebocoran data jika perangkat diakses tanpa izin [4].

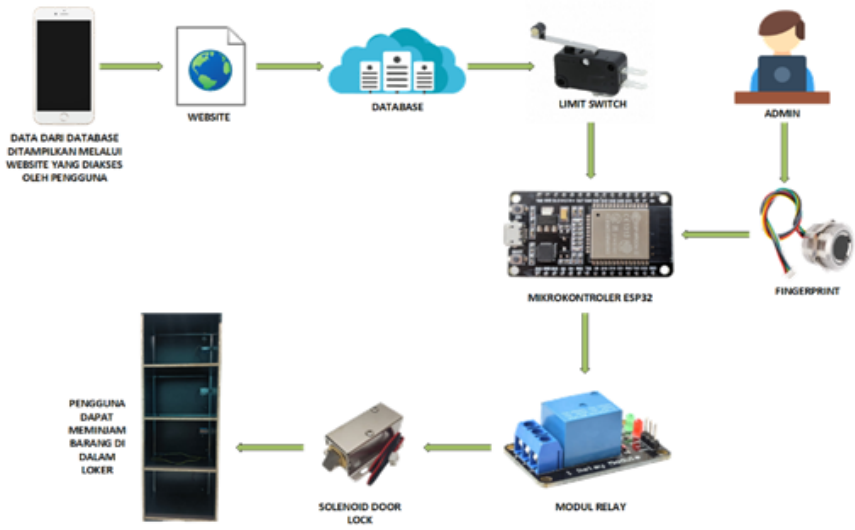
Implementasi ESP32 dalam sistem loker juga telah dilakukan dalam berbagai penelitian. Misalnya, penggunaan ESP32 dengan kunci solenoid yang dikendalikan melalui aplikasi Android memungkinkan penguncian dan pembukaan loker secara digital, meningkatkan keamanan dan kemudahan akses. Selain itu, integrasi sensor sidik jari dengan ESP32 pada loker penitipan barang memberikan lapisan keamanan tambahan, memastikan bahwa hanya pengguna yang terverifikasi yang dapat mengakses loker tersebut [4], [5], [6].

Dengan memanfaatkan fitur-fitur keamanan yang disediakan oleh ESP32 dan mengintegrasikannya dengan teknologi autentikasi seperti sensor sidik jari, sistem loker elektronik dapat mencapai tingkat keamanan yang tinggi, melindungi barang-barang yang disimpan dari akses yang tidak sah.

METODE

Diagram Balok

Untuk memastikan perancangan dan pembuatan alat dilakukan secara sistematis dan terstruktur, kami menyusun diagram blok sistem yang menggambarkan rancangan alat tersebut. Diagram blok ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

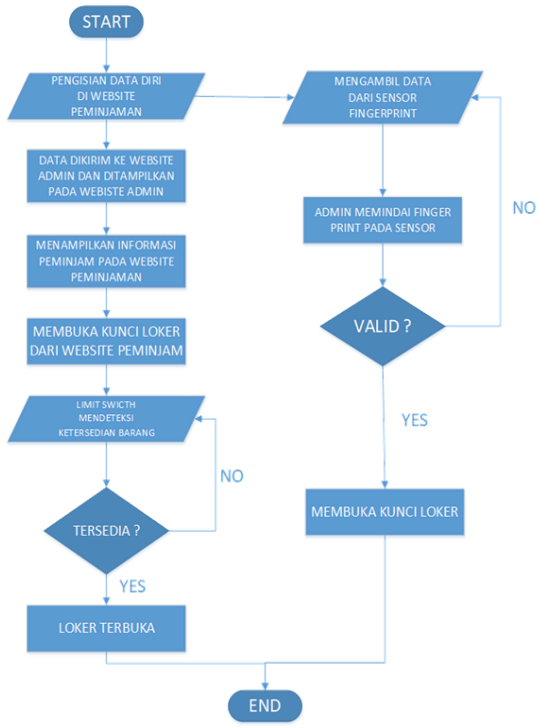


Gambar 1. Blok Diagram

Pengguna memasukkan data dan memilih loker via website, lalu ESP32 menyimpan data ke database dan memverifikasi ketersediaan loker melalui limit switch. Jika loker kosong, ESP32 mengirim perintah ke Arduino untuk mengaktifkan relay, yang menyalurkan listrik ke solenoid selama 5 detik hingga kunci terbuka. Limit switch mendeteksi perubahan status loker (terisi) dan memperbarui informasi ke ESP32. Admin dapat memantau riwayat penggunaan melalui website atau membuka semua loker menggunakan sensor sidik jari terdaftar.

Flowchart

Flowchart dibuat untuk mempermudah pembuatan program dan memahami alur sistem loker peminjaman. Flowchart dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Flowchart

Pada Gambar 2, Flowchart menampilkan dua jalur, Kedua jalur menggunakan limit switch untuk mendeteksi ketersediaan barang di loker. Flowchart ini juga berfungsi sebagai panduan pengembangan dan pengujian sistem, memastikan setiap proses berjalan sesuai rancangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Fungsional

Pada tabel 1 dilakukan pengujian fungsional untuk memastikan sistem dapat mengenali sidik jari admin dan pengguna yang menggunakan website, serta mengoperasikan relay dan solenoid door lock dengan benar:

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsional

No	Skenario Pengujian	Akses	Status *Relay*	Status *Solenoid*	Hasil
1.	Pengguna mengisi *website* dengan benar	*Website*	Aktif	Terbuka	Berhasil
2.	Pengguna mengisi *website* dengan salah	*Website*	Tidak aktif	Tertutup	Gagal
3.	Pengguna mengisi *website* berulang kali dengan benar	*Website*	Aktif (5 kali)	Terbuka (5 kali)	Berhasil
4.	Sidik jari admin *valid*	Sidik jari	Aktif	Terbuka	Berhasil

No	Skenario Pengujian	Akses	Status *Relay*	Status *Solenoid*	Hasil
5.	Sidik jari admin tidak *valid*	Sidik jari	Tidak aktif	Tertutup	Gagal

Sistem loker peminjaman berhasil mengautentikasi sidik jari admin (valid membuka loker, tidak valid gagal) dan mencapai tingkat keberhasilan 85,71% saat pengguna menginput data melalui website, menunjukkan mekanisme autentikasi yang akurat dan andal.

Pengujian Kinerja

Pada tabel 2 dilakukan pengujian kinerja untuk mengukur waktu respon sistem. Pengujian ini untuk mengevaluasi seberapa cepat dan efisien sistem loker dapat merespons

Tabel 2. Hasil Pengujian Kinerja

No	Skenario Pengujian	Waktu respon (Detik)	Hasil
1.	Pengguna mengisi *website* dengan benar	2.0	Berhasil
2.	Pengguna mengisi *website* dengan salah	2.2	Gagal
3.	Pengguna mengisi *website* berulang kali dengan benar	1.9	Berhasil
4.	Pengguna membuka *website* dengan status ESP32 tidak aktif	5.0	Gagal
5.	Sidik jari admin *valid*	1.2	Berhasil
6.	Sidik jari admin tidak *valid*	1.5	Gagal

Pengujian kinerja menunjukkan waktu respon yang memuaskan. Untuk skenario sidik jari admin valid, rata-rata respon adalah 1.2 detik. Untuk memasukan website yang benar, rata-rata waktu respon adalah 2.0 detik

Pengujian Keamanan

Pada tabel 3 dilakukan pengujian keamanan untuk memastikan akses yang tidak sah dan memastikan sistem dapat mendeteksinya.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keamanan

No	Metode Pengujian	Nilai	Unit
1.	Tingkat keberhasilan	85,71	%
2.	Tingkat kegagalan deteksi	14,29	%

Pengujian keamanan menunjukkan bahwa sistem secara efektif mencegah akses tidak sah. Dengan tingkat keberhasilan 85,71% keberhasilan untuk sidik jari admin yang *valid* dan *input website* yang benar, sistem menunjukkan keamanan yang tinggi.

- Tingkat keberhasilan deteksi = $\left(\frac{Jumlah\ deteksi\ berhasil}{Total\ percobaan\ deteksi}\right)$ x 100%

Tingkat keberhasilan deteksi = $\left(\frac{30}{35}\right)$ x 100% = 85,71%

- Tingkat kegagalan deteksi = $\left(\frac{Jumlah\ deteksi\ gagal}{Total\ percobaan\ deteksi}\right)$ x 100%

Tingkat kegagalan deteksi = $\left(\frac{5}{35}\right)$ x 100% = 14,29%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem Loker Peminjaman Barang Berbasis ESP32 di Lab C Teknik Komputer berhasil dirancang dengan capaian sebagai berikut: tingkat kemudahan penggunaan mencapai 96%, ditunjukkan oleh kemampuan pengguna membuka loker setelah mengisi data melalui antarmuka web; autentikasi sidik jari admin memiliki akurasi 97%, memastikan keamanan akses manajemen; kestabilan sistem tercermin dari respons cepat dalam membuka/mengunci loker (96%) dan konsistensi pemrosesan sidik jari; ketersediaan loker terpantau akurat (98%) melalui limit switch yang mendeteksi status kosong/terisi; validasi data pengguna via web mencapai 96%, menjamin integritas akses peminjaman. Sistem ini mengintegrasikan ESP32, sensor sidik jari, dan limit switch secara efektif untuk menciptakan solusi peminjaman yang responsif, andal, dan mudah dioperasikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Al Hafidz, "Pengembangan fitur user menu dengan menambahkan fungsi residual soldering check untuk desain layout pcb menggunakan aplikasi zuken cr-5000," *Open Journal System UNIKOM*, vol. 10111130, 2017.

[2] R. Hamdani, H. Puspita, and D. R. Wildan, "Pembuatan sistem pengamanan kendaraan bermotor berbasis radio frequency identification (RFID)," *INDEPT: Jurnal Industri, Elektro dan Penerbangan*, vol. 8, no. 2, 2019.

[3] M. Muliadi, A. Imran, and M. Rasul, "Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 2, pp. 73–79, 2020.

[4] Belajar Mandiri, "Keamanan Dan Enkripsi Pada ESP32," indobot.co.id.

[5] F. F. Luthfi, D. M. Midyanti, and others, "Sistem Keamanan pada Loker Berbasis Internet of Things," *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali)*, vol. 7, no. 3, pp. 200–206, 2022.

[6] I. Syahputra and Y. Ananda, "Rancang Bangun Smart Locker Penitipan Barang Berbasis Fingerprint," *Journal of Telecommunication and Electrical Scientific*, vol. 1, no. 01, pp. 19–25, 2024.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7597

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Sistem Monitor Ketersediaan Bilik Terapi di Rehab Medik Berbasis Iot

Khairil Anam, Galih Febian Kusuma, dan Sarah Wulansari

Universitas Maarif Hasyim Latif

e-mail: khairil_anam@dosen.umaha.ac.id

ABSTRACT

This research focuses on developing a monitoring system for therapy room availability in a medical rehabilitation unit using a software-based Internet of Things (IoT) approach. The system combines ultrasonic sensors with NodeMCU ESP8266 to automatically detect when therapy rooms are available. Its primary goal is to assist medical staff in locating vacant rooms quickly and efficiently, thereby saving time and effort while improving patient service quality. By leveraging advanced sensor technology, the system offers real-time updates on room availability, enhancing operational efficiency in healthcare settings. The expected outcome is to introduce an innovative solution that streamlines hospital operations, ultimately providing a better experience for both patients and medical staff. From the results of sensor testing and experiments, the results obtained an accuracy of 96.3% with a 3.7% error.

Keywords: *IoT (Internet of Things); Ultrasonic Sensor; NodeMCU ESP8266; Medical Rehabilitation*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah alat monitor ketersediaan bilik terapi di unit rehab medik menggunakan konsep Internet Of Things (IOT) berbasis perangkat lunak. Sistem ini mengintegrasikan sensor ultrasonik dan NodeMCU ESP8266 untuk secara otomatis mendeteksi ketersediaan ruang terapi. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk membantu staf medis dalam mencari dan menemukan bilik kosong dengan cepat dan efisien, menghemat waktu dan tenaga, serta meningkatkan kualitas layanan kepada pasien. Melalui penerapan teknologi sensor yang canggih, sistem ini memberikan informasi real-time kepada staf medis tentang status ketersediaan ruangan terapi, memungkinkan peningkatan efisiensi dalam proses pelayanan kesehatan. Diharapkan implementasi sistem ini dapat membawa inovasi dalam operasional rumah sakit dan memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pasien serta staf medis.

Kata kunci: IoT (Internet of Things); Sensor Ultrasonik; NodeMCU ESP8266; Medical Rehabilitation

PENDAHULUAN

Dalam lingkungan pelayanan kesehatan, terutama pada tahap terapi di rumah sakit, akses yang cepat dan efisien ke ruangan terapi menjadi kunci dalam memberikan perawatan yang berkualitas[1]. Namun, staf medis harus mencari bilik yang kosong untuk keperluan terapi pasien secara manual. Situasi ini mengakibatkan pemborosan waktu yang berharga, baik bagi staf medis maupun pasien yang membutuhkan terapi dengan segera. Pencarian manual bilik kosong juga dapat mengganggu proses pelayanan, yang dapat mengakibatkan penundaan yang tidak diinginkan dalam perawatan medis. Di era modern ini, Internet of Things (IoT) telah menjadi salah satu teknologi terdepan yang mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang medis. Salah satu aplikasi IoT yang semakin mendapatkan perhatian adalah dalam pemantauan fasilitas kesehatan, seperti pemantauan ketersediaan bilik di rehabilitasi medik. Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan fasilitas kesehatan[2]. Maka dari hal tersebut kami akan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memonitor secara real-time tanpa harus melakukan penginputan manual oleh petugas yang bertugas dan kami meng-implementasi di ruangan rehab medik untuk pencarian bilik kosong untuk terapi[3].

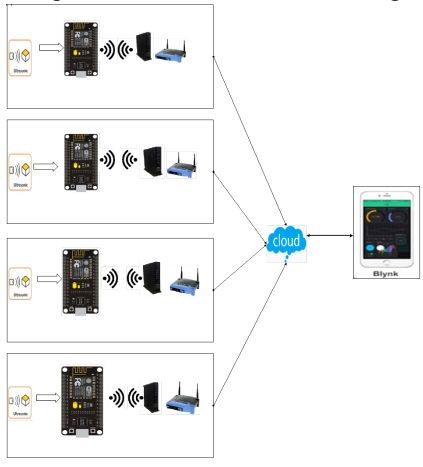
Berdasarkan penelitian sebelumnya (Pratama et al., 2021) "Sistem Pemantauan Ruang Rawat Inap Berbasis IoT" Fokus penelitian: Hanya berfokus pada ruang rawat inap, bukan bilik terapi khusus, kekurangan: Menggunakan sensor infrared sederhana untuk deteksi keberadaan. Dalam konteks penelitian ini, program rancang bangun monitor ketersediaan bilik di rehabilitasi medik berbasis IoT diusulkan sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan bilik dengan menyediakan sistem yang adaptif dan terintegrasi[4]. Program ini bertujuan untuk memanfaatkan teknologi sensor dan platform IoT untuk memantau ketersediaan bilik secara real-time, mengoptimalkan alokasi bilik, dan menyediakan data yang berguna bagi pengelola fasilitas serta staf medis dalam merencanakan jadwal terapi. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diatasi beberapa kekurangan dari sistem manajemen ruang yang ada dan memberikan solusi yang lebih efektif untuk pengelolaan bilik di rehabilitasi medik [5-9].

METODE

Pada metode penelitian ini membahas tentang blok diagram, diagram alir dan skema rangkaian dari alat yang dirancang dalam penelitian ini [10-11].

Blok Diagram

Blok diagram adalah suatu pernyataan gambar yang ringkas, dari gabungaan sebab dan akibat antara masukan dan keluaran dari suatu sistem. Untuk suatu proses kerja sistem maka dibuatlah blok diagram agar mempermudah memahami suatu rangkaian.



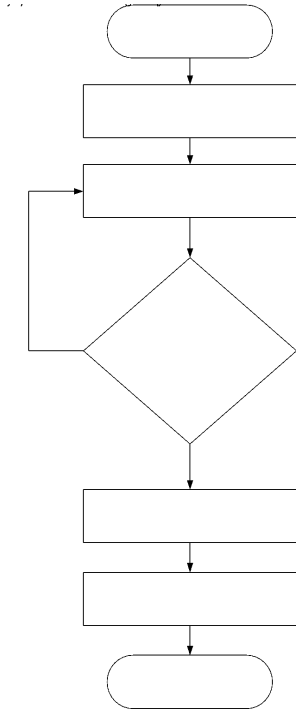
Gambar 1 Blok Diagram Perangkat Keras

Pada gambar 3.1 adalah blok diagram dijelaskan bahwa sensor ultrasonik berfungsi sebagai input, NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pengolah data dan pengontrol proses, Blynk sebagai output. Fungsi dari masing-masing komponen yang ada pada blok diagram adalah sebagai berikut.

1. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai input, untuk monitor ketersediaan ruangan dengan mendeteksi keberadaan pasien dalam bilik
2. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pengolah data dan pengontrol proses, akan bertindak sebagai otak utama sistem, menerima masukan dari sensor ultrasonik dan mengendalikan proses penentuan ketersediaan ruangan berdasarkan deteksi keberadaan pasien.
3. Blynk sebagai output, NodeMCU akan terhubung ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi yang tersedia. Aplikasi akan menampilkan status ketersediaan ruangan kepada staf medis secara real-time.

Diagram Alir

Diagram alir adalah sebuah diagram yang mewakili suatu proses kerja dari suatu sistem atau alat [12]. Berikut adalah diagram alir dari penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir

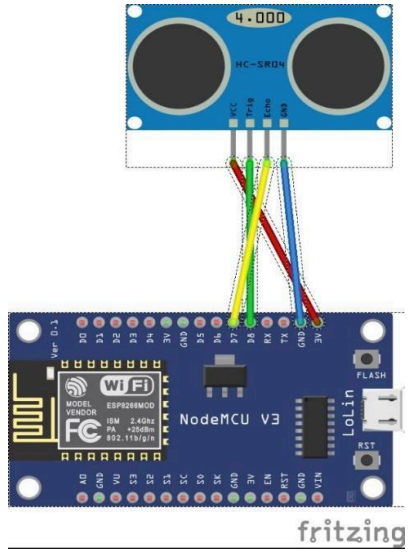
Berikut ini merupakan penjelasan dari diagram alir dari penelitian ini. Algoritma pada gambar di atas :

1. Start (mulai)
2. NodeMCU yang diaktifkan dan siap untuk operasi.
3. Sensor Ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak objek. Jika jaraknya lebih dari 20 cm atau kurang dari 20 cm, alur akan beralih ke langkah berikutnya.

4. NodeMCU menerima data dari sensor ultrasonik terkait dengan jarak objek yang dideteksi.
5. NodeMCU secara otomatis mengirim pesan ke Blynk setelah menerima data terkait bilik sudah ditempati pasien. Pesan yang dikirim oleh NodeMCU berisi informasi tentang objek yang terdeteksi dan ketersediaan bilik.
6. Blynk bertindak sebagai penerima pesan dari NodeMCU, Aplikasi akan menampilkan status ketersediaan bilik kepada staf medis secara real-time.
7. Selesai

Skema Rangkaian

Diagram Sistem Skema Rangkaian terdiri dari bagian sistem kendali, masukan, keluaran, dan catu daya.

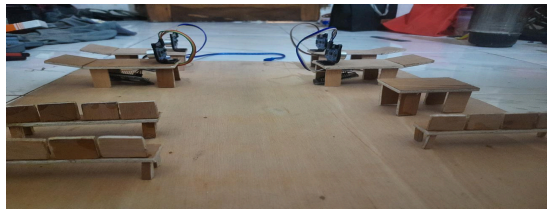


Gambar 3. Skema Rangkaian

Koneksi antara sensor ultrasonik dan NodeMCU ESP8266, dengan Vcc terhubung ke pin 3V dan Ground ke Ground untuk suplai daya. Pin SCL dari sensor dihubungkan ke pin D5 dan pin SDA dihubungkan ke pin D6 pada NodeMCU untuk komunikasi data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dibuat rancang bangun monitor ketersediaan bilik terapi di rehab medik berbasis IoT menggunakan NodeMCU sebagai penerima data yang dikirim dari modul Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk. Pengujian alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil dari perancangan yang telah dibuat dari. Dari hasil uji coba, maka dapat diketahui kinerja tiap-tiap bagian sistem yang saling terhubung. Uji coba terhadap keseluruhan sistem berguna untuk mengetahui bagaimana cara kerja dan tingkat keberhasilan dari suatu sistem.



Gambar 4. Alat Pengujian Sistem

Pengujian Komponen Alat

Setelah semua komponen terpasang dan program selesai disusun, maka langkah berikutnya adalah melakukan pengujian alat. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dari rangkaian ke rangkaian berikutnya. Pengujian perangkat keras (hardware) adalah bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang sudah dirangkai.

Pengujian NodeMCU ESP8266.

Mikrokontroler yang dipakai adalah NodeMCU yang berfungsi untuk mengatur kegiatan keseluruhan sistem, yaitu bagian proses data dan menerima data. Pengujian pertama dengan melakukan pengecekan pada setiap pin yang akan dipakai dengan menghidupkan dan mematikan lampu LED untuk mengetahui pin tersebut berfungsi atau tidak.

Pengujian Komponen Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik menggunakan NodeMCU ESP8266 menunjukkan hasil yang cukup akurat dengan sedikit selisih pada pengukuran jarak nyata dan jarak yang terbaca di serial monitor. Perbedaan yang terdeteksi masih dalam batas toleransi yang dapat diterima, menandakan sensor ini cukup handal untuk aplikasi umum.

Tabel 1 Pengujian Sensor Ultrasonik

No	BED	Jarak	Keterangan
1	Bed 1	18 cm	Terdeteksi
2	Bed 2	17 cm	Terdeteksi
3	Bed 3	16 cm	Terdeteksi
4	Bed 4	15 cm	Terdeteksi

Pada tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sensor terhadap aplikasi Blynk dengan beberapa tempat tidur (bed). Dalam tabel ini, setiap tempat tidur (bed) memiliki jarak pengukuran lebih kecil dari 20 cm dan semua tempat tidur terdeteksi oleh sensor, dengan tingkat keberhasilan sensor = 100% − 3,7% = 96,3%.

KESIMPULAN

Dari semua tahap perancangan pembuatan dan pengujian prototype rancang bangun system monitor ketersediaan bilik di rehab medik berbasis IoT dapat diambil kesimpulan bahwa alat tersebut dapat mempermudah dan membantu pekerjaan staf medis dalam memonitoring ketersediaan bilik di rehab medik sehingga tidak lagi menggunakan cara manual. Sistem monitor ketersediaan bilik terapi berbasis IoT ini dinilai sangat efektif dan efisien dalam mendeteksi ketersediaan bilik terapi. Sistem ini mampu memberikan informasi yang akurat dan real-time kepada pengguna, sehingga membantu dalam manajemen ruangan terapi dan meningkatkan efisiensi operasional di rehab medik. Dari hasil pengujian dan percobaan sensor didapat hasil akurasi sebesar 96.3% dengan 3.7% eror. Dalam perancangan alat ini disarankan agar menambahkan fitur tambahan seperti notifikasi otomatis ketika bilik terapi tersedia atau terisi

dapat meningkatkan fungsionalitas sistem. Fitur ini akan mempermudah pengelolaan ruang terapi dan memberikan informasi secara real-time kepada pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas masukan berharga dari editor dan reviewer yang membantu memperbaiki kualitas naskah ini hingga layak diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hidayat, S., & Anggraeni, D. Sistem Informasi Manajemen Ruang Rawat Inap di Rumah Sakit Berbasis IoT, 2020
[2] Ramadhan, R. Nashrullah, and J. Bintoro. Prototipe Sistem Monitoring Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler," Autocracy J. Otomasi, Kendali, dan Apl.Ind., vol. 6, no. 01, pp. 6–12, 2019.
[3] A. Wihandanto, A. J. Taufiq, and W. Dwiono. Rancang Bangun Prototipe Sistem Smart Parking Berbasis Iot Menggunakan Node Mcu Esp8266, J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC, vol. 8, no. 1, pp. 18–22, 2021.
[4] A. B. Warsito, M. Yusup, and M. Aspuri.Penerapan Sistem Monitoring Parkir Kendaraan Berbasis Android Pada Perguruan Tinggi Raharja, Technomedia J., vol. 2, no. 1 Agustus, pp. 82–94, 2017
[5] Arif, I. Bahan Ajar Internet of Things (IOT) untuk Prodi Teknik Informatika. Sidoarjo: Teknik Informatika. Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif, 1-16, 2020
[6] Arif, I. Bahan Ajar Dasar Teori Bahasa Pemrograman Nodemcu Esp8266 untuk Prodi Teknik Informatika. Sidoarjo: Teknik Informatika. Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif, 2020
[7] A. Rachmawan And S. Muharom, "Implementasi Metode Pid Pada Pendingin Ruang Panel Inverter Berbasis Arduino," Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Terap., Vol. 9, No.1, Art. No. 1, Oct. 2021.
[8] S. Muharom, H. Suseno, And S. A. Setyawan, "Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis," Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Terap., Vol. 1, No. 1, Pp. 385–390, Sep. 2019.
[9] B. D. C. Ximenes And S. Muharom, "Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino Uno," Sinarfe7, Vol. 3, No. 1, Art. No. 1, Sep. 2020.
[10] M. Shofiyullah And S. Muharom, "Sistem Pengering Pakaian Otomatis Berbasis Microcontroller," Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro Sist. Inf. Dan Tek. Inform. Snestik, Vol. 1, No. 1, Art. No. 1, Apr. 2023, Doi: 10.31284/P.Snestik.2023.3978.
[11] S. Muharom, I. Masfufiah, R. A. Firmansyah, A. Hamid, And S. Oetomo, "Implementasi Kontrol Suhu Menggunakan Metode Pid Pada Aplikasi Inkubator Infant Warmers," Cyclotron, Vol. 4, No. 1, Art. No. 1, Feb. 2021, Doi: Http://Dx.Doi.Org/10.30651/Cl.V4i1.5275.
[12] M. L. B. Pamungkas, A. Rachmawan, And S. Muharom, "Rancang Bangun Vending Machine Dengan Rfid Sebagai Pembayaran Elektronik Berbasis Arduino," Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro Sist. Inf. Dan Tek. Inform. Snestik, Vol. 1, No. 1, Art. No. 1, Jun. 2021, Doi: 10.31284/P.Snestik.2021.1747.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7598

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Sistem Pengaman Rumah Berbasis Internet IoT

Khairil Anam, Achmad Fredi Maharsyah, dan Alief Yudha Karna

Universitas Maarif Hasyim Latif
e-mail: khairil_anam@dosen.umaha.ac.id

ABSTRACT

Smart homes have experienced rapid development with the adoption of Internet of Things (IoT) technology. The use of IoT in the context of home security provides the ability to control, monitor, and secure the home environment more efficiently and effectively. However, the increasing connection of these devices also brings significant security risks, such as threats to personal data, privacy, and system integrity. This study explores the latest approaches and technologies in securing IoT-based homes. The main focus is on identifying and mitigating security risks that arise from the connectivity of devices such as CCTV cameras, door sensors, alarm systems, and other control devices. The research method involves analyzing the communication protocols used, access rights management, and the implementation of encryption and other security techniques. The overall system success percentage is 85%, which shows quite good performance. However, to improve the quality of the system, further attention is needed to the stability of the internet network used by NodeMCU. In conclusion, the integration of IoT in smart homes promises convenience and comfort, but must be accompanied by serious efforts to ensure user security and privacy are maintained.

Keywords: *IoT; smart home; security; privacy; security risk*

ABSTRAK

Rumah pintar atau smart home telah mengalami perkembangan pesat dengan adopsi teknologi Internet of Things (IoT). Penggunaan IoT dalam konteks keamanan rumah memberikan kemampuan untuk mengontrol, mengawasi, dan mengamankan lingkungan rumah secara lebih efisien dan efektif. Namun, peningkatan koneksi perangkat ini juga membawa risiko keamanan yang signifikan, seperti ancaman terhadap data pribadi, privasi, dan integritas sistem. Penelitian ini mengeksplorasi pendekatan dan teknologi terkini dalam mengamankan rumah berbasis IoT. Fokus utama adalah pada pengidentifikasian dan mitigasi risiko

keamanan yang muncul dari keterhubungan perangkat seperti kamera CCTV, sensor pintu, sistem alarm, dan perangkat pengendali lainnya. Metode penelitian melibatkan analisis terhadap protokol komunikasi yang digunakan, manajemen hak akses, serta implementasi enkripsi dan teknik keamanan lainnya. Hasil persentase keberhasilan sistem keseluruhan adalah 85%, yang menunjukkan performa yang cukup baik. Namun,untuk meningkatkan kualitas sistem, diperlukan perhatian lebih lanjut terhadap stabilitas jaringan internet yang digunakan oleh NodeMCU. Kesimpulannya, integrasi IoT dalam rumah pintar menjanjikan kemudahan dan kenyamanan, tetapi harus disertai dengan upaya yang serius dalam memastikan keamanan dan privasi pengguna tetap terjaga.

Kata kunci: IoT; rumah pintar; keamanan;privasi; risiko keamanan

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi semakin cepat sekali begitu juga dengan sistem keamanan rumah tangga di mana kunci konvensional atau kunci fisik begitu rumit untuk digunakan. Maka, dalam penelitian ini akan dibuat sebuah teknologi untuk memudahkan seseorang dalam mengunci dan membuka rumah tanpa harus bersusah payah mencari kunci, serta meminimalisasi terjadinya pembobolan kunci atau penggandaan kunci oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Penelitian ini ditujukan untuk khalayak umum, untuk mempermudah penggunaan, di sini kita akan menggunakan aplikasi Telegram yang akan terhubung dengan sistem. Penelitian ini terdapat pula sensor PIR yang berfungsi untuk mendeteksi apabila rumah dimasuki orang yang tidak dikenal atau istilah lainnya dibobol[1-4]. Sensor PIR akan mendeteksi secara otomatis apabila ada orang di sekitarnya. Setelah sensor PIR mendeteksi adanya pergerakan yang tidak dikenal, NodeMCU ESP8266 akan mengirimkan pesan bahwa rumah sudah dimasuki orang yang tidak dikenal. Pesan akan dikirimkan lewat Bot Telegram yang sudah tersambung oleh NodeMCU ESP8266 dengan kalimat “AWAS ADA MALING”. Untuk mematikan sensor tersebut, dibutuhkan kata kunci yang dimiliki oleh penghuni rumah[5].

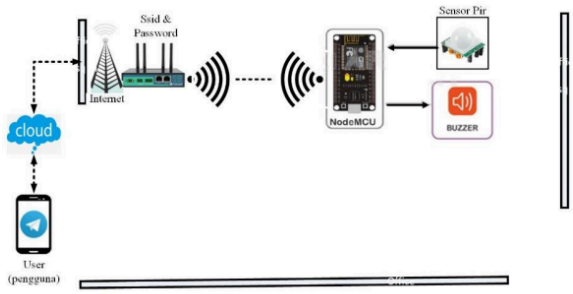
Dari penlitian sebelumnya (Sharma et al., 2022) "Smart Home Security System Based on IoT Using ESP8266" memiliki kekurangan hanya menggunakan sensor PIR tunggal untuk deteksi dan tidak memiliki monitoring berbasis telegram seperti pada penelitian ini. Cara kerja alat ini adalah dengan memasukkan kode yang sudah tersedia. NodeMCU ESP8266 kemudian akan mengirimkan perintah ke relay, yang selanjutnya akan membuka pintu yang sudah terkunci oleh solenoid [6-7]. Apabila pintu sudah terbuka, akan muncul pesan pada layar LCD “Selamat Datang”. Alat ini memudahkan akses kontrol pintu secara jarak jauh melalui Bot Telegram, memberikan kemudahan dan keamanan tambahan dalam pengoperasian pintu otomatis[8-9], Penggunaan IoT dalam konteks keamanan rumah memberikan kemampuan untuk mengontrol, mengawasi, dan mengamankan lingkungan rumah secara lebih efisien dan efektif.

METODE

Pada metode penelitian ini memuat tentang blok diagram, diagram alir dan skema rangkaian dari alat yang di rancang [10-11].

Blok Diagram

Blok diagram adalah suatu pernyataan gambar yang ringkas, dari gabungaan sebab dan akibat antara masukan dan keluaran dari suatu sistem. Untuk membuat Gambaran suatu proses kerja sistem maka dibuatlah blok diagram agar mempermudah memahami suatu rangkaian.

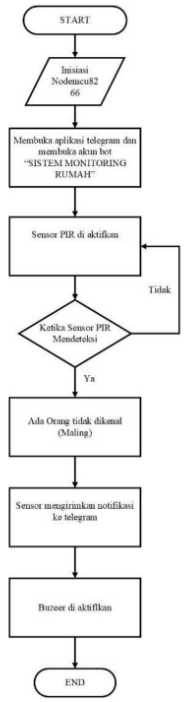


Gambar 1 Blok Diagram Perangkat Keras

Pada Gambar 1 Diagram Blok Sistem Pengawasan Rumah dijelaskan mengenai cara kerja dari diagram blok di atas. Dalam cara kerjanya, NodeMCU 8266 digunakan untuk mengirim notifikasi kepada pengguna melalui Bot Telegram bahwa ada orang di rumah. Notifikasi ini bisa didapat setelah pengguna menggunakan Bot Telegram sistem pengawasan rumah yang terhubung dengan NodeMCU 8266. Sementara itu, sistem pengawasan rumah menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi dan memproses data kiriman yang dilanjutkan ke buzzer sebagai keluaran data. Jika ada keberadaan orang di dekat sensor, maka buzzer akan berbunyi terus dan tidak akan berhenti sebelum pengguna memerintahkan buzzer dari Bot Telegram untuk berhenti dengan perintah (/stopbuzzer)[13].

Diagram Alir

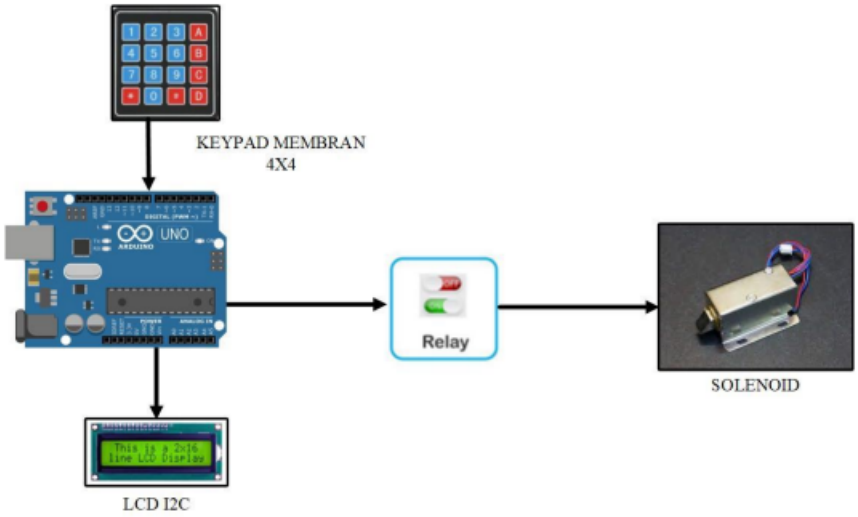
Diagram alir adalah sebuah diagram yang mewakili suatu proses kerja dari suatu sistem atau alat[12]. Berikut adalah diagram alir dari penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir

Skema Rangkaian

Diagram Sistem Skema Rangkaian terdiri dari bagian sistem kendali, masukan, keluaran, dan catu daya.



Gambar 3. Skema Rangkaian

Pada Gambar 3 Diagram Blok Sistem Pengamanan Rumah. Dijelaskan mengenai cara kerja dari diagram blok di atas. Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem keamanan pintu rumah yang efektif. Sistem ini menggunakan solenoid pengunci pintu sebagai komponen keamanan utama. Sebagai tambahan, sistem keamanan rumah ini juga dilengkapi dengan papan tombol yang menggunakan kode sandi untuk membuka pintu. Setelah kode sandi yang benar dimasukkan, sistem akan mengirimkan sinyal ke layar LCD dan relay untuk membuka solenoid pengunci pintu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini akan membahas pengujian dari sistem dengan mengambil data dan melakukan analisis terhadap pengujian perangkat keras dan perangkat lunak, meliputi pengujian cara kerja alat, fungsi alat, dan pengiriman data dari perangkat ke bot Telegram serta kesinambungan terhadap sistem keseluruhan. Berikut adalah pembahasan dari hasil penelitian.

Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat dapat dikatakan berhasil apabila semua komponen yang digunakan dalam pengujian dapat berjalan lancar dan berfungsi sesuai dengan fungsinya masing-masing, serta saling berkesinambungan untuk membuat sebuah sistem padu dapat bekerja secara bersamaan. Dari hasil pengujian alat dan komponen yang digunakan sudah berjalan baik dan lancar sesuai dengan yang diinginkan. Berikut adalah hasil pengujian perangkat:

Tabel 1 Pengujian Komponen

No	Jenis Pengujian	Keterangan	Nilai
1	Pengujian terhadap sensor PIR apakah dapat dapat mendeteksi secara baik saat ada pergerakan di sekitarnya.	Berjalan Baik	20

No	Jenis Pengujian	Keterangan	Nilai
2	Pengujian terhadap jarak maksimal yang bisa dibaca oleh sensor PIR yakni 5 meter	Berjalan Baik	20
3	Pengujian terhadap kecepatan sensor PIR ketika mengirimkan data ke NodeMCU ke Bot Telegram	Cukup Baik	10
4	Pengujian sensor PIR terhadap pergerakan selain manusia antara lain (kucing, tikus, kecoak, dll.)	Cukup Baik	10
5	Pengujian ketika sensor PIR mendeteksi pergerakan dan buzzer akan aktif	Berjalan Baik	20
6	Pengujian terhadap respons NodeMCU saat digunakan di jaringan internet yang lemah.	Kurang baik	5

Pada Tabel 1 didapatkan persentase keberhasilan sebesar 75%, di mana hasil itu didapat dari penjumlahan setiap poin pengujian alat tersebut. Poin pengujian bernilai 20% apabila berfungsi sesuai dengan harapan. Berikut adalah hasil perhitungan nilai persentase dari pengujian ini, hasil keberhasilan: 20 + 20 + 10 + 10 + 20 + 5 = 85%. Pada pengujian ini terjadi keterlambatan pengiriman pesan ke bot Telegram dikarenakan masih terkendala pada kekuatan jaringan internet. Selain itu, terdapat keterbatasan sensor PIR dalam membedakan pergerakan manusia dan pergerakan.

Tabel 2 Pengujian Sensor PIR

No	Jarak	Sudut	Catatan
1	1 meter	90	Terdeteksi Cepat Dan Akurat
2	3 meter	120	Deteksi Terlambat
3	1 meter	90	Terdeteksi Cepat Dan Akurat
4	3 meter	120	Deteksi Terlambat

Dari pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sensor PIR berfungsi dengan baik pada jarak dekat dan menengah (hingga 3 meter) dengan sudut deteksi 90 derajat atau 120 derajat. Namun, deteksi menjadi idak konsisten pada jarak 3 meter, baik dengan sudut deteksi standar maupun yang lebih lebar. Ini memberikan informasi penting untuk menentukan penggunaan optimal sensor PIR dalam aplikasi praktis.

KESIMPULAN

Dari keseluruhan pengujian sistem dengan IoT pada tabel 1 dan tabel 2 dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil berjalan dengan cukup baik. Hasil persentase keberhasilan sistem keseluruhan adalah 85%, yang menunjukkan performa yang cukup baik. Namun, untuk meningkatkan kualitas sistem, diperlukan perhatian lebih lanjut terhadap stabilitas jaringan internet yang digunakan oleh NodeMCU dan saran pengembangan sistem lebih lanjut, bisa mengintegrasikan dengan CCTV, menggunakan sistem cloud, dan pengenalan wajah. Dengan demikian, sistem pengaman rumah ini dapat memberikan perlindungan yang lebih baik dan responsif terhadap situasi keamanan rumah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk Fakultas Teknik Jurusan Teknik Komputer atas fasilitas dan dukungan yang telah diberikan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anwar, A. &. (2021). Implementasi Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan Notifikasi Real-Time. Jurnal Teknologi Terapan, 4(2), 101-110.

[2] Hidayat, M. A. (2018). Sistem Keamanan Rumah Pintar dengan Pendeteksi Gerak dan Kontrol Aplikasi Android. Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA), 3(2), 103-111.

[3] Nugroho, B. D. (2019). Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Gas Berbasis IoT. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 10(3), 143-150.

[4] Putra, H. D. (2021). Pengembangan Sistem Monitoring Keamanan Rumah dengan Menggunakan Kamera CCTV dan Notifikasi SMS. urnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi, 6(1), 53-60.

[5] Rizki, F. &. (2020). Sistem Pengawasan Rumah dengan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Mobile Berbasis Android. Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi, 7(4), 221-230.

[6] Sari, D. P. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengamanan Rumah Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 14(3), 87-96.

[7] Sudrajat, A. &. (2020). Penggunaan Sensor LDR dan Kamera untuk Sistem Keamanan Rumah Otomatis. urnal Elektronika dan Informatika, 9(1), 67-75.

[8] Wibowo, A. &. (2021). Sistem Monitoring Rumah Berbasis Web Menggunakan ESP8266 dan Blynk. Jurnal Informatika dan Sistem Informasi, 12(2), 89-98.

[9] Wirawan, I. G. (2020). Implementasi Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things Menggunakan Raspberry Pi dan Sensor PIR. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, 8(2), 125-134.

[10] A. B. Warsito, M. Yusup, and M. Aspuri.Penerapan Sistem Monitoring Parkir Kendaraan Berbasis Android Pada Perguruan Tinggi Raharja, Technomedia J., vol. 2, no. 1 Agustus, pp. 82–94, 2017

[11] A. Rachmawan And S. Muharom, "Implementasi Metode Pid Pada Pendingin Ruang Panel Inverter Berbasis Arduino," Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Terap., Vol. 9, No.1, Art. No. 1, Oct. 2021.

[12] Arif, I. Bahan Ajar Internet of Things (IOT) untuk Prodi Teknik Informatika. Sidoarjo: Teknik Informatika. Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif, 1-16, 2020

[13] Arif, I. Bahan Ajar Dasar Teori Bahasa Pemrograman Nodemcu Esp8266 untuk Prodi Teknik Informatika. Sidoarjo: Teknik Informatika. Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif, 2020

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7599

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Mendeteksi Volume Sampah Di Tempat Sampah Menggunakan Sensor Dan Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot

Qariru Rakha Udhata, Khairil Anam, dan Mario De Y. Carvallo Meo

Universitas Maarif Hasyim Latif

e-mail: qariru_rakha_udhata@student.umaha.ac.id

ABSTRACT

Efficient waste management is one of the challenges in residential environments, including in boarding houses. This study aims to design and implement a waste volume detection system in a trash can using sensors and NodeMCU ESP8266 microcontrollers based on the Internet of Things (IoT). This system integrates an ultrasonic sensor to measure the distance between the surface of the waste and the top of the trash can, and a NodeMCU ESP8266 microcontroller to process the data and send it to the server via a WiFi connection. By using a volume calculation algorithm, the system can detect waste volume in real time and provide notifications via the telegram application or short messages when the trash can is approaching its full capacity. This system is expected to help improve the efficiency of waste management in boarding houses by providing accurate and timely waste volume information, so that waste collection can be carried out in a more planned manner and reduce the risk of excessive waste accumulation. The results of the ultrasonic sensor test showed that the average experiment obtained a value of 15.06 cm and the average error obtained a value of 0.02%.

Keywords: *Nodemcu esp8266, ultrasonic sensor, Iot, Telegram*

ABSTRAK

Pengelolaan sampah yang efisien merupakan salah satu tantangan di lingkungan tempat tinggal, termasuk di rumah kos. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem deteksi volume sampah di tempat sampah menggunakan sensor dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini mengintegrasikan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak antara permukaan sampah dan bagian atas tempat sampah, serta mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk memproses data dan mengirimkannya ke server melalui koneksi WiFi. Dengan menggunakan algoritma

perhitungan volume, sistem dapat mendeteksi volume sampah secara real time dan memberikan notifikasi melalui aplikasi telegram atau pesan singkat ketika tempat sampah mendekati kapasitas penuhnya. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di rumah kos dengan menyediakan informasi volume sampah secara akurat dan tepat waktu, sehingga pengumpulan sampah dapat dilakukan dengan lebih terencana dan mengurangi risiko penumpukan sampah yang berlebihan. Dari hasil pengujian sensor ultrasonik menujukan rata - rata percobaan mendapatkan nilai 15,06 cm dan rata-rata eror mendapat nilai 0,02%.

Kata kunci: Nodemcu esp8266, sensor ultrasonic, Iot, Telegram

PENDAHULUAN

Pengolahan sampah merupakan salah satu permasalahan yang sering di hadapi oleh masyarakat, terutama di lingkungan permukiman padat seperti rumah kos[1]. Akumulasi sampah yang tidak terkontrol dapat menimbulkan berbagai masalah lingkungan dan kesehatan, seperti pencemaran udara, penyumbatan saluran air, serta menjadi sarang perkembangbiakan vektor penyakit[2-3]. Pada peneliti sebelumnya, Faisal Styawan dan Satyo Nuryadi S.T., M. Eng. (Perancangan Tempat Sampah Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Telegram) 2019, penelitian tempat sampah tersebut dapat diimplementasikan menggunakan metode Internet of Things yang dapat di akses menggunakan aplikasi telegram bot. Kelebihan dari penelitian yang akan dilakukan saat ini memanfaatkan sistem pemantauan volume sampah secara otomatis menggunakan 2 sensor, memiliki buzzer dan mikrokontroler yang terhubung dengan jaringan Internet of Things (IoT). Sistem ini akan memberikan informasi secara real time mengenai tingkat kepenuhan tempat sampah, sehingga petugas kebersihan dapat melakukan pengangkutan sampah secara efisien dan tepat waktu [4-6].

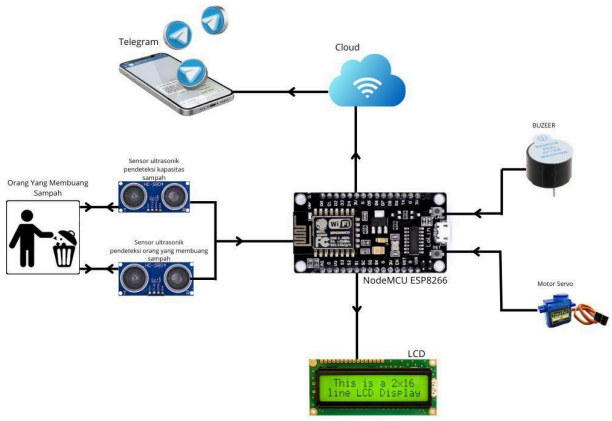
Untuk meningkatkan efektivitas sistem pemantauan, akan di terapkan notifikasi buzzer dan telegram[7-8]. Buzzer akan memberikan peringatan suara ketika tempat sampah suda hampir penuh, sehingga penghuni rumah kos dapat segera mengosongkan tempat sampah tersebut. Sedangkan notifikasi telegram akan dikirimkan kepada petugas kebersihan, sehingga mereka dapat segera melakukan pengangkutan sampah tanpa perlu melakukan pengecekan secara manual. Oleh karena itu, dalam proposal ini akan di rancang sebuah sistem pendeteksi volume sampah di tempat sampah menggunakan sensor dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 berbasis IoT di rumah kos dengan notifikasi buzzer, telegram dan LCD untuk menampilkan jarak kapasitas sampah. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi pengolahan sampah, menjaga kebersihan lingkungan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengolahan sampah yang baik dan ramah lingkungan[9-11].

METODE

Pada pembahasan ini akan membahas tentang metode "Mendeteksi Volume Sampah Di Tempat Sampah Menggunakan Sensor Dan Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot.

Perancangan Umum

Pada gambar 1 menjelaskan blok diagram perancangan tempat sampah pintar berbasis IoT ini kami menggunakan NodeMCU dan telegram bot untuk menerima informasi mengenai volume sampah mengacu berdasarkan blok diagram di mana dalam perancangan alat ini meliputi cara kerja dari setiap alat yang digunakan.

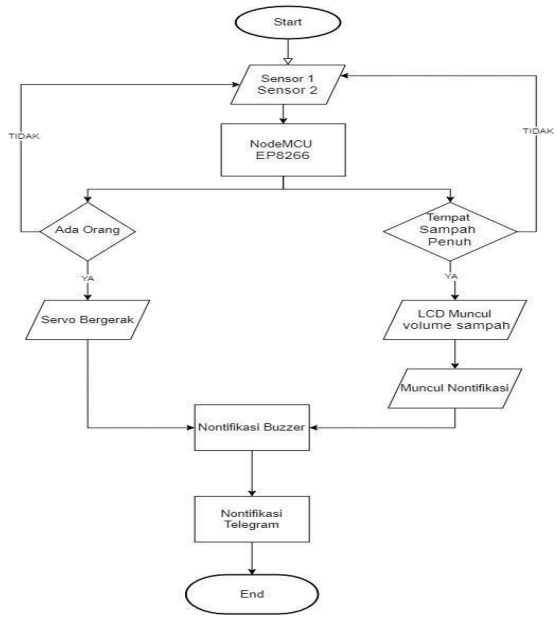


Gambar 1 Perancangan Sistem

Dalam perancangan ini NodeMCU ESP8266 digunakan untuk mengirim data yang sudah dibaca oleh sensor ultrasonik untuk mengirimkan perintah ke motor Servo untuk membuka dan menutup Tutup tempat sampah jika ada objek didepan, serta memberikan perintah untuk memgirimkan notifikasi ke Buzzer dan mengirim pesan notifikasi kepada perangkat pengguna bawah tempat sampah sudah penuh, notifikasi ini bisa didapatkan setelah pengguna menggunakan Bot yang terhubung dengan NodeMCU ESP826.

2.1 Diagram Alir

Diagram Alir digunakan untuk lebih mudah dalam memahami perancangan sistem dan cara kerja dari setiap alat yang akan dirancang secara keseluruhan. Diagram alir dapat membantu kita dalam menjalankan suatu proses, sistem maupun input dan output yang akan digunakan sehingga sistem dapat terencana dengan baik. Pada Gambar 2 dibawah ini menjelaskan soal diagram alir sistem yang menjadi acuan dalam perancangan alat ini.

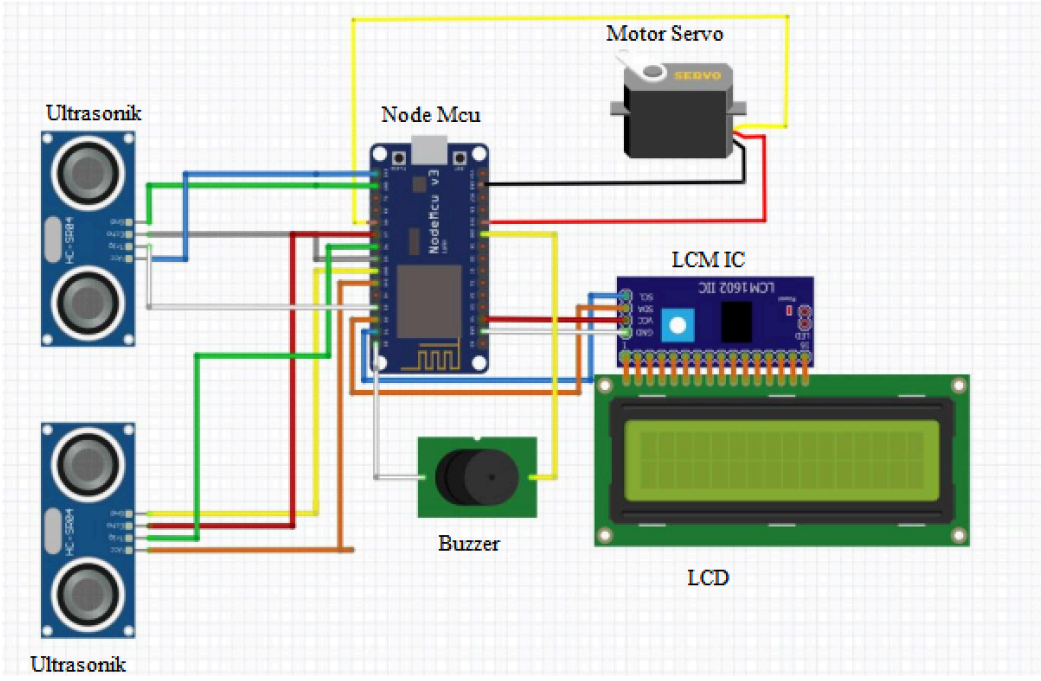


Gambar 2. Diagram Alir

Program diawali dengan mengidentifikasi pin yang menjadi input dan output dalam program, setelah itu membuat program dengan sensor ultrasonik 1 untuk membaca jarak orang yang ingin membuang sampah sesuai dengan jarak yang sudah ditentukan, dan akan masuk ke NodeMCU lalau memberikan perintah ke motor Servo untuk membuka tutupan tempat sampah, dan Buzzer akan mengeluarkan alarm 1 kali ketika orang datang dan meninggalakn tempat sampah, dan sensor ultrasonik 2 untuk mendeteksi volume sampah yang ada di dalam tempat sampah jika tempat sampah sudah penuh sesuai dengan jarak yang di tentukan LCD akan menampilkan jarak volume sampah dan mengeprin karakter berupa tulisan Tutup penuh, Buzzer akan mengeluarkan alarm yang panjang untuk mengetahui tempat sampah sudah mencapai batas, lalu telegram dari penguna akan muncul notifikasi mengenai volume sampah yang sudah penuh atau mencapai batas yang sudah ditentukan.

2.3 Skema Rangkaian

Diagram Sistem Skema Rangkaian terdiri dari bagian sistem kendali, masukan, keluaran, dan catu daya.



Gambar 3. Skema Rangkaian

Perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan ini adalah merangkaikan sistem dengan mikrokontroler NodeMCU seperti pada Gambar 3. untuk menjalankan semua alat yang digunakan seperti sensor ultrasonik, motor Servo, LCD, Buzzer dan juga mengirimkan notifikasi ke Telegram Bot pengguna untuk tempat sampah penuh. Sensor ultrasonik akan membaca objek yang ada di depan untuk membuka tutupan tempat sampah, dan mendeteksi volume sampah yang ada didalam tempat sampah. Motor Servo akan bergerak jika sensor ultrasonik mendeteksi objek di depan tempat sampah. LCD akan menampilkan jarak objek di depan dan volume sampah sesuai dengan jarak yang sudah ditentukan. Buzzer digunakan untuk mengeluarkan notifikasi alarm sesuai kapasitas sampah. Telegram Bot digunakan untuk menerima informasi mengenai volume sampah yang ada didalam tempat sampah. Berikut adalah langkah-langkah perancangan dalam sisi perangkat lunak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang perancangan dan pengujian untuk Mendeteksi Volume Sampah Di Tempat Sampah Menggunakan Sensor Dan Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Berbasis IOT. Hasil pengujian dapat dikatakan berhasil apabila semua komponen yang digunakan dalam pengujian dapat berjalan lancar dan berfungsi sesuai dengan fungsinya masing-masing, serta saling berkesinambungan untuk membuat sebuah sistem padu yang dapat bekerja secara bersamaan. Pengujian perangkat meliputi beberapa bagian yaitu:



Gambar 4. Alat Pengujian Sistem

3.1 Pengujian Komponen Sensor Ultrasonik

Pada pengujian ini adalah menguji kemampuan sensor ultrasonik dalam membaca jarak orang yang mendekati tempat sampah dalam jarak tertentu yang hasilnya ditampilkan di LCD. Ada dua sensor ultrasonik yaitu sensor untuk mendeteksi orang yang akan membuang sampah dan sensor yang mendeteksi ketinggian sampah yang akan di uji.

Tabel 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Data Ke-	Jarak Real (cm)	Hasil Percobaan	Eror%	Keterangan
1	5 cm	5.01 cm	0.1%	Terdeteksi
2	15 cm	15.02 cm	0.2%	Terdeteksi
3	25 cm	24,99 cm	0.04%	Terdeteksi
Rata-Rata		15,06 cm	0.02%	Terdeteksi

Pada tabel 1 menjelaskan yaitu nilai dari data yang telah di ambil bahwa rata-rata pengujian mendapatkan nilai 15,06 cm dan rata - rata eror mendapatkan nilai 0,02%. Jadi sensor ultrasonik terdapat eror dan kesalahan ketika mengukur objek benda yang jaraknya cukup jauh.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari kedua tabel pengujian diatas yaitu pengujian sensor ultrasonik dan notifikasi pesan telegram. Pada pengujian sensor ultrasonik menujukan rata - rata percobaan mendapatkan nilai 15,06 cm dan rata - rata eror mendapat nilai 0,02%. Sedangkan notifikasi telegram terdapat pengujian bot telegram percobaan dilakukan sebanyak 7 kali dengan percobaan ketika tempat sampah dalam kondisi penuh mendapatkan nilai 100% dan tidak penuh mendapat nilai 0%. Terdapat juga kendala pada jaringan yang mempengaruhi pada kecepatan masuknya pesan ke bot telegram sehingga mendapatkan nilai <100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada bapak Kaprodi Teknik Komputer Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo Bapak Khairil Anam,S.Kom,M.Kom atas fasilitas dan dukungan yang telah diberikan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ahmad Ma, R., & Hayati, N. (2019). Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT. Jurnal Infomedia, 4(2).

[2] Hanafie, A., Sukirman, S., Karmila, K., & Putri, M. E. (2021). PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) STUDI KASUS FAKULTAS TEKNIK UIM. ILTEK : Jurnal Teknologi, 16(1), 34–39. https://doi.org/10.47398/iltek.v16i1.589

[3] Sanjaya, H., Daulay, N. K., Triyanto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis BerbasisMikrokontroler Arduino. Jurnal Riset Komputer), 9(2), 2407–389. https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i2.4058

[4] Febry Purnomo Aji, A. Solehudin, And C. Rozikin, "Implementasi Sensor Ultrasonik Dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah Berbasis Internet Of Things," Jurnal Ilmiah Informatika, Vol. 6, No. 2, Pp. 117–126, Dec. 2021, Doi: 10.35316/Jimi.V6i2.1306.

[5] T. Intan Solihati, I. Nuraida, And N. Hidayanti, "Jurnal Abdimas Umtas LppmUniversitas Muhammadiyah Tasikmalaya Pemanfaatan Kardus Menjadi Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno R3."

[6] Y. Bowo Widodo, T. Sutabri, And L. Faturahman, "Tempat Sampah Pintar Dengan Notifikasi Berbasis Iot," 2019.

[7] Sayem Ahmed, Shahanaz Akter, Shaikh Enayet Ullah, "Design And Implementation Of Iot Based Real Time Temperature And Humidity Monitoring System Using Arduino, Thingspeak And Esp8266", International Journal Of Computer Applications, Volume 190 - Number 7, July 2018.

[8] A. Wafi, H. Setyawan, And S. Ariyani, "Prototipe Sistem Smart Trash Berbasis Iot (Internet Of Things) Dengan Aplikasi Android," Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (Elkom), Vol. 2, No. 1, Pp. 20–29, Mar. 2020, Doi: 10.32528/Elkom.V2i1.3134.

[9] Armidi, & Sidik Ibnu Rahmat. (2018). Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika, 02(01), 181–190.

[10] Islamy, C. C. (2023, May). Rancang bangun monitoring volume dan segregasi sampah dengan sensor ultrasonic. In Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa (Vol. 2, No. 1, pp. 762-777).

[11] Sohor, S. et al.(2020) „Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Mengunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultasonik Dengan Notifikasi Telegram", Jurnal Ilmu Komputer, 9(2), pp. 154–160. doi:10.33060/jik/2020/vol9.iss2.182.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7600

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Sistem IoT untuk Urban Farming dengan Protokol LoRa dan Platform Antares

Ranggastika Prahlada Candra, Handy Wicaksono, Indar Sugiarto

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
e-mail: c11190025@alumni.petra.ac.id

ABSTRACT

In this study, a hydroponic system using Internet of Things (IoT) technology with LoRa protocol and Antares platform is proposed for remote monitoring and control. LoRa is useful in the area where there are no internet signal, for example in the rural area. Another feature includes actuator control, which can be operated automatically and manually via a smartphone. The system is equipped with BME280 sensors (for measuring temperature, humidity, and air pressure) and BH1750 (for measuring light intensity and electrical conductivity – nutrients). The system has functioned well for remote monitoring and control. The maximum LoRa range in the developed system is 310 meters, which is still below the standard distance. The system was tested for three days and successfully transmitted data. However, continuous data transmission was not yet achievable due to limitations in the controller and sensors used.

Keywords: *urban farming, IoT, LoRa point-to-point, Antares*

ABSTRAK

Pada penelitian ini diusulkan sistem hidroponik menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dengan protokol LoRa dan platform Antares untuk pengawasan dan pengendalian sistem jarak jauh. Protokol LoRa akan bermanfaat untuk area dimana tidak ada sinyal internet, misalnya di area pedesaaan. Fitur lainnya ialah kendali aktuator secara otomatis dan manual melalui smartphone. Sistem ini telah dilengkapi dengan sensor BME280 (pengukuran suhu, kelembaban, tekanan udara) dan BH1750 (pengukuran cahaya, dan electrical conductivity - nutrisi). Sistem telah berfungsi dengan baik untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Jangkauan maksimal LoRa pada sistem yang dikembangkan ialah sebesar 310 meter, masih dibawah jarak standar. Sistem yang dibuat telah dijalankan selama 3 hari dan dapat melakukan pengiriman data dengan

baik. Namun demikian, pengiriman data belum dapat dilakukan terus menerus karena kendala pada kontroler dan sensor yang digunakan.

Kata kunci: urban farming, IoT; LoRa point-to-point; Antares.

PENDAHULUAN

Urban farming adalah suatu konsep berkebun di kota dengan teknik tertentu untuk mengatasi masalah sempitnya lahan bercocok tanam di kota besar [1], serta untuk meningkatkan ketahanan pangan [2]. Salah satu bentuk praktik dari urban farming adalah sistem hidroponik yang memerlukan cukup waktu untuk perawatannya. Akan tetapi, banyak penduduk di Indonesia yang tidak memiliki waktu luang karena sibuk dengan pekerjaannya. Untuk mengatasi masalah tersebut, para peneliti memanfaatkan teknologi IoT (Internet of Things) untuk menghasilkan sistem hidroponik yang lebih efisien. Ada beberapa pendekatan yang digunakan para peneliti: aplikasi IoT berbasis Blynk dengan memanfaatkan WiFi [3, 4], ataupun aplikasi Android dengan protokol MQTT [5, 6].

Protokol yang digunakan para peneliti di atas sangat bergantung pada internet, padahal saat ini belum semua area di Indonesia yang terhubung jaringan internet. Protokol LoRa dapat menjadi solusi saat tidak ada sinyal internet [7], sehingga peneliti memanfaatkan protokol ini untuk aplikasi smart farming yang umumnya berada di pedesaan [8]. Platform Antares dari PT Telkom digunakan pada penelitian ini sebagai produk IoT dalam negeri yang diharapkan dapat menjadi salah satu akselerator pengembangan teknologi IoT di Indonesia. Teknologi IoT yang dikembangkan pada penelitian ini memanfaatkan LoRa *point-to-point* untuk melakukan: pemantauan sistem hidroponik melalui komputer dan smartphone, serta pengendalian aktuator secara otomatis dan manual melalui aplikasi Android.

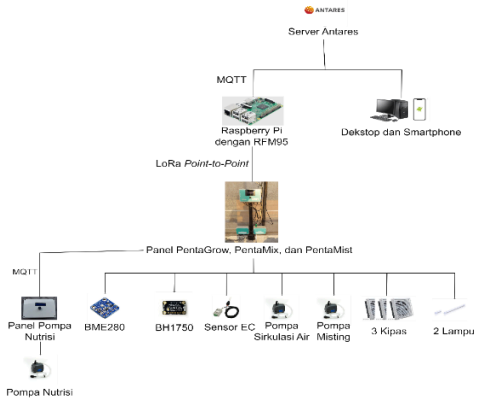
METODE

Sistem hidroponik pada penelitian ini merupakan sebuah *green house* yang terletak di dekat area parkir gedung Q Universitas Kristen Petra, di mana tidak terdapat sinyal Wi-Fi di sana (perhatikan Gambar 1).



Gambar 1. Tampak dalam dan luar *green house*

Sistem hidroponik ini menggunakan mekanisme budidaya Deep Flow Technique (DFT), menggunakan 12 pipa dimana setiap pipa memiliki 22 lobang, sehingga dapat ditanam 264 batang tanaman. Jenis sayur yang digunakan pada penelitian ini adalah sawi manis dan selada air. Diagram blok dari sistem *urban farming* berbasis IoT tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok sistem urban farming berbasis IoT

Sensor-sensor yang digunakan pada sistem: 1 sensor BME280, 1 sensor BH1750, dan 1 sensor Electrical Conductivity (EC). Sedang aktuator yang digunakan: 1 pompa nutrisi, 1 pompa sirkulasi air, 1 pompa misting, 2 lampu, dan 3 kipas. Sensor BME280, BH1750, dan pompa sirkulasi air disambungkan ke panel PentaGrow. Sensor EC dan pompa *misting* dihubungkan dengan panel PentaMix. Panel PentaGrow disambungkan dengan panel PentaMix dengan Modbus RTU. Panel PentaMix, PentaMist, dan panel pompa nutrisi dikendalikan oleh panel PentaGrow melalui TTGO yang ada didalamnya. Panel PentaGrow, PentaMix, dan PentaMist dibuat oleh Pentarium, sedangkan panel pompa nutrisi dibuat oleh tim peneliti.

Cara kerja sistem

Proses kerja dari sistem hidroponik berbasis IoT ialah sebagai berikut: seluruh data sensor diambil oleh TTGO pada panel PentaGrow, lalu dikirim ke Raspberry Pi dengan modul RFM95 menggunakan LoRa point-to-point. Data sensor akan dikirim ke server Antares menggunakan MQTT, lalu ditampilkan di komputer dan smartphone melalui HTTP. Untuk pengendalian aktuator secara otomatis dan manual melalui smartphone, smartphone akan mengirim data kendali ke server Antares via MQTT. Raspberry Pi akan menerima dan mengirimkan data ke TTGO menggunakan LoRa, dan TTGO akan mengaktifkan relay untuk menjalankan aktuator. Khusus parameter nutrisi, data akan dikirim ke panel kontroler menggunakan MQTT untuk menjalankan pompa nutrisi.

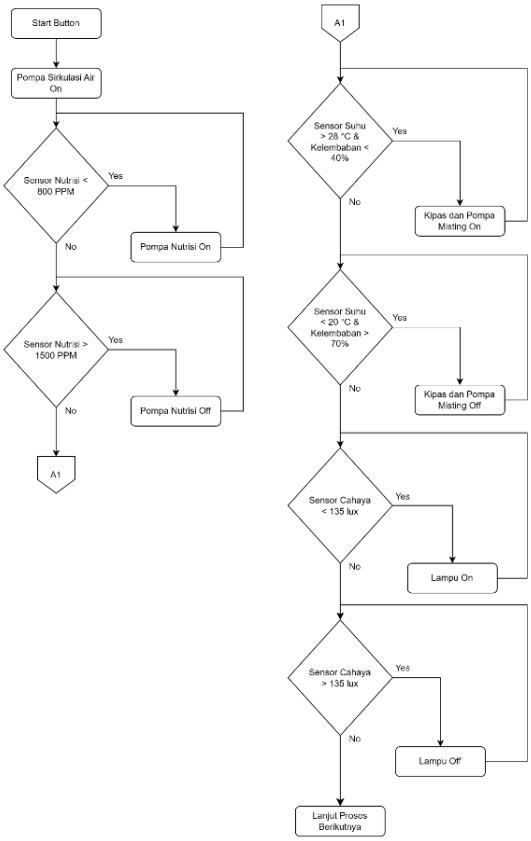
Proses kerja kerja sistem secara garis besar dibagi menjadi dua: otomatis dan manual. Jika sistem manual atau otomatis dimatikan, maka semua aktuator akan mati dan sistem akan selesai. *Flow chart* mekanisme otomatis dari sensor dan aktuator dapat dilihat di Gambar 3. Berdasarkan *flow chart*, ketika tombol *start* ditekan, maka pompa sirkulasi air akan aktif. Jika konsentrasi kurang dari 800 PPM, pompa nutrisi akan aktif, dan jika konsentrasi lebih dari 1500 PPM, maka pompa nutrisi akan mati. Jika suhu lebih dari 28 °C dan kelembaban kurang dari 40%, maka kipas dan pompa *misting* akan aktif. Akan tetapi, jika suhu kurang dari 20 °C dan kelembaban diatas 70%, maka kipas dan pompa *misting* akan mati. Saat intensitas cahaya kurang dari 135 lux (dideteksi oleh sensor cahaya), maka lampu akan aktif, dan sebaliknya. Untuk proses kerja sistem secara manual, setiap output diaktifkan oleh tombol – tombol tertentu.

Dashboard sistem dan aplikasi mobile

Dashboard sistem dibuat dengan menggunakan platform Antares. Data sensor yang dikirim dari panel PentaGrow akan masuk ke dalam perangkat tersebut. Pada *dashboard* yang dibuat pada penelitian ini, digunakan widget Graph dengan jenis Line Chart.

Untuk membuat aplikasi *mobile*, digunakan MIT App Inventor. Aplikasi *mobile* yang dibuat terdiri dari 6 halaman, yaitu halaman pembuka (pertama), halaman area (kedua), halaman *monitoring area* 1 (ketiga), halaman *control area* 1 (keempat), halaman *set parameter area* 1 (kelima), dan halaman area 2 (keenam). Tampilan halaman pembuka dan area tampak pada Gambar 4. Halaman pembuka akan terbuka terlebih dahulu selama 2 detik ketika aplikasi *mobile* dijalankan. Kemudian, halaman akan berpindah ke halaman area yang berfungsi untuk pemilihan area sistem hidroponik yang akan dilakukan pemantauan dan pengendalian. Ketika area 1 dipilih, maka halaman akan berpindah ke halaman monitoring area 1. Sedangkan jika area 2 dipilih, maka akan berpindah ke area 2 (saat ini area 2 masih kosong karena hanya bersifat eksperimental).

Halaman *control*, *set parameter*, dan monitoring untuk area 1 juga dapat dilihat pada Gambar 4. Halaman *control* berfungsi untuk mengendalikan aktuator secara otomatis maupun manual. Pada mode manual, pengendalian dilakukan dengan menekan tombol yang ada. Halaman *set parameter* area 1 berfungsi untuk mengatur parameter yang dibutuhkan untuk logika pengendalian aktuator otomatis. Halaman monitoring area 1 akan menampilkan data-data dari sensor dalam bentuk grafik serta teks. Pada halaman tersebut juga ditampilkan tanggal data terakhir yang masuk ke server Antares. Jika tidak ada data baru, maka grafik akan berhenti dan tetap menampilkan data paling terakhir. Di bagian bawah halaman terdapat menu untuk berpindah ke halaman lain.



Gambar 3. Flowchart Proses Kerja Sistem secara Otomatis



Gambar 4. Halaman pembuka, *control, set parameter,* dan *monitoring* untuk area 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini masih fokus pada pengujian jangkauan protokol LoRa point-to-point, kesesuaian aplikasi *mobile*, dan uji reliabilitas sederhana. Pengujian terkait sensor dan aktuator yang digunakan akan dilakukan pada penelitian berikutnya.

Pengujian Jangkauan LoRa Point-to-Point

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak yang dapat dijangkau oleh LoRa point-to-point. Digunakan dua buah TTGO yang menggunakan antena dipole sebagai pengirim dan penerima. Pengujian ini dilakukan dari green house yang ada di tempat parkir gedung Q hingga ke gedung Q UK Petra. Prosedur pengujiann ialah sebagai berikut: masing-masing modul TTGO diberi supply terlebih dahulu dengan powerbank, lalu TTGO pengirim diletakkan di *green house*, sedang TTGO penerima dibawa menjauh hingga data tidak diterima lagi oleh TTGO penerima (interval jarak: 5 meter).

Selama pengujian juga diambil RSSI (Received Signal Strength Indicator) selama pengujian. Nilai RSSI diambil sebanyak 10 kali setiap kali ada data yang diterima oleh TTGO penerima. RSSI digunakan untuk mengukur kualitas sinyal yang diterima suatu perangkat dengan satuan dBm. Berdasarkan pengujian tersebut, diketahui bahwa jarak dari LoRa point-to- point adalah 310 meter dan dapat mencapai gedung Q Universitas Kristen Petra (lihat Tabel 1).

Dari pengujian di atas nampak bahwa nilai rata – rata RSSI cenderung menurun dengan makin jauhnya jarak antara pengirim dan penerima sinyal LoRa, dengan batas *treshold* di jarak 315 meter dimana sinyal tidak lagi diterima. Jarak jangkauan ini relatif kecil dibanding jarak LoRa standar, hal ini kemungkinan disebabkan kondisi modul RFM 95 yang digunakan kurang baik.

Tabel 1. Hasil pengujian jangkauan LoRa point-to-point

Jarak jangkauan	Rata-rata RSSI	Status
0 m	-70,4 dBm	Diterima
65 m	-116,5 dBm	Diterima
115 m	-119,3 dBm	Diterima
165 m	-119,8 dBm	Diterima
215 m	-116,3 dBm	Diterima
265 m	-118,9 dBm	Diterima
310 m	-120,6 dBm	Diterima
315 m	-120,7 dBm	Tidak Diterima

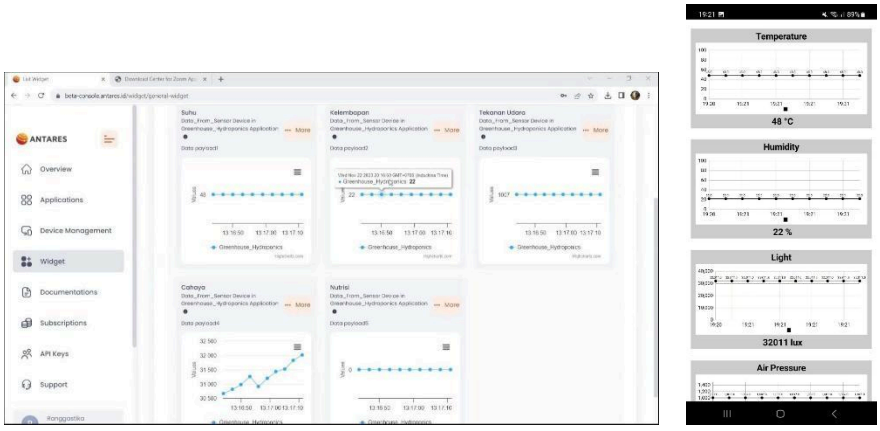
Pengujian aplikasi mobile

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari pemantauan pada komputer dan smartphone, serta keberhasilan menjalankan mode otomatis dan manual. Untuk hasil pengujian melakukan pemantauan pada komputer, dapat dilihat pada Gambar 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat bawah data dari sensor sudah dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada *dashboard* komputer yang dibuat dengan platform Antares. Sedang hasil pengujian pemantauan pada *smartphone* dapat dilihat pada Gambar 5. Dari gambar tersebut, dapat dilihat bahwa data dari sensor sudah dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada aplikasi mobile yang dibuat menggunakan MIT App Inventor.

Pengujian mode otomatis melalui aplikasi mobile berhasil dilakukan, dimana setiap aktuator dapat diaktifkan berdasarkan data sensor. Sedang pengujian mode manual melalui aplikasi *mobile* juga berhasil dilakukan, dimana setiap aktuator dapat menyala dan mati jika tombol aktivasi masing – masing aktuator ditekan.

Pengujian reliabilitas sistem

Pengujian ini dilakukan untuk untuk mengetahui reliabilitas sistem yang dibuat. Raspberry Pi dengan modul RFM95 diletakkan di *green house* dan diaktifkan terus menerus selama 3 hari. Data sensor dikirim ke server Antares. Data ini dapat digunakan untuk penelitian kedepannya. Tabel 2 menunjukkan data sensor yang diambil pada hari pertama berdasarkan waktu, beserta dengan grafiknya. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa pada hari pertama pengiriman data ke server Antares dimulai pukul 13:00 dan terhenti pada pukul 17:22. Penyebab terhentinya pengiriman data tersebut adalah koneksi Wi-Fi Raspberry Pi yang terputus dengan sendirinya.



Gambar 5. Hasil pengujian pemantauan pada *dashboard* komputer

Di hari ke dua, pengiriman data ke server Antares dimulai pukul 12:00 dan terhenti pada pukul 21:00. Penyebabnya adalah perubahan alamat I2C sensor BME280 dengan sendirinya yang menyebabkan terjadinya gangguan terhadap TTGO pada panel PentaGrow. Selain itu, pada hari kedua langitnya mendung dan turun hujan. Pada hari ketiga pengiriman data ke server Antares dimulai pukul 10:00 dan terhenti pada pukul 17:00. Penyebab terhentinya pengiriman data tersebut adalah Raspberry Pi yang restart dengan sendirinya sehingga pengiriman data sensor ke server Antares menjadi terganggu.

Tabel 2. Data sensor per waktu

Parameter	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Suhu	40 °C	39 °C	34 °C	33 °C	33 °C
Kelembaban	41%	44%	60%	62%	67%
Tekanan Udara	1009 hPa	10080 hPa	1008 hPa	1008 hPa	1009 hPa
Cahaya	9275 lux	5569 lux	2175 lux	500 lux	398 lux
Nutrisi	3519 PPM	3510 PPM	3469 PPM	3455 PPM	3477 PPM

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, telah dibuat sistem IoT dengan protokol LoRa dan platform Antares, sehingga sistem dapat digunakan meskipun tidak ada sinyal internet, dan keamanan data lebih terjamin karena data dikelola oleh perusahaan di Indonesia. Penggunaan protokol LoRa untuk mengatasi masalah konektivitas pada area yang tidak ada internet berjalan dengan baik, meskipun jarak jangkauannya terbatas (maksimal 310 meter). Aplikasi *mobile* dapat memantau dan mengendalikan sistem hidroponik dengan komunikasi LoRa, dan *dashboard* pada desktop untuk pemantauan sistem hidroponik dapat berjalan dengan baik.

Dalam pengujian realiabilitas sistem yang dijalankan 3 hari, pengiriman data sensor ke server Antares dapat dilakukan dengan baik, akan tetapi tidak dapat dilakukan selama 24 jam penuh. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti koneksi Wi-Fi Raspberry Pi yang terputus dengan sendirinya, alamat I2C sensor BME280 yang berubah dengan sendirinya, dan Raspberry Pi yang restart dengan sendirinya.

Sebagai saran perbaikan ke depan, perlu dilakukan investigasi lebih mendalam pada modul LoRa yang digunakan. Reliabilitas sistem juga perlu ditingkatkan dengan memastikan tidak ada gangguan dari sisi *hardware*. Metode AI juga dapat digunakan untuk memberi rekomendasi cerdas dari sistem hidroponik yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Wijaya, K., A. Y. Permana, S. Hidayat, and H. Wibowo, "Pemanfaatan urban farming melalui konsep eco- village di kampung paralon Bojongsoang kabupaten Bandung," *Jurnal Arsitektur ARCADE*, vol. 4, no. 1, pp. 16-22, 2020.

[2] E. Ernawati, I. Soekarno, J. Siswanto, and Y. Suryadi, "Aspek sumber daya manusia yang kompeten sebagai pendukung utama urban farming," *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 9, no. 1, pp. 1-7, 2021, https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.01.01

[3] M. Ridwan, and K. M. Sari, "Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik", *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 10, no. 4, pp. 481-487, 2021.

[4] R. Nandika, and E. Amrina, "Sistem hidroponik berbasis Internet of things (IoT)," *Sigma Teknika*, vol. 4, no. 1, pp. 1- 8, 2021.

[5] M. A. Husaini and A. Zulianto, "OTOMATISASI MONITORING METODE BUDIDAYA SISTEM HIDROPONIK DENGAN INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS ANDROID MQTT DAN TENAGA SURYA," *Jurnal Sosial Teknologi*, vol. 1, no. 8, 2021.

[6] I. Z. T. Dewi et al., "Smart farming: Sistem tanaman hidroponik terintegrasi IoT MQTT panel berbasis android," *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 9, no. 1, pp. 71-78, 2021.

[7] B. B. Rijadi, and A. R. Machdi, "Distance Testing on Point To Point Communication with Lora Based on RSSI and Log Normal Shadowing Model," *Journal Of Energy And Electrical Engineering*, vol. 5, no .2, 2024.

[8] B. Citoni et al., "Internet of Things and LoRaWAN-enabled future smart farming," *IEEE Internet of Things Magazine*, vol. 2, no. 4, pp. 14-19, 2019.

SNESTIK
Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika
https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7601

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Perbandingan Algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW) untuk Kompresi Data Teks

Azhar Adi Dirgantara Setiawan, Citra Nurina Prabiantissa*
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: citranurina@itats.ac.id

ABSTRACT

In today's digital era, the volume of data generated and stored is increasing, so that efficiency in data management and delivery is very crucial. Optimal data management not only supports personal needs, but also supports activities in various sectors, from business to research. Therefore, a method is needed that can reduce the size of data without sacrificing important information contained therein. The data compression process is becoming increasingly important in the management and storage of digital information, especially in optimizing the use of storage space and accelerating data delivery. This study aims to compare the efficiency of the Shannon-Fano and Lempel Ziv Welch (LZW) algorithms in compressing text data. Both algorithms are analyzed based on parameters such as Compression Ratio (CR) and Redundancy (RD) to evaluate the effectiveness of the resulting compression. The implementation of the algorithm is carried out through encoding and decompressing text data, taking into account the frequency distribution of characters in the data. From the results of the tests carried out, the LZW algorithm proved to be superior to Shannon-Fano in compressing TXT files. LZW consistently produces compression ratios of 81 - 95% and lower RDs between 81 – 95%, especially for texts with complex repeating patterns.
Keywords*: Data Compression, Shannon-Fano, LZW, Compression Ratio, Algorithm Efficiency*

ABSTRAK

Di era digital saat ini, volume data yang dihasilkan dan disimpan semakin meningkat, sehingga efisiensi dalam pengelolaan dan pengiriman data menjadi hal yang sangat krusial. Pengelolaan

data yang optimal tidak hanya mendukung kebutuhan pribadi, tetapi juga menunjang aktivitas di berbagai sektor, mulai dari bisnis hingga penelitian. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengurangi ukuran data tanpa mengorbankan informasi penting yang terkandung di dalamnya.Proses kompresi data menjadi semakin penting dalam pengelolaan dan penyimpanan informasi digital, terutama dalam mengoptimalkan penggunaan ruang penyimpanan dan mempercepat pengiriman data. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW) dalam mengompresi data teks. Kedua algoritma ini dianalisis berdasarkan parameter seperti Compression Ratio (CR) dan Redundancy (RD) untuk mengevaluasi efektivitas kompresi yang dihasilkan. Implementasi algoritma dilakukan melalui pengkodean dan dekompresi data teks, dengan memperhatikan distribusi frekuensi karakter dalam data. Dari hasil pengujian yang dilakukan Algoritma LZW terbukti lebih unggul dibandingkan Shannon-Fano dalam mengompresi file TXT. LZW secara konsisten menghasilkan compression ration sebanyak 81 - 95% dan RD yang lebih rendah antara 81 – 95%, terutama untuk teks dengan pola berulang yang kompleks.
Kata Kunci: Kompresi Data, Shannon-Fano, LZW, Rasio Kompresi, Efisiensi Algoritma

PENDAHULUAN

Di era digital saat ini, volume data yang dihasilkan dan disimpan semakin meningkat, sehingga efisiensi dalam pengelolaan dan pengiriman data menjadi hal yang sangat krusial [1]. Pengelolaan data yang optimal tidak hanya mendukung kebutuhan pribadi, tetapi juga menunjang aktivitas di berbagai sektor, mulai dari bisnis hingga penelitian. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengurangi ukuran data tanpa mengorbankan informasi penting yang terkandung di dalamnya.

Teknik kompresi data telah muncul sebagai solusi efektif untuk mengatasi permasalahan keterbatasan kapasitas media penyimpanan dan kecepatan transfer data. Proses kompresi memungkinkan data diubah menjadi bentuk yang lebih ringkas, sehingga mengurangi ruang penyimpanan yang diperlukan dan mempercepat proses transmisi [2]. Dua algoritma kompresi yang cukup populer dan telah banyak diteliti adalah algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW).

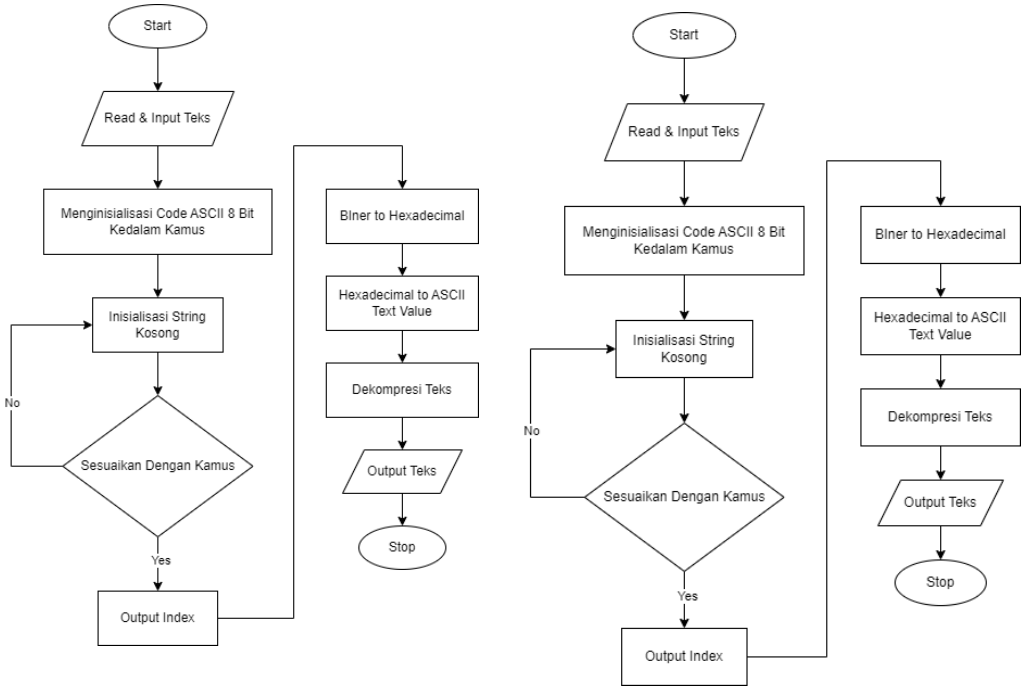
Algoritma Shannon-Fano bekerja dengan prinsip pengkodean variabel, di mana karakter-karakter yang sering muncul diberikan kode yang lebih pendek dibandingkan dengan karakter yang jarang muncul. Pendekatan ini memungkinkan efisiensi pengkodean pada data dengan distribusi frekuensi yang tidak merata [1]. Sementara itu, algoritma LZW memanfaatkan struktur kamus untuk menggantikan segmen data yang berulang dengan indeks yang lebih ringkas, sehingga menghasilkan proses kompresi yang adaptif dan cepat [2]. Perbandingan antara kedua algoritma ini menunjukkan bahwa keunggulan masing-masing sangat bergantung pada karakteristik data yang akan dikompresi [3], [4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kompresi data teks dengan mengimplementasikan algoritma Shannon-Fano dan LZW. Analisis akan difokuskan pada pengukuran parameter kinerja seperti Compression Ratio (CR) dan Redundancy (Rd) untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kelebihan dan keterbatasan masing-masing algoritma. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemilihan metode kompresi yang paling sesuai untuk berbagai aplikasi pengolahan data di era digital [3].

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi kompresi yang dihasilkan oleh kedua algoritma tersebut ketika diterapkan pada data teks yang sama [5]. Fokus utamanya adalah untuk menentukan algoritma mana yang lebih efektif dalam mengurangi ukuran file. Pada tahap awal, kedua algoritma diuji untuk mengompresi data teks secara terpisah, dan hasil kompresi dibandingkan untuk menilai keefektifannya . Selanjutnya, dilakukan evaluasi terhadap

kemampuan kedua algoritma dalam mendekompresi data yang telah terkompresi untuk melihat keefektifan kompresi dan dekompresinya [6].



Gambar 1. Flowchart perbandingan algoritma

Pengujian algoritma Shannon-Fano dan LZW akan dievaluasi berdasarkan *Ratio Compression* (RC), *Compression Ratio* (CR), dan *Redundancy Compression* (RD) untuk menentukan efisiensi kompresi data teks, dengan masing-masing algoritma memiliki metode dan karakteristik performa yang unik.

Tahap awal kompresi data teks melibatkan konversi setiap karakter menjadi kode biner 8-bit menggunakan *encoding ASCII*, menghasilkan urutan bit unik seperti "D" yang direpresentasikan sebagai "1000100", yang kemudian digunakan oleh algoritma kompresi seperti Shannon-Fano [7].

Tabel 1. Penetapan kode binary ASCII 8 bit

KARAKTER	BINARY CODE	UKURAN
D	1000100	8 bit
I	1001001	8 bit
R	1010010	8 bit
G	1000111	8 bit
A	1000001	8 bit
N	1001110	8 bit
T	1010100	8 bit
A	1000001	8 bit

R	1010010	8 bit
A	1000001	8 bit

Kompresi Shannon-Fano

Kode biner setiap karakter ditentukan oleh susunan simpul daun dalam pohon *Huffman*. Untuk menghitung total jumlah bit yang dibutuhkan, jumlah bit untuk setiap karakter dikalikan dengan frekuensi kemunculannya [8]. Misalnya, karakter A dengan kode 2 bit (00) dan frekuensi 3 akan membutuhkan 6 bit (2 x 3).

Tabel 2. Penghitungan Jumlah Bit menggunakan Shannon Fano

Huruf	Frekuensi Huruf	Kode	Jumlah Bit
D	1	1000	4*1=4
I	1	101	3*1=3
R	2	01	2*2=4
G	1	1001	4*1=4
A	3	00	2*3-6
N	1	110	3*1=3
T	1	111	3*1=3
Total	**10**		**27**

Kompresi Lempel Ziv Welch

Algoritma Kompresi LZW merupakan teknik yang sangat efisien untuk mengurangi jumlah data dengan memanfaatkan pola yang sering muncul dalam data teks [9]. Setelah prosedur kompresi selesai, hasilnya adalah serangkaian kode yang mewakili teks yang telah dikompresi.

Tabel 3. Kompresi LZW

Huruf	Frekuensi Huruf	Kode
T	84	01010100
H	72	01001000
I	73	01001001
S	83	01010011
IS	258	100000010
TH	256	100000000
E	69	01000101
Total		**58 bit**

Hasil kompresi menggunakan algoritma *LZW* menunjukkan bahwa setiap karakter dan kombinasi karakter diberikan kode unik, seperti "T" dengan kode 84 (biner 01010100) dan "H" dengan kode 72 (biner 01001000). Kombinasi "IS" diberi kode 258 (biner 100000010), menggunakan kode 9-bit yang lebih panjang dibandingkan karakter tunggal. Sebelum kompresi, teks memerlukan 72 bit, sementara setelah kompresi, jumlah bit berkurang menjadi 58 bit.

Compression Ratio (CR)

Compression Ratio merupakan persentase perbandingan antara ukuran data setelah dikompresi dengan ukuran data sebelum dikompresi[10]. Berikut merupakan perhitungan menggunakan compression ratio:

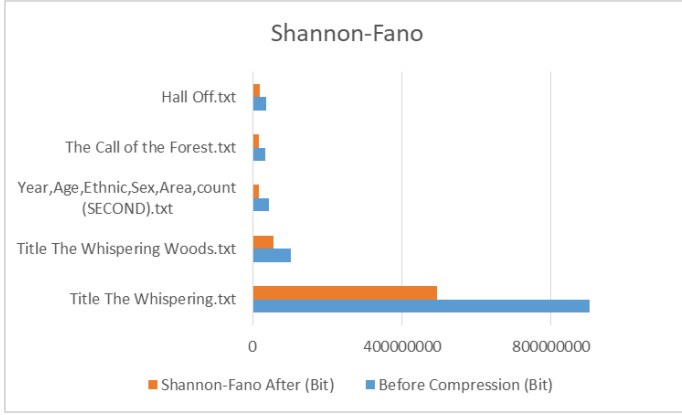
$$Compression\ Ratio = \frac{Jumlah\ bit\ yang\ sudah\ di\ kompresi}{Jumlah\ bit\ sebelum\ dikompresi}\ x\ 100\% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

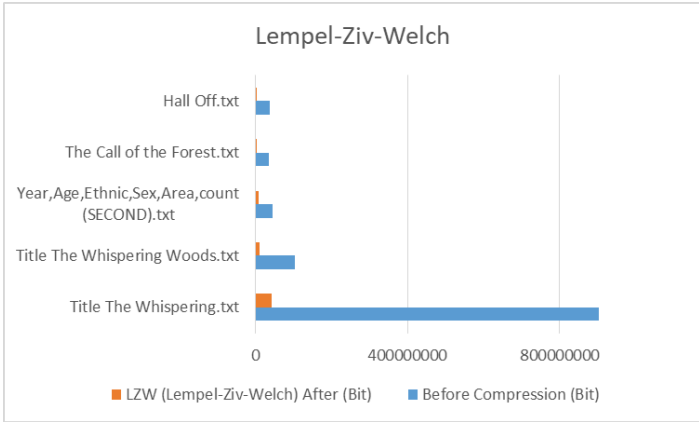
Hasil pengujian kompresi pada file TXT membandingkan algoritma Shannon-Fano dan Lempel-Ziv-Welch (LZW) berdasarkan ukuran file sebelum dan sesudah kompresi. Efektivitas algoritma dinilai menggunakan Compression Ratio (CR), yang membandingkan ukuran file asli dengan file setelah kompresi, serta Redundancy, yang mengukur informasi berlebih yang dapat dihilangkan tanpa kehilangan data penting. Kedua parameter ini menggambarkan efisiensi masing-masing algoritma dalam mengurangi ukuran data.

Tabel 4. Hasil Pengujian Perbandingan Kompresi

Nama File	Sebelum Kompresi (Bit)	Shannon-Fano			LZW (Lempel-Ziv-Welch)		
		Setelah Kompresi (Bit)	CR (%)	RD (%)	Setelah Kompresi (Bit)	CR (%)	RD (%)
Title The Whispering.txt	904296960	494229600	45.35	45	41075738	95.46	95
Title The Whispering Woods.txt	103315960	56465788	45.35	45	10785946	89.56	90
Year,Age,Ethnic, Sex,Area,count (SECOND).txt	43575424	18081144	58.51	59	8176094	81.24	81
The Call of the Forest.txt	33360784	18019421	45.99	46	1858678	94.43	94
Hall Off.txt	37716480	20377300	45.97	46	1990978	94.72	95



Gambar 2. Grafik Kompresi Algoritma Shannon-Fano (TXT)



Gambar 3. Grafik Kompresi Algoritma Lempel Ziv Welch (TXT)

Tabel pengujian menunjukkan perbandingan efektivitas algoritma *Shannon-Fano* dan *Lempel-Ziv Welch* (LZW) dalam mengompresi data teks. Pengujian dilakukan dengan menganalisis ukuran file setelah kompresi, *Compression Ratio* (CR), dan tingkat redundansi (RD) LZW menghasilkan ukuran file yang lebih kecil dan *Compression Ratio* yang lebih tinggi, berkisar antara 81,24% hingga 95,46%, dibandingkan *Shannon-Fano* yang mencapai 45,35% hingga 58,51%. Tingkat redundansi data juga lebih rendah pada LZW, yaitu 0,81 hingga 0,95. Keunggulan LZW ini disebabkan oleh algoritmanya yang membangun kamus dinamis untuk pola berulang, sehingga lebih efektif dalam mengurangi ukuran file dibandingkan *Shannon-Fano* yang hanya mengandalkan frekuensi karakter.

KESIMPULAN

Pengujian kompresi file TXT menggunakan algoritma Shannon-Fano dan LZW memberikan wawasan tentang keunggulan dan keterbatasan masing-masing algoritma dalam mengompresi data teks, yang diukur berdasarkan ukuran file setelah kompresi, Compression Ratio (CR) dan Redundancy (RD). Secara khusus Algoritma LZW terbukti lebih unggul dibandingkan Shannon-Fano dalam mengompresi file TXT. LZW secara konsisten menghasilkan compression ration sebanyak 81 - 95% dan RD yang lebih rendah antara 81 – 95%, terutama untuk teks dengan pola berulang yang kompleks. Shannon-Fano cenderung kurang efektif dalam mengompresi teks dengan struktur data yang kompleks, namun dapat lebih optimal untuk file TXT dengan karakteristik sederhana atau tanpa pola berulang. Dengan demikian, untuk pengompresan file TXT, algoritma LZW direkomendasikan apabila teks memiliki pola pengulangan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Cahayati, A. M. H. Pardede, and H. Khair, “Implementasi Algoritma Elias Gamma Kompresi Pada File Teks.”

[2] C. Lamorahan, B. Pinontoan, and N. Nainggolan, “Data Compression Using Shannon-Fano Algorithm.”

[3] C. P. Nugraha, R. Gunawan Santosa, and L. Chrisantyo, “PERBANDINGAN METODE LZ77, METODE HUFFMAN DAN METODE DEFLATE TERHADAP KOMPRESI DATA TEKS,” 2014.

[4] M. Iqbal, R. A. Prayogi, and D. Yunitasari, “ANALISIS KOMPRESI FILE TEKS MENGGUNAKAN ALGORITMA LEMPEL ZIV WELCH (LZW),” 2022. [Online]. Available: http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm

[5] S. Staf *et al.*, "DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin IMPLEMENTASI DAN ANALISIS KINERJA ALGORITMA SHANNON-FANO UNTUK KOMPRESI FILE TEXT," vol. 6, no. 1, 2014.

[6] R. Wiryadinata, "DATA COMPRESSION CODING USING STATIC AND DYNAMIC METHOD OF SHANNON-FANO ALGORITHM," *Media Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 129–139, 2007, [Online]. Available: http://wiryadinata.web.id;

[7] A. Sihotang, "Implementasi Algoritma Prefix Codes untuk Kompresi File Video Hasil Ekstra Aplikasi Kinemaster," 2022. [Online]. Available: https://journal.grahamitra.id/index.php/biostech

[8] G. Eko and R. Ningrum, "PENERAPAN METODE SHANNO FANO DALAM PENGKOMPRESIAN DATA TEKS," 2019.

[9] A. Satyapratama and M. Yunus, "ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA LZW DAN HUFFMAN PADA KOMPRESI FILE GAMBAR BMP DAN PNG."

[10] I. M. Sianturi, "Perancangan Aplikasi Kompresi File Gambar Dengan Menggunakan Algoritma Stout Code," 2024.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7088

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Evaluasi Risiko Penerapan Sistem E-Commerce dengan Pendekatan ISO 31000 Pada Perusahaan Dagang

Fernandika Novanda[1], Adib Pakarbudi[2], Zuli Maulidati[3]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]

e-mail: adib@itats.ac.id, zulimaulidati@itats.ac.id

ABSTRACT

The rapid development of information technology has significantly accelerated and become an integral part of corporate strategies. One example is the implementation of e-commerce systems as a strategy to enhance marketing processes. ABC Computer, a trading company, utilizes various e-commerce platforms to reach a broader customer base, particularly online shoppers, while simultaneously saving time and costs. However, this strategy is not without risks that could potentially harm the company. Therefore, this study aims to identify and evaluate risks in the e-commerce sales system at ABC Computer, a distributor of computer accessories. To address these risks, a structured risk analysis is required to support more effective strategic decision-making. This research employs a qualitative approach with data collected through interviews and documentation. Data analysis is carried out using the ISO 31000 framework, which includes risk identification, analysis, evaluation, and treatment. The findings reveal that human factors are the most significant source of risk, while low-risk values are found in environmental and infrastructure categories. Risk analysis using the ISO 31000 approach proves effective in identifying and assessing risks, thereby assisting the company in minimizing the negative impacts on their e-commerce system.

Keywords: *Risk Management; ISO 31000; E-Commerce; Trading Company; Qualitative Method*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah mengalami percepatan yang sangat signifikan dan telah menjadi bagian dari strategi perusahaan. Salah satu contohnya adalah penerapan sistem e-commerce sebagai strategi dalam meningkatkan proses pemasaran. ABC computer merupakan perusahaan dagang yang menerapkan berbagai macam platform e-commerce untuk menjangkau lebih banyak pembeli, khususnya pengguna layanan belanja daring, sekaligus menghemat waktu dan biaya. Namun, strategi ini tidak lepas dari

berbagai risiko yang dapat merugikan perusahaan. Oleh karena itu Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko dalam sistem penjualan e-commerce pada ABC Computer, sebuah distributor aksesoris komputer. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan analisis risiko yang terstruktur guna mendukung pengambilan keputusan strategis yang lebih efektif. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara dan dokumentasi. Analisis data dilakukan menggunakan kerangka kerja ISO 31000, yang meliputi identifikasi, analisis, evaluasi, dan perlakuan risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia merupakan sumber risiko tertinggi, sementara risiko bernilai rendah ditemukan pada kategori lingkungan dan infrastruktur. Analisis risiko dengan pendekatan ISO 31000 terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan mengukur risiko, sehingga dapat membantu perusahaan meminimalkan dampak negatif pada sistem e-commerce mereka.

Kata kunci: Manajemen Risiko; ISO 31000, E-Commerce, Perusahaan Dagang, Metode Kualitatif

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah mengalami percepatan yang sangat signifikan dan kompleks. Hal ini tentu saja membawa dampak yang nyata bagi masyarakat dan lingkungan bisnis. Hampir seluruh sektor bisnis telah dipengaruhi oleh penggunaan teknologi informasi. Salah satu pengaruh teknologi informasi dalam dunia bisnis adalah sistem penjualan online yang dikenal sebagai e-commerce. Istilah E-commerce merujuk pada aktivitas belanja atau perdagangan yang dilakukan secara daring atau online dengan mengandalkan kemampuan untuk melakukan transaksi melalui situs web serta memanfaatkan jaringan internet [1]. Dalam dunia bisnis, e-commerce merupakan inovasi yang bertujuan untuk memperluas jangkauan pemasaran. Saat ini salah satu perusahaan yang telah memanfaatkan e-commerce adalah ABC Computer.

ABC Computer merupakan distributor aksesoris komputer yang menyediakan produk-produk hardware dan jaringan kepada berbagai toko komputer di wilayah Jawa Timur. Untuk meningkatkan penjualannya, ABC Computer menggunakan berbagai platform marketplace seperti Tokopedia, Shopee, Bukalapak, Lazada, dan JD.ID. Strategi ini diharapkan dapat menjangkau lebih banyak pembeli, khususnya pengguna layanan belanja daring, sekaligus menghemat waktu dan biaya [2][3]. Namun, penerapan sistem e-commerce di ABC Computer masih menghadapi berbagai kendala. Beberapa di antaranya adalah kesalahan input harga oleh admin, kebingungan dalam menggunakan fitur promosi, serta kesalahan dalam proses pengemasan barang yang sering mengakibatkan produk yang diterima pelanggan tidak sesuai. Masalah-masalah tersebut menunjukkan bahwa sistem penjualan daring yang diterapkan masih belum optimal. Kendala ini tidak hanya mengganggu operasional, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko kerugian yang signifikan jika tidak segera ditangani.

Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan penerapan analisis risiko sebagai bagian dari manajemen risiko yang komprehensif. Analisis risiko merupakan langkah awal untuk mengidentifikasi dan mengelola potensi ancaman terhadap proses transaksi yang terjadi pada ABC Computer. Proses Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko yang berpotensi merugikan perusahaan. Dengan analisis risiko, perusahaan dapat meminimalkan dampak negatif sekaligus memperbaiki strategi bisnis untuk masa depan [4][5][6] Salah satu standar manajemen risiko yang relevan untuk diterapkan adalah ISO 31000. Standar ini menyediakan kerangka kerja yang terstruktur untuk membantu organisasi mengelola risiko secara efektif. ISO 31000 juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik berdasarkan hasil analisis risiko, sehingga perusahaan dapat mengantisipasi serta mengendalikan risiko yang ada[7] [8][9]. Dengan menggunakan ISO 31000, ABC Computer dapat mengidentifikasi risiko-risiko yang ada, mengevaluasi dampaknya, dan merumuskan langkah pengendalian yang sesuai untuk mengurangi kemungkinan kerugian.

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian terkait evaluasi risiko dalam penerapan teknologi informasi, termasuk e-commerce, telah banyak dilakukan di Indonesia. Namun, sebagian besar penelitian tersebut lebih berfokus pada penggunaan standar keamanan pada transaksi digital

dan risiko penggunaan sistem informasi[10][11][12].Selain itu, hanya sedikit penelitian yang menggunakan pendekatan ISO 31000, yang merupakan kerangka kerja internasional untuk manajemen risiko dalam konteks penerapan sistem e-commerce di sektor distributor atau perusahaan dagang. Beberapa penelitian terkait penerapan ISO 31000 di sektor e-commerce sering kali hanya terbatas pada kajian literatur dan analisa risiko bagi pengguna e-commerce dari sisi pembeli [4][13][14]. Terlebih lagi, tidak banyak penelitian yang menguji penerapan ISO 31000 dalam sistem e-commerce pada perusahaan distributor seperti ABC Computer, yang memiliki kompleksitas tinggi karena melibatkan banyak platform marketplace.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi risiko penerapan sistem e-commerce pada ABC Computer dengan pendekatan manajemen risiko berbasis ISO 31000. Penelitian ini akan mengidentifikasi risiko pada seluruh kategori aset yang terlibat, mulai dari teknis hingga operasional, serta menganalisis efektivitas ISO 31000 dalam membantu perusahaan mengelola dan memitigasi risiko tersebut. Dengan pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas kerangka ISO 31000 dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi penerapan sistem e-commerce di perusahaan distributor.

METODE

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus dengan studi kasus ABC Computer. Adapun Langkah-langkah tersebut digambarkan melalui gambar 1.



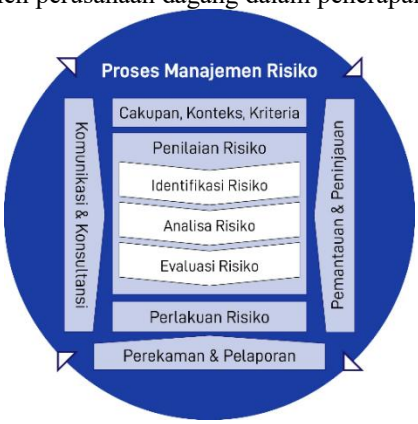
Gambar 1. Metode Penelitian

Pada Gambar 1, terlihat bahwa dalam penelitian ini, tahap pertama adalah Studi Literatur yang menyediakan pemahaman teori terkait topik penelitian, dasar-dasar penerapan ISO 31000 dalam manajemen risiko, serta kerangka kerja yang relevan dengan penerapan e-commerce pada perusahaan dagang. Studi ini tidak hanya mengulas teori umum, namun juga menerapkan ISO 31000 pada konteks risiko yang dihadapi oleh perusahaan dagang yang menerapkan sistem e-commerce. Selanjutnya adalah Studi Lapangan yang bertujuan untuk mengumpulkan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi di perusahaan yang menjadi objek penelitian. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk memahami kondisi spesifik dan risiko yang dihadapi oleh perusahaan dalam operasional e-commerce-nya. Tahap ketiga adalah Identifikasi Masalah, di mana dilakukan identifikasi masalah-masalah yang dihadapi perusahaan dalam penerapan sistem e-commerce, termasuk tantangan yang berhubungan dengan risiko teknis, kesalahan manusia, dan ancaman eksternal. Masalah ini akan menjadi fokus penerapan ISO 31000 dalam tahap penentuan konteks. Langkah keempat adalah Implementasi ISO 31000, di mana data-data yang telah dikumpulkan digunakan untuk mengidentifikasi risiko, melakukan analisis risiko, evaluasi risiko, dan perencanaan perlakuan risiko sesuai dengan tahap-tahap ISO 31000. Penerapan ini disesuaikan dengan jenis risiko yang dihadapi oleh perusahaan dagang dalam operasional e-commerce, seperti serangan siber, kebocoran data, dan kegagalan transaksi. Terakhir, setelah dilakukan manajemen risiko menggunakan ISO 31000, akan ditarik kesimpulan mengenai temuan-temuan utama dan memberikan saran untuk memitigasi risiko yang teridentifikasi.

Implementasi ISO 31000

ISO 31000 adalah proses identifikasi, pengukuran, dan evaluasi untuk menolak, mengurangi, atau menerima risiko dalam mencapai tujuan perusahaan. Tahapan ini penting dalam manajemen risiko, di mana risiko yang mungkin terjadi diidentifikasi, dievaluasi, dan diukur

dampaknya. Dalam konteks penelitian ini, ISO 31000 diterapkan untuk mengevaluasi dan mengelola risiko yang dihadapi oleh perusahaan dagang dalam penerapan e-commerce.



Gambar 2. Proses Manajemen Risiko ISO 31000

Sumber: ISO 31000

Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa terdapat 6 tahapan dalam manajemen risiko. Namun dalam penelitian ini, tahapan manajemen risiko yang dijankan hanya penentuan cakupan, penilaian risiko dan perlakuan risiko. Adapun penjelasan dari ketiga tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Cakupan, Konteks, Kriteria**: ahap awal untuk menetapkan cakupan dan memahami konteks internal dan eksternal perusahaan dagang, serta menentukan kriteria risiko yang akan digunakan dalam manajemen risiko. Di sini, tujuan perusahaan untuk mengelola transaksi e-commerce yang aman dan efisien menjadi bagian dari konteks yang dipertimbangkan.
2. **Penilaian Risiko (Risk Assessment):** Bagian inti dari proses manajemen risiko yang terdiri dari:
   a. **Identifikasi Risiko:** Mengidentifikasi risiko-risiko yang dapat mengganggu penerapan e-commerce pada perusahaan dagang, seperti serangan siber, kesalahan sistem, dan pelanggaran keamanan data.
   b. **Analisis Risiko:** Menganalisis risiko yang telah diidentifikasi untuk memahami penyebab dan dampaknya, serta kemungkinan terjadinya risiko tersebut pada platform e-commerce perusahaan. Penilaian risiko ini akan menggunakan matriks penilaian yang membandingkan kemungkinan dan dampak yang dapat terjadi, sesuai dengan risiko-risiko yang ditemukan.

Rumus Peniliaian Risiko = Dampak/konsekuensi x Kemungkinan (1)

Dari hasil perkalian tersebut nantinya akan menghasilkan nilai yang telah terbagi dalam 3 tingkatan kategori yaitu, *High*, *Moderate*, *Low* dimana ketiga kategori ini telah dipetakan menjadi matriks penilaian risiko seperti yang ditampilkan pada gambar 3.

Matriks Penilaian Risiko			**RISIKO**		
			3	**2**	**1**
			TINGGI	**SEDANG**	**RENDAH**
KEMUNGKINAN	**TINGGI**	**3**	9	6	3
	SEDANG	**2**	6	4	2
	RENDAH	**1**	3	2	1

Gambar 3. Matriks Penilaian Risiko

Keterangan

- Risiko Rendah: Resiko yang terjadi antara 1 – 3
- Risiko Sedang: Resiko yang terjadi antara 4 – 6
- Risiko Tinggi: Resiko yang terjadi antara 7 – 9

c. **Evaluasi Risiko:** Membandingkan hasil analisis dengan kriteria yang telah ditetapkan untuk menentukan prioritas tindakan yang harus diambil, yang akan diterapkan pada masing-masing risiko yang teridentifikas.

3. **Perlakuan Risiko (Risk Treatment):** Menentukan dan mengimplementasikan langkah-langkah untuk mengelola risiko, seperti mitigasi, penghindaran, penerimaan, atau transfer risiko, sesuai dengan prioritas yang telah ditetapkan pada tahap evaluasi. Pada perusahaan dagang ini, perlakuan risiko bisa mencakup peningkatan sistem keamanan dan pelatihan staf untuk mengurangi risiko yang dihadapi dalam transaksi online.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil manajemen risiko dan analisis risiko atas implementasi e-commerce pada ABC Computer. Proses identifikasi, analisis, evaluasi, serta perlakuan risiko untuk implementasi e-commerce mengacu Standar ISO 31000:2018.

Penetapan Konteks

Ruang lingkup serta kriteria perlu ditetapkan agar manajemen risiko dapat lebih fokus dalam menilai dan memitigasi risiko yang muncul dari implementasi e-commerce pada ABC Computer. Ruang lingkup manajemen risiko ada pada proses bisnis penjualan barang secara *online* yang dilayani melalui berbagai macam *platform marketplace*. Ada dua kriteria yang perlu ditetapkan terlebih dulu dalam proses manajemen risiko. Kriteria Risiko adalah serangkaian parameter yang ditetapkan untuk mengevaluasi tingkat risiko yang dihadapi oleh organisasi. Kriteria ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan apakah suatu risiko dapat diterima, memerlukan tindakan, atau harus dihindari. Dalam konteks **ISO 31000**, kriteria risiko harus disesuaikan dengan tujuan, konteks, dan kapasitas organisasi. Dalam penelitian ini proses penilaian risiko harus mengacu pada kriteria risiko yang telah ditetapkan. Kriteria pertama adalah. Adapun gambaran kriteria tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kirteria Dampak

Dampak		**Keterangan**
Nilai	**Krietria**	
1	Rendah	Tidak mengganggu aktivitas perusahaan.
2	Sedang	Aktivitas perusahaan sedikit terhambat namun aktivitas inti perusahaan tidak terganggu.
3	Tinggi	Menyebabkan ganguan pada proses bisnis sehingga sebagian jalannya aktivitas perusahaan terhambat.

Kriteria kedua adalah kemungkinan. Dimana kriteria ini menggambarkan kemungkinan terjadinya suatu risiko dalam periode waktu tertentu seperti jarang terjadi hampir tidak pernah, mungkin terjadi, sangat mungkin terjadi. Adapun gambaran kriteria tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kemungkinan

Kemungkinan		**Keterangan**
Nilai	**Krietria**	
1	Rendah	Risiko tersebut hampir tidak pernah terjadi (0 – 1x kejadian dalam sebulan)
2	Sedang	Risiko tersebut jarang terjadi (2 – 5x kejadian dalam sebulan)

3	Tinggi	Risiko tersebut sering terjadi (> 5x kejadian dalam sebulan)

Penilaian Risiko

Tahap penilaian risiko pada implementasi e-commerce di ABC Computer mencakup tiga kegiatan utama: identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko. Pada tahap pertama, identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan fishbone diagram untuk mengkategorikan faktor penyebab risiko ke dalam lima kategori: Manusia (People), Proses (Process), Lingkungan (Environment), Teknologi (Technology), dan Bahan/Produk (Materials). Faktor-faktor ini dipilih karena mencakup aspek yang paling relevan dan dapat mempengaruhi keberhasilan implementasi e-commerce, baik dari segi operasional, sumber daya manusia, maupun teknologi yang digunakan. Dari proses ini, teridentifikasi 38 risiko yang berpotensi terjadi selama implementasi e-commerce. Fishbone diagram yang digunakan untuk analisis ini akan disertakan pada Tabel 1.

Tahap kedua, analisis risiko, melibatkan penentuan nilai kemungkinan dan dampak dari setiap risiko menggunakan standar ISO 31000. Penilaian dilakukan dengan memberi nilai dari 1 hingga 9 berdasarkan tingkat kemungkinan dan dampak yang terukur pada skala tersebut. Penilaian dilakukan oleh tim yang terdiri dari ahli di berbagai bidang terkait, seperti tim IT, manajer operasional, dan supervisor, yang memiliki pengalaman dan pengetahuan dalam proses implementasi e-commerce. Penilaian ini disusun menggunakan tabel kriteria yang disajikan lengkap pada Tabel 2 untuk menetapkan level risiko. Terakhir, pada tahap evaluasi, risiko yang telah dianalisis dipetakan ke dalam tiga kategori berdasarkan tingkatannya: merah (tinggi), kuning (sedang), dan hijau (rendah), yang menunjukkan frekuensi dan dampak risiko terhadap organisasi. Hasil dari ketiga tahapan ini disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Risiko

Identifikasi		Analisis			Evaluasi
No	**Risiko**	**Nilai Dampak**	**Nilai Kemungkinan**	**Nilai**	**Level**
1	Admin salah *input* barang	3	3	9	**High**
2	Admin salah *input* harga	3	3	9	**High**
3	Admin salah mengatur promosi	3	3	9	**High**
4	Admin Lupa mengubah stok barang habis	3	3	9	**High**
5	Packing barang tidak sesuai orderan barang/ *invoice*	3	3	9	**High**
6	Jumlah barang yang dipacking tidak sesuai dengan *invoice*	3	3	9	**High**
7	Barang yang dipacking tidak sesuai dengan pesanan masuk	3	3	9	**High**
8	Admin lupa mengatur promosi	3	2	6	**Medium**
9	Admin tidak memperhatikan ulasan pelanggan	3	2	6	**Medium**
10	Admin tidak memperhatikan chat customer	3	2	6	**Medium**
11	Resi alamat pengiriman tertukar	3	2	6	**Medium**
12	Stok barang tidak sesuai	3	2	6	**Medium**
13	Paket yang sudah siap dipacking tidak ikut terkirim	3	2	6	**Medium**
14	SOP tidak dijalankan sesuai prosedur	2	2	4	**Medium**
15	Karyawan tidak masuk	2	2	4	**Medium**
16	Supplier tutup	2	2	4	**Medium**
17	Supplier kehabisan stok	2	2	4	**Medium**
18	Proses packing barang tidak sesuai SOP perusahaan	2	2	4	**Medium**
19	Proses pengecekan barang sebelum dikirim cukup lama	3	2	6	**Medium**

20	Proses *upload* barang memakan waktu yang cukup lama	2	3	6	**Medium**
21	Proses mengatur promosi memkan waktu yang lama	2	3	6	**Medium**
22	Jaringan Internet Bermasalah (Tidak Stabil)	3	2	6	**Medium**
23	Windows *erorr*	3	2	6	**Medium**
24	Hilang dari suplier	3	2	6	**Medium**
25	Barang tidak sesuai dari suplier	2	2	4	**Medium**
26	Barang yang diambil tidak sesuai invoice	2	2	4	**Medium**
27	Tidak mengecek ulang kembali barang yang akan dikirim	3	1	3	**Low**
28	Lupa mengubungi kurir untuk pick up	3	1	3	**Low**
29	Supplier bangkrut	1	3	3	**Low**
30	Supplier tidak bisa mengirim cepat/tepat waktu	3	1	3	**Low**
31	SOP tidak dijalankan sesuai prosedur	2	1	2	**Low**
32	Listrik padam	3	1	3	**Low**
33	Hardisk rusak	3	1	3	**Low**
34	Kehabisan tinta	2	1	2	**Low**
35	Printer error	2	1	2	**Low**
36	Rusak dari supplier	2	1	2	**Low**
37	Harga barang mengalami Kenaikan	2	1	2	**Low**
38	Barang tidak sampai dari suplier	3	1	3	**Low**

Hasil dari proses penilaian risiko, selanjutnya adalah menyusun solusi penanganan terhadap risiko tersebut. Tujuannya, agar dampak risiko dari implementasi e-commerce pada ABC Computer yang merugikan perusahaan tersebut dapat diiminimalisir. Penyusunan Solusi ini dilakukan pada tahap perlakukan risiko. Berdasarkan penilaian risiko terhadap implementasi e-commerce di ABC Computer, dari 38 risiko yang diidentifikasi, 18.42% (7 risiko) termasuk dalam kategori risiko tinggi, 50% (19 risiko) risiko sedang, dan 31.58% (12 risiko) risiko rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa lebih dari 70% risiko masih memerlukan mitigasi lebih lanjut, terutama yang berada pada kategori sedang dan tinggi. Risiko tinggi memerlukan penanganan segera karena dampaknya yang signifikan, sementara risiko sedang perlu pengelolaan yang cermat agar tidak berkembang menjadi lebih besar. Risiko rendah masih dapat diterima, namun tetap perlu pemantauan. Oleh karena itu, penanganan prioritas harus difokuskan pada mitigasi risiko tinggi dan pengelolaan risiko sedang untuk memastikan implementasi e-commerce berjalan lancar dan mengurangi potensi dampak negatif.

Perlakuan Risiko

Setelah penilaian risiko selesai, maka selanjutnya menyusun perlakuan terhadap risiko. Pada tahap ini, semua kemungkinan risiko yang muncul pada tahap penilaian akan diberikan saran untuk tindakan penanganannya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4 Pada tabel 4 menyajikan perlakuan terhadap risiko yang mungkin terjadi pada implementasi e-commerce. Perlakuan risiko diusulkan untuk meminimalisir dan mencegah terjadinya kerugian perusahaan akibat risiko yang ada.

Tabel 4. Usulan Perlakuan Risiko

No	Risiko	Perlakuan Risiko
1	Admin salah *input* barang	Sistem validasi otomatis dan pelatihan admin.
2	Admin salah *input* harga	Implementasi validasi harga minimum/maksimum dalam sistem.
3	Admin salah mengatur promosi	SOP pengaturan promosi dengan approval dari supervisor.

4	Admin Lupa mengubah stok barang habis	Sistem pengingat otomatis ketika stok mencapai batas tertentu.
5	Packing barang tidak sesuai orderan barang/ *invoice*	Pengecekan ulang menggunakan barcode scanner.
6	Jumlah barang yang dipacking tidak sesuai dengan *invoice*	Checklist untuk verifikasi jumlah barang sebelum pengepakan.
7	Barang yang dipacking tidak sesuai dengan pesanan masuk	Sistem pemindaian barcode untuk memastikan kesesuaian pesanan.
8	Admin lupa mengatur promosi	Jadwal otomatis untuk mempublikasikan promosi.
9	Admin tidak memperhatikan ulasan pelanggan	Tugas khusus untuk tim customer service menangani ulasan pelanggan.
10	Admin tidak memperhatikan chat customer	Penugasan admin khusus untuk menangani chat pelanggan.
11	Resi alamat pengiriman tertukar	Verifikasi otomatis resi dengan pesanan melalui sistem.
12	Stok barang tidak sesuai	Audit stok secara berkala dan integrasi sistem inventarisasi real-time.
13	Paket yang sudah siap dipacking tidak ikut terkirim	Checklist harian sebelum pengiriman untuk memastikan semua paket terkirim.
14	SOP tidak dijalankan sesuai prosedur	Pelatihan ulang dan pengawasan implementasi SOP.
15	Karyawan tidak masuk	Sistem jadwal kerja cadangan dan rekrutmen karyawan pengganti.
16	Supplier tutup	Diversifikasi supplier untuk mengurangi risiko ketergantungan.
17	Supplier kehabisan stok	Perencanaan pengadaan stok dalam jumlah minimum tertentu.
18	Proses packing barang tidak sesuai SOP perusahaan	Pelatihan rutin dan pengawasan bagian packing.
19	Proses pengecekan barang sebelum dikirim cukup lama	Optimasi proses pengecekan menggunakan barcode scanner atau teknologi otomatis.
20	Proses *upload* barang memakan waktu yang cukup lama	Investasi pada infrastruktur IT yang lebih baik untuk mempercepat proses.
21	Proses mengatur promosi memkan waktu yang lama	Otomatisasi pengaturan promosi melalui platform khusus.
22	Jaringan Internet Bermasalah (Tidak Stabil)	Kontrak SLA dengan penyedia internet dan penyediaan koneksi cadangan.
23	Windows *erorr*	Dukungan IT 24/7 untuk perbaikan cepat.
24	Hilang dari suplier	Asuransi untuk barang yang dipesan dari supplier.
25	Barang tidak sesuai dari suplier	Perjanjian kualitas barang (quality assurance agreement) dengan supplier.
26	Barang yang diambil tidak sesuai invoice	Verifikasi dokumen pengambilan barang dengan barcode scanner.

Dalam penelitian ini, penilaian risiko yang telah dilakukan pada perusahaan menunjukkan bahwa sebagian besar risiko yang teridentifikasi memiliki dampak dan kemungkinan yang cukup signifikan, terutama pada kategori risiko *High* dan *Medium*. Risiko-risiko ini perlu ditangani dengan tindakan yang tepat agar tidak mengganggu operasional dan reputasi perusahaan. Sebagai contoh, risiko dengan nilai *High*, seperti kesalahan input barang oleh admin atau kesalahan dalam packing barang, memerlukan penerapan sistem validasi otomatis dan pelatihan bagi admin untuk meningkatkan ketelitian dalam menjalankan tugas mereka. Sementara itu, risiko dengan nilai Medium seperti masalah dalam pengaturan promosi atau stok barang yang tidak sesuai, dapat dimitigasi dengan penggunaan sistem otomatisasi dan penjadwalan, serta pengawasan yang lebih ketat melalui audit dan checklist. Secara keseluruhan, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu berfokus pada pengelolaan dan mitigasi risiko dengan nilai High, yang dapat menyebabkan dampak besar pada kinerja dan reputasi perusahaan. Tindakan mitigasi yang

diusulkan, seperti penerapan teknologi untuk verifikasi otomatis, pelatihan ulang karyawan, dan integrasi sistem yang lebih efisien, akan membantu perusahaan mengurangi potensi kerugian. Sementara itu, risiko dengan nilai Low dapat diterima, namun tetap perlu dipantau untuk memastikan bahwa risiko tersebut tidak berkembang menjadi masalah yang lebih besar. Dengan implementasi perlakuan risiko yang tepat, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan menjaga kepuasan pelanggan dengan lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan kerangka kerja ISO 31000 pada penerapan e-commerce di ABC Computer, terdapat 38 kemungkinan risiko yang diidentifikasi melalui tahapan identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, dan perlakuan risiko. Risiko-risiko tersebut dikelompokkan ke dalam lima kategori sumber risiko, yaitu Aktivitas/Proses, Lingkungan/Alam/Cuaca, Aset/Infrastruktur, Bahan/Material/Produk, dan Stakeholders/Manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia menjadi sumber risiko terbanyak, sedangkan risiko dengan nilai rendah ditemukan pada kategori lingkungan dan infrastruktur. Risiko dengan nilai sedang terdapat pada kategori material/bahan dan proses. Faktor manusia menjadi kategori dengan nilai risiko tertinggi, yang menunjukkan pentingnya perhatian terhadap aspek ini dalam manajemen risiko penerapan sistem e-commerce. Penelitian ini menekankan pentingnya manajemen risiko yang terstruktur dan penerapan ISO 31000 dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko e-commerce, sehingga dapat membantu ABC Computer meminimalkan dampak negatif dan meningkatkan pengambilan keputusan yang lebih baik. Artinya ISO 31000 merupakan standar manajemen risiko yang terstruktur sehingga dapat membantu perusahaan dalam membuat keputusan yang lebih tepat untuk memitigasi dampak negatif dan meningkatkan keberhasilan operasional e-commerce mereka.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Muhammad, B. Kurniawan, A. P. Mufidah, and L. D. M. B. L. Dai, "Analisa Jalur Kritis Pada Penjadwalan Proyek Pengembangan Sistem Informasi Menggunakan Teknik Critical Path Method (CPM) (Studi Kasus : PT. XYZ)," in *SNTEKPAN: Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, Surabaya Indonesia: LPPM Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2021, pp. 538–547. [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/2279/2002

[2] Y. Apridonal, M. Mardalius, and F. Dristyan, "Optimalisasi E-Commerce Sebagai Strategi Bisnis Digital," *J. Indones. Soc. Soc. JISS*, vol. 1, no. 2, pp. 86–91, Jun. 2023, doi: 10.59435/jiss.v1i2.139.

[3] S. Melina and T. Sudrartono, "E-COMMERCE SEBAGAI STRATEGI PEMASARAN DALAM UPAYA MENINGKATKAN PENJUALAN DI DISTRO SPRK.Apparel BANDUNG," *J. Ilm. Manaj. Ekon. Akunt. MEA*, vol. 7, no. 1, pp. 813–829, Apr. 2023, doi: 10.31955/mea.v7i1.2925.

[4] T. Lisnawati, S. Hussaen, S. Nuridah, N. D. Pramanik, S. Y. Warella, and M. Y. Bahtiar, "Manajemen Risiko dalam Bisnis E-commerce: Mengidentifikasi, Mengukur, dan Mengelola Risiko-risiko yang Terkait," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, no. 2, pp. 8252–8259, Jul. 2023, doi: 10.31004/jptam.v7i2.7534.

[5] D. R. Haryanti and M. Hutomo, "Analisis Manajemen Risiko Operasional berbasis ISO 31000:2018 terhadap Perusahaan Logistik (Studi Kasus JNE Station Center Gedebage Kota Bandung)," *J. Simki Econ.*, vol. 7, no. 2, pp. 631–642, Jul. 2024, doi: 10.29407/jse.v7i2.709.

[6] O. D. Pebriani and D. H. Zulfikar, "Analisis Manajemen Risiko Teknologi Informasi Menggunakan ISO 31000 Pada Website SIMPEG di Kantor Kementerian Agama Kota Palembang," in *SNESTIK II*, Surabaya Indonesia: Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Mar. 2022, pp. 183–190. doi: 10.31284/p.snestik.2022.2716.

[7] V. P. P. Wijaya, "Manajemen Risiko Teknologi Informasi Pada BTSI UKSW Menggunakan ISO 31000:2018," *JATISI J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 1295–1307, Jun. 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i2.2087.

[8] I. P. A. S. Putra and I. K. R. Hendrawan, "Analisis Manajemen Risiko SIMRS pada Rumah Sakit Ganesha Menggunakan ISO 31000," *J. Teknol. Dan Inf.*, vol. 14, no. 1, pp. 88–98, Apr. 2024, doi: 10.34010/jati.v14i1.12329.

[9] H. T. I. Driantami, "Analisis Risiko Teknologi Informasi Menggunakan ISO 31000 (Studi kasus: Sistem Penjualan PT Matahari Department Store Cabang Malang Town Square)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 11, pp. 4991–4998, Jul. 2018.

[10] W. Harefa, "Analisis Manajemen Risiko Dengan Menggunakan Framework ISO 31000:2018 Pada Sistem Informasi Gudang," *JATISI J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 407–420, Mar. 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i1.1478.

[11] W. F. Worotikan and E. Maria, "Penerapan ISO 31000:2018 untuk Manajemen Risiko E-Ticketing Taman Rekreasi XYZ," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. Dan Komput.*, vol. 3, no. 5, pp. 449–456, Apr. 2023, doi: 10.30865/klik.v3i5.666.

[12] A. Zuhriyah and A. Pakarbudi, "Penilaian Risiko Keamanan Informasi Menggunakan Standar NIST SP 800-30 pada PT.XYZ," in *SNESTIK IV*, Surabaya Indonesia: Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Apr. 2024, pp. 377–389. doi: 10.31284/p.snestik.2024.5835.

[13] A. Nugraha, A. Azhar, D. Febrianti, G. A. Affandi, H. Heryadi, and S. S. Maesaroh, "Penerapan Manajemen Risiko dalam Proses Transaksi Online Pada Usaha Mikro di Tasikmalaya," *J. SEKURITAS Saham Ekon. Keuang. Dan Investasi*, vol. 7, no. 1, p. 90, Sep. 2023, doi: 10.32493/skt.v7i1.34318.

[14] A. Pakarbudi, D. T. Piay, D. Nurmadewi, and A. Rachman, "Analisa Efektivitas Metode Octave Allegro dan Fmea Dalam Penilaian Risiko Aset Informasi Pada Institusi Pendidikan Tinggi," *JURIKOM J. Ris. Komput.*, vol. 10, no. 2, p. 488, Apr. 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.5950.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK I - Surabaya, 26 Juni 2021
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7157

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis dan Penerapan Manajemen Risiko Keamanan Sistem Informasi di RSUD XYZ Menggunakan Metode OCTAVE Allegro

Syafiq Al-Ghiffari[1], Elsa Maya Bahri[2], Reisa Permatasari[3], Agung Brastama Putra[4]

[1,2,3,4]Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

e-mail: 22082010246@student.upnjatim.ac.id

ABSTRACT

The use of information technology is very important for hospital operations, but has risks that can disrupt business continuity if not managed properly. This study aims to assess and manage information security risks at XYZ Hospital using Allegro's OCTAVE framework. The main focus of the study was on critical information assets such as patient data and electronic medical records (EMR), with integrity as the primary security requirement. The results showed that reputation and customer trust were the most crucial risk impact areas, with the highest scores in the risk analysis. The identified threats were classified into three risk levels: high, medium and low, with customized mitigation strategies, such as the implementation of two-factor authentication, data encryption and security training for employees. The implementation of these mitigation strategies is expected to increase the effectiveness of risk management, maintain service continuity, and increase public confidence in the hospital's overall operations.

Keywords: *Risk assessment, information security, OCTAVE Allegro, hospital operations, mitigation strategy*

ABSTRAK

Penggunaan teknologi informasi sangat penting bagi operasional rumah sakit, namun memiliki risiko yang dapat mengganggu kelangsungan bisnis jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menilai dan mengelola risiko keamanan informasi di RSUD XYZ dengan menggunakan kerangka kerja OCTAVE Allegro. Fokus utama penelitian adalah pada aset informasi penting seperti data pasien dan rekam medis elektronik (EMR), dengan integritas sebagai kebutuhan keamanan utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reputasi dan kepercayaan pelanggan merupakan area dampak risiko yang paling krusial, dengan skor

tertinggi dalam analisis risiko. Ancaman yang teridentifikasi diklasifikasikan ke dalam tiga tingkat risiko: tinggi, sedang, dan rendah, dengan strategi mitigasi yang disesuaikan, seperti penerapan autentikasi dua faktor, enkripsi data, serta pelatihan keamanan bagi karyawan. Penerapan strategi mitigasi ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan risiko, menjaga keberlangsungan layanan, serta meningkatkan kepercayaan publik terhadap operasional rumah sakit secara keseluruhan.

Kata kunci: Penilaian risiko, keamanan informasi, OCTAVE Allegro, operasional rumah sakit, strategi mitigasi

PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi informasi di rumah sakit memiliki peran penting dalam mendukung proses operasional, pelayanan pasien, serta pengambilan keputusan yang lebih efisien dan akurat [3]. Namun, pesatnya digitalisasi dalam layanan kesehatan juga menimbulkan tantangan serius terkait keamanan informasi, khususnya terhadap data pasien yang bersifat sensitif. Tanpa adanya manajemen risiko yang tepat, insiden seperti kebocoran data, akses tidak sah, dan gangguan sistem dapat terjadi dan mengganggu keberlangsungan layanan rumah sakit [4][5].

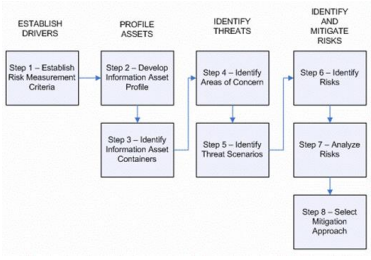
Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas pendekatan manajemen risiko informasi di sektor kesehatan. Misalnya, penelitian oleh Smith et al menunjukkan bahwa rumah sakit yang tidak memiliki strategi keamanan informasi yang terstruktur berpotensi mengalami serangan siber yang signifikan[1]. Studi oleh Prasetyo dan Nugroho juga menekankan pentingnya integrasi sistem keamanan informasi berbasis kerangka kerja dalam institusi pelayanan publik, termasuk rumah sakit[2].

Dalam konteks manajemen risiko informasi, kerangka kerja OCTAVE Allegro (Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation) telah digunakan sebagai salah satu pendekatan sistematis yang berorientasi pada aset dan konteks organisasi. Beberapa studi menyebutkan bahwa OCTAVE Allegro efektif dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko terhadap aset informasi, terutama pada institusi dengan kompleksitas tinggi seperti rumah sakit[6][7]. Namun, pemanfaatannya di lingkungan rumah sakit di Indonesia masih sangat terbatas, sehingga diperlukan studi kasus aktual untuk mengkaji implementasi dan efektivitasnya secara langsung.

RSUD XYZ saat ini telah menggunakan sistem informasi terkomputerisasi dalam mengelola data pasien dan operasional lainnya. Namun, belum terdapat upaya formal dalam menilai dan mengelola risiko keamanan informasi yang muncul. Dengan mengacu pada kekosongan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode OCTAVE Allegro dalam menilai dan mengelola risiko keamanan informasi di RSUD XYZ. Fokus utamanya adalah pada aset kritis seperti data pasien dan rekam medis elektronik (RME), dengan harapan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan keamanan dan keberlanjutan operasional rumah sakit.

METODE

Pada kegiatan ini, kami akan menggunakan metode OCTAVE Allegro untuk meninjau keamanan data di Rumah Sakit XYZ. Setiap langkah akan dibahas lebih lanjut dalam subbab berikutnya.



Gambar 1. Langkah - langkah OCTAVE Allegro

A. Langkah 1 – Membangun Kriteria Pengukuran Risiko

Langkah awal ini bertujuan untuk menentukan bagaimana risiko akan diukur dan dievaluasi. Pada RSUD XYZ, tim IT dan manajemen rumah sakit bersama-sama menyusun Risk Measurement Criteria Worksheets yang mencerminkan tujuan strategis organisasi, seperti keberlanjutan pelayanan pasien, kepatuhan terhadap regulasi kesehatan, dan perlindungan privasi pasien. Kriteria yang ditetapkan meliputi area dampak seperti: finansial, hukum, reputasi, operasional, dan keselamatan pasien. Sebagai contoh, risiko yang menyebabkan keterlambatan layanan IGD lebih dari 30 menit dikategorikan berdampak tinggi pada keselamatan pasien.

B. Langkah 2 – Mengembangkan Profil Aset Informasi

Dalam tahap ini, tim mengidentifikasi aset informasi kritis, yaitu; Sistem Informasi Rumah Sakit (SIRS), Database Rekam Medis Elektronik (RME), Server Data Pasien, dan Akses User ke Sistem RME. Setiap aset dianalisis berdasarkan kebutuhan *confidentiality, integrity*, dan *availability* (CIA). Contoh: RME memerlukan tingkat *confidentiality* sangat tinggi, karena berisi informasi medis sensitif yang tidak boleh bocor.

C. Langkah 3 – Mengidentifikasi *container* dari Aset Informasi

Aset informasi tersebut kemudian ditelusuri container-nya, yaitu media atau sistem tempat data berada. Misalnya; RME berada di server lokal yang terhubung dengan jaringan internal, Data juga diakses melalui aplikasi berbasis web. Tim mencatat kerentanan seperti tidak adanya *firewall* yang diperbarui, backup manual, dan akses tidak terenkripsi sebagai potensi risiko terhadap container tersebut.

D. Langkah 4 – Mengidentifikasi Area Masalah

Tim menyusun *Risk Environment Map* berdasarkan hasil wawancara dengan bagian IT dan staf medis. Salah satu *area of concern* yang muncul adalah akses login staf medis yang sering dibagikan antar shift, yang berpotensi menyebabkan penggunaan tidak sah atau penyalahgunaan data.

E. Langkah 5 – Mengidentifikasi Skenario Ancaman

Tim mengembangkan Threat Scenario Worksheets, contohnya; Staf non-medis mengakses data pasien melalui akun login yang dibagikan tanpa izin, Data RME tidak dapat diakses karena server down saat pasien kritis tiba di IGD. Skenario ancaman disusun berdasarkan temuan dan potensi nyata yang sudah pernah terjadi atau dikhawatirkan oleh pihak RSUD..

F. Langkah 6 – Mengidentifikasi Risiko

Setiap skenario ancaman dievaluasi lebih lanjut untuk melihat dampaknya terhadap operasional rumah sakit. Misalnya, jika akses ilegal ke data pasien terjadi, maka konsekuensinya mencakup; Pelanggaran hukum (UU Perlindungan Data Pribadi), Rusaknya kepercayaan pasien, dan Potensi sanksi dari instansi pengawas kesehatan.

G. Langkah 7 – Menganalisis Risiko

Tim menghitung tingkat risiko berdasarkan skor gabungan dari kemungkinan terjadinya dan tingkat dampaknya, mengacu pada *Risk Measurement Criteria*. Contoh analisis; risiko "akses ilegal oleh staf non-medis" memiliki kemungkinan tinggi dan dampak tinggi, sehingga masuk dalam prioritas utama mitigasi.

H. Langkah 8 – Memilih Pendekatan Pengurangan

Berdasarkan hasil analisis, pendekatan mitigasi ditentukan bersama manajemen RSUD XYZ. Contoh langkah mitigasi; Penerapan autentikasi dua faktor untuk akses login sistem RME, Pendidikan berkala tentang keamanan data untuk seluruh staf, dan Audit rutin terhadap log akses pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini menyajikan temuan penting dari penelitian yang dilakukan pada Rumah Sakit XYZ. Hasil dari studi kasus tersebut dan penjelasan pendekatan OCTAVE Allegro digunakan untuk menilai risiko di rumah sakit. Berikut ini adalah penjelasan tentang hasil dari teknik ini pada setiap tahap.

A. Hasil Langkah 1: Membangun Kriteria Pengukuran Risiko

Tujuan dari langkah ini adalah untuk menciptakan standar pengukuran risiko yang sesuai untuk RSUD XYZ dengan menentukan area dampak dan menetapkan skala prioritas untuk area tersebut. Prosedur ini memastikan bahwa setiap dampak yang mungkin terhadap aset informasi RSUD XYZ dianalisis secara menyeluruh berdasarkan relevansinya dengan tujuan perusahaan.

Tabel 1. Impact Area

Aktivitas	Deskripsi
Penentuan *Impact Area*	Mengidentifikasi *5 impact area* dianggap signifikan dan relevan terhadap RSUD XYZ, meliputi reputasi dan kepercayaan pelanggan, keuangan, produktivitas, keamanan dan kesehatan, serta denda dan hukuman.
Penentuan Skala Prioritas	Memberi peringkat *impact area* berdasarkan seberapa besar dampaknya terhadap organisasi karena menjaga kepercayaan masyarakat, reputasi dan kepercayaan pelanggan sangat penting. Finansial, denda dan hukuman, produktivitas, serta keamanan dan kesehatan adalah prioritas berikutnya.

B. Hasil Langkah 2: Mengembangkan Information Asset Profile

Langkah ini menekankan kebutuhan keamanan: kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan dengan integritas sebagai prioritas utama. Aset informasi kritis diidentifikasi berdasarkan aktivitas penting organisasi, seperti data pasien dan rekam medis elektronik (RME), kemudian dicatat dalam lembar kerja informasi aset kritis.

1. Data Pasien : Informasi identitas pasien yang mencakup nama, alamat, nomor telepon, dan riwayat medis.
2. Rekam Medis Elektronik (RME) : Catatan lengkap riwayat medis pasien, termasuk diagnosis, hasil laboratorium, dan pengobatan.

C. Hasil Langkah 3: Identifikasi *Information Asset Containers*

Dengan menggunakan *worksheet Information Asset Risk Environment Map*, contoh RSUD XYZ, dapat mengidentifikasi *information asset container* terbagi menjadi: *technical*, *physical* dan *people*. Setiap kategori memiliki sisi eksternal dan internal. Pada RSUD XYZ Rekam Medis Elektronik untuk mengelola rekam medis pasien yang dikelola oleh Administrasi dan IT, serta Portal Pasien yang memungkinkan pasien mengakses riwayat pemeriksaan dan jadwal janji temu.

D. Hasil Langkah 4: *Identifikasi Areas of Concern*

Dalam studi kasus RSUD XYZ, proses identifikasi *areas of concern* diawali dengan melakukan evaluasi terhadap setiap komponen *container* yang digunakan. Setiap *area of concern* yang ditemukan dicatat secara mendetail, lalu dikembangkan menjadi *threat scenarios* yang relevan.

Tabel 2. *Area of Concern*

No.	Area of Concern	Deskripsi
1.	Akses Tidak Sah ke Data Pasien	Ketika data pasien diakses oleh pihak yang tidak berwenang, ada risiko pelanggaran privasi dan kebocoran data sensitif.

2.	Kegagalan Sistem Rekam Medis	Potensi sistem rekam medis tidak dapat diakses karena masalah perangkat keras, perangkat lunak, atau serangan siber.

E. Hasil Langkah 5: Identifikasi *Threat Scenarios*

Pada langkah ini diperluas menjadi *threat scenario* yang memberikan informasi lebih lanjut. *Property* dari *threat* antara lain mencakup *actor, means, motives, outcome,* dan *security requirement* (hasil analisis disajikan pada tabel 3 yang merupakan salah satu contoh *threat scenarios*).

Tabel 3. *Properties Of Threat*

Area of Concern	***Threat of Properties***		***Medium (2)***	***High (3)***
Akses Tidak Sah ke Data Pasien	***1. Actors**:*	*Insiders (karyawan RS) dan pihak eksternal*	*10*	*15*
	***2. Means**:*	*Penggunaan kredensial curian atau eksploitasi celah sistem*	*8*	*12*
	***3. Motives**:*	*Mencuri data untuk dijual atau disalahgunakan*	*6*	*9*
	***4. Outcome**:*	*Kebocoran data pasien, pelanggaran privasi*	*2*	*3*
	***5. Security Requirements**:*	*Implementasi autentikasi dua faktor, kontrol akses berbasis peran (RBAC), dan monitoring log aktivitas pengguna*	*4*	*6*

F. Hasil Langkah 6: Identifikasi Risiko

Langkah ini bertujuan untuk menilai dampak dari *threat scenario* yang dicatat pada RSUD XYZ, dimulai dengan pengkajian *risk measurement criteria* untuk mendefinisikan dampak *high, medium, dan low*. Selanjutnya, dihitung *relative risk score* untuk menganalisis risiko dan menentukan strategi mitigasi yang tepat. Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan *relative score*.

Tabel 4. Perhitungan Score *Impact Area*

Impact areas	***Priority***	***Low (1)***	***Medium (2)***	***High (3)***
Reputasi dan kepercayaan pelanggan	*5*	*5*	*10*	*15*
Finansial	*4*	*4*	*8*	*12*
Produktivitas	*3*	*3*	*6*	*9*
Keamanan dan Kesehatan	*1*	*1*	*2*	*3*
Denda dan Penalti	*2*	*2*	*4*	*6*

G. Hasil Langkah 7: Analisis Risiko

Dari analisis dan pengamatan yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa *impact area* dengan rata-rata skor tertinggi adalah reputasi dan kepercayaan pelanggan dengan nilai penilaian sebesar 10 *(medium)* dan perbandingan *relative risk score* sebesar 29.

H. Hasil Langkah 8: Pemilihan *Mitigation Approach*

Analisis risiko di RSUD XYZ menjadi dasar penyusunan strategi mitigasi disesuaikan dengan kondisi rumah sakit. Tabel 5 pengelompokan langkah mitigasi, sedangkan tabel 6 langkah mitigasi yang disesuaikan.

Tabel 5. *Relative Risk Matrix*

Risk Score	**30 TO 45**	**16 TO 29**	**0 TO 15**
Mitigation Pool	POOL 1	POOL 2	POOL 3

Tabel 6. *Mitigation Approach*

Pool	**Mitigation Approach**
Pool 1	Mitigate
Pool 2	Mitigate or Defer
Pool 3	Accept

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan memahami manajemen risiko aset informasi di RSUD XYZ menggunakan OCTAVE Allegro. Hasilnya menunjukkan bahwa reputasi dan kepercayaan pelanggan adalah area risiko paling penting, sementara data pasien dan rekam medis elektronik (RME) menjadi aset utama yang membutuhkan integritas untuk mendukung operasi yang andal. Tiga kategori strategi mitigasi risiko dibedakan berdasarkan tingkat risiko: mitigasi terencana untuk risiko menengah, mitigasi langsung untuk risiko tinggi, dan pemantauan berkala untuk risiko rendah. Otentikasi dua faktor, enkripsi data, dan pelatihan keamanan karyawan merupakan strategi mitigasi yang disarankan. Melalui kebijakan mitigasi risiko berbasis analisis yang menyeluruh, penelitian ini membantu Rumah Sakit XYZ dalam mengelola risiko aset informasinya, meningkatkan keamanan dan efektivitas operasional.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Smith et al., "*Cybersecurity strategies in healthcare: A structured approach," Journal of Cybersecurity in Healthcare,* vol. 8, no. 4, pp. 22–35, 2020.

[2] A. Prasetyo and B. Nugroho, "Pentingnya integrasi sistem keamanan informasi berbasis kerangka kerja dalam institusi pelayanan publik," Jurnal Teknologi Informasi Kesehatan, vol. 10, no. 2, pp. 112–125, 2021.

[3] *Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS), "The Role of Health Information Technology in Improving Patient Care,"* 2020. [Online]. *Available*: https://www.himss.org. [*Accessed: Oct. 2023*].

[4] ISO/IEC 27005, *"Information technology — Security techniques — Information security risk management," International Organization for Standardization*, 2018.

[5] *National Institute of Standards and Technology (NIST), "Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity,"* 2018. [Online]. Available: https://www.nist.gov/cyberframework. [Accessed: Oct. 2023].

[6] *L. Zhang et al., "Evaluating the effectiveness of OCTAVE Allegro in high-complexity institutions," International Journal of Information Security, vol. 12, no. 1, pp. 78–92, 2019.*

[7] D. Kurniawan et al., "*Implementing OCTAVE Allegro in Indonesian hospitals: A case study," Journal of Health Information Management*, vol. 15, no. 3, pp. 45–60, 2022.

SNESTIK
Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika
https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan
https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7335

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Metode Simple Multi Attribute Rating Technique untuk Penyeleksian Calon Tenaga Kerja

Sulistyowati, Raafi Prihananda, Andy Rachman, Resa Uttungga

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: sulis_tyowati@itats.ac.id

ABSTRACT

The selection of prospective workers plays a crucial role in ensuring that individuals chosen possess qualifications that match job requirements. A selection process that is poorly structured and relies on subjective assessments often leads to suboptimal decisions. This study aims to apply the Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) method in the workforce selection process. The SMART method was chosen for its ability to evaluate multiple criteria objectively and systematically. In this study, several key factors in workforce selection, such as age, education, work experience, and skill certifications, are analyzed by assigning weights based on their level of importance. By using the SMART method, it is expected that the selection process will be more transparent and efficient, resulting in more accurate decisions when choosing candidates who meet the desired criteria. This research is expected to contribute to the development of a more effective selection system and enhance the quality of human resources. The system was tested using 80 data scenarios with 135 candidate profiles, and the test results showed that the system achieved an accuracy rate of 88.75%. The achieved accuracy indicates that the application of the SMART method can generally support the workforce selection process in a more objective, efficient, and effective manner.

Keywords: *Workforce selection, Simple Multi-Attribute Rating Technique, SMART*

ABSTRAK

Penyeleksian calon tenaga kerja memegang peranan penting dalam memastikan bahwa individu yang dipilih memiliki kualifikasi yang sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Proses seleksi yang kurang terstruktur dan bergantung pada penilaian subjektif seringkali menghasilkan keputusan yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) dalam proses seleksi calon tenaga kerja. Metode SMART dipilih karena kemampuannya untuk menilai beberapa kriteria secara objektif dan terstruktur. Dalam

penelitian ini, beberapa faktor penting dalam seleksi tenaga kerja, seperti usia, pendidikan, pengalaman lama bekerja, dan sertifikasi keahlian, dianalisis dengan memberikan bobot yang sesuai dengan tingkat kepentingannya. Dengan menggunakan metode SMART, diharapkan proses seleksi dapat dilakukan dengan lebih transparan dan efisien, serta menghasilkan keputusan yang lebih tepat dalam memilih calon tenaga kerja yang memenuhi kriteria yang diinginkan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem seleksi yang lebih efektif dan meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Pengujian sistem dilakukan menggunakan 80 skenario data dengan 135 profil calon tenaga kerja, dan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 88,75%. Tingkat akurasi yang dicapai menunjukkan bahwa penerapan metode SMART secara umum dapat mendukung proses penyeleksian calon tenaga kerja dengan lebih objektif efisien dan efektif.

Kata kunci: Penyeleksian calon tenaga kerja, *Simple Multi Attribute Rating Technique,* SMART

PENDAHULUAN

Tenaga Kerja Indonesia (TKI) memegang peran penting dalam memenuhi kebutuhan sumber daya manusia di luar negeri, terutama di sektor-sektor yang kekurangan tenaga kerja lokal, seperti proyek-proyek infrastruktur. Namun, tantangan utama dalam memenuhi kebutuhan tersebut adalah proses penyeleksian calon tenaga kerja. Keberhasilan proses seleksi calon tenaga kerja secara langsung mempengaruhi kualitas sumber daya manusia yang akan bergabung dengan organisasi. Proses seleksi yang baik dapat membantu perusahaan mendapatkan tenaga kerja yang memiliki keterampilan, pengetahuan, dan sikap yang sesuai dengan kebutuhan organisasi [1].

Perusahaan Jasa Tenaga Kerja Indonesia (PJTKI) adalah badan usaha berbentuk Perseroan Terbatas yang menyediakan layanan penempatan TKI ke luar negeri. Seperti halnya PT. Lifani Jaya Makmur, perusahaan ini memiliki peran penting dalam menawarkan jasa rekrutmen dan penempatan tenaga kerja untuk berbagai perusahaan atau organisasi, baik di dalam negeri maupun luar negeri. Perusahaan ini membantu dalam mencari calon tenaga kerja yang sesuai, melakukan seleksi, serta menangani berbagai perizinan dan persyaratan yang diperlukan. Namun, dalam pelaksanaannya, PT. Lifani Jaya Makmur menghadapi sejumlah tantangan yaitu proses seleksi tenaga kerja yang masih dilakukan secara manual, yang dapat mempengaruhi objektivitas dan efisiensi kinerja perusahaan.

Sehingga perlu adanya sistem yang dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam seleksi calon tenaga kerja agar lebih objektif dan efisien dengan menggunakan metode SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*). SMART adalah metode yang memungkinkan perusahaan untuk menilai dan memilih calon tenaga kerja dengan lebih efektif, dengan mempertimbangkan berbagai kriteria yang relevan dan memberikan bobot pada masing-masing kriteria. Keunggulan metode SMART terletak pada fleksibilitas dan efektivitasnya dalam pengambilan keputusan yang komprehensif, melibatkan pertimbangan kualitatif dan kuantitatif [2]. Pemilihan metode SMART didasarkan pada kesederhanaannya dalam memenuhi kebutuhan pengambil keputusan, serta kemampuan analisis yang transparan. Hal ini memungkinkan pemahaman yang mendalam terhadap masalah yang ada dan memudahkan pengambil keputusan dalam menerima hasil analisis [3]. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah usia, pendidikan, pengalaman lama bekerja, dan sertifikasi keahlian.

TINJAUAN PUSTAKA

Seleksi

Seleksi adalah proses yang dilakukan oleh perusahaan untuk memilih calon tenaga kerja yang kompeten dan paling sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan guna mengisi posisi yang tersedia [4]. Seleksi merupakan langkah evaluasi untuk memilih kandidat terbaik yang sesuai dengan kebutuhan organisasi dan memastikan bahwa organisasi dapat memperoleh tenaga kerja yang berkualitas dan selaras dengan tujuan strategisnya.

Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem berbasis komputer yang membantu pengambil keputusan dengan memanfaatkan data, model, dan teknologi informasi untuk menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur atau semi-terstruktur. DSS dirancang untuk mendukung berbagai langkah dalam proses pengambilan keputusan, mulai dari pemahaman masalah hingga evaluasi hasil yang dicapai [5].

Karakteristik dari SPK antara lain: interaktif, fleksibel, mendukung pengambilan keputusan semi-terstruktur dan tidak terstruktur, integrasi data dan model, menyediakan analisis yang mendalam, meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengambilan Keputusan, dan menyediakan dukungan keputusan yang cepat dan tepat [5].

Metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART)

Metode SMART merupakan salah satu metode dalam sistem pendukung keputusan yang memanfaatkan berbagai atribut, memiliki tingkat efektivitas yang tinggi, serta menunjukkan fleksibilitas dalam penerapannya [6]. Metode ini dirancang untuk menangani masalah multi-kriteria dengan mempertimbangkan nilai setiap alternatif berdasarkan kriteria tertentu yang telah diberikan bobot.

Metode SMART dipilih karena responsivitasnya terhadap kebutuhan pengambil keputusan dan analisisnya yang sederhana serta transparan, sehingga mudah dipahami dan diterima. Bobot kriteria dinilai menggunakan skala 1-100, proses pemberian bobot dan evaluasi dilakukan oleh pihak perusahaan atau individu yang memiliki kewenangan dalam mengambil keputusan terkait objek yang diteliti [7].

Tahapan Metode SMART

Metode SMART terdiri dari beberapa tahapan yang perlu dilalui untuk memastikan proses pengambilan keputusan berjalan dengan baik. Setiap tahapan tersebut dirancang untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kriteria serta alternatif secara sistematis dan objektif. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut [8]:

1. Menentukan alternatif dan kriteria yang akan digunakan dalam penyelesaian permasalahan dalam pengambilan keputusan.
2. Menetapkan bobot untuk setiap kriteria dengan menggunakan skala 1 hingga 100, dengan mempertimbangkan prioritas yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi.
3. Melakukan normalisasi bobot kriteria dari setiap kriteria, dengan cara menghitung skor pada bobot kriteria dan membaginya dengan total bobot kriteria sesuai dengan persamaan:

   Normalisasi $w_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^{n} w_m}$ …… (1)

   Keterangan:

   normalisasi w_j = normalisasi bobot kriteria ke-j
   w_j = nilai bobot kriteria ke-j
   j = jumlah kriteria
   w_m = bobot kriteria ke-m
4. Menentukan skor kriteria untuk setiap alternatif. Skor kriteria ini dapat berisi data kualitatif atau kuantitatif (angka). Jika data masih dalam bentuk kualitatif, maka data tersebut akan dikonversi menjadi data berupa angka/kuantitatif dengan membuat nilai parameter pada kriteria.
5. Menghitung nilai utility dengan mengkonversi nilai kriteria masing-masing kriteria menjadi nilai kriteria standar/baku.

   Untuk kriteria yang bersifat keuntungan (benefit) atau "lebih besar lebih baik", dihitung dengan persamaan:

   $$u_i(a_i) = \frac{C_{out} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}}$$ ……..(2)

   Sedangkan untuk kriteria yang bersifat biaya (cost) atau "lebih kecil lebih baik", dihitung dengan persamaan:

   $$u_i(a_i) = \frac{C_{max} - C_{out}}{C_{max} - C_{min}}$$ ……..……(3)

   Keterangan:

   $u_i(a_i)$ = nilai utility kriteria ke-i untuk alternatif ke-i
   C_{max} = nilai kriteria maksimal

C_{min} = nilai kriteria minimal

C_{out} = nilai kriteria ke-i

6. Menghitung nilai akhir dengan menjumlahkan total hasil perkalian dari nilai yang diperoleh dari normalisasi skor kriteria data standar dengan skor normalisasi bobot kriteria sesuai dengan persamaan:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^{m} w_j * u_i(a_i) \quad \text{.....(4)}$$

Keterangan :

$u(a_i)$ = nilai total alternatif

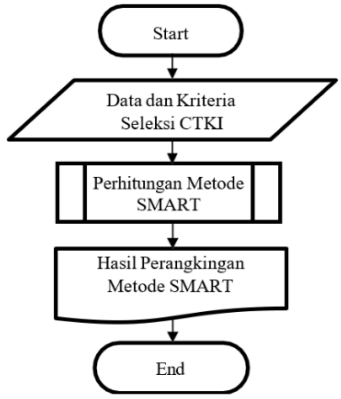
w_j = hasil dari normalisasi bobot kriteria

$u_i(a_i)$ = hasil penentuan nilai utility

7. Tahapan terakhir adalah proses perangkingan dengan pengurutan nilai akhir dari yang terbesar hingga yang terkecil. Alternatif terbaik adalah alternatif yang mendapatkan nilai tertinggi.

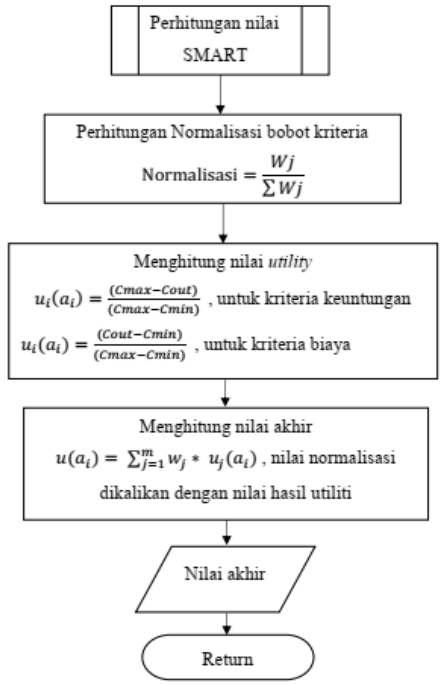
METODE

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan pada PT. Lifani Jaya Makmur , dengan data kriteria sebanyak 4 kriteria dan data alternatif sebanyak 135 alternatif. Alur sistem penyeleksian calon tenaga kerja dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur sistem penyeleksian calon tenaga kerja

Sedangkan untuk alur sub proses perhitungan metode SMART dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur sub proses perhitungan metode SMART

Tahapan Metode SMART

Metode SMART terdiri dari beberapa tahapan yang perlu dilalui untuk memastikan proses pengambilan keputusan berjalan dengan baik. Setiap tahapan tersebut dirancang untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kriteria serta alternatif secara sistematis dan objektif. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut [8] :

a. Menentukan data kriteria dan data alternatif

Data kriteria yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan dalam pengambilan keputusan pada penelitian ini terdiri dari 4 kriteria, yaitu :

1. Kriteria usia, adalah rentang usia yang dianggap produktif untuk mendukung kelancaran operasional bisnis di perusahaan. Dalam Undang – Undang tentang Penempatan Dan Perlindungan Tenaga Kerja Indonesia di Luar Negeri pasal 35 bagian (a) menjelaskan memiliki usia minimal 18 tahun, kecuali untuk calon Tenaga Kerja Indonesia (TKI) yang akan ditempatkan oleh pengguna perseorangan, yang diwajibkan memiliki usia minimal 21 tahun. Sub kriteria dari kriteria usia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria usia

No	Keterangan	Nilai
1	30 – 40 tahun	5 (Sangat layak)
2	25 – 30 tahun	4 (Layak)
3	18 – 25 tahun	3 (Cukup layak)
4	40 – 60 tahun	2 (Tidak layak)

2. Kriteria pendidikan, adalah pendidikan terakhir dalam masa studi pendidikan formal baik lulusan D3, S1 atau S2. Sub kriteria dari kriteria pendidikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteri pendidikan

No	Keterangan	Nilai
1	Strata 1 (S1) keatas	5 (Sangat layak)

2	Diploma	4 (Layak)
3	SMA/K	3 (Cukup layak)

3. Kriteria pengalaman lama bekerja, calon tenaga kerja Indonesia yang memiliki pengalaman lama bekerja dalam bidang yang relevan akan cenderung lebih mudah beradaptasi dengan pekerjaannya. Sub kriteria dari kriteria pengalaman lama kerja dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria pengalaman lama bekerja

No	Keterangan	Nilai
1	Pengalaman kerja lebih dari 5 tahun	5 (Sangat layak)
2	Pengalaman kerja ledih dari 3 - 5 tahun	4 (Layak)
3	Pengalaman kerja1-3 tahun	3 (Cukup layak)
4	Pengalaman kerja kurang dari 1 tahun	2 (Tidak layak)

4. Kriteria sertifikasi keahlian, sertifikasi ini menjadi bukti formal bahwa seorang individu telah menyelesaikan pelatihan atau pendidikan tertentu dan memiliki keahlian spesifik yang diakui oleh lembaga berwenang. Sertifikasi keahlian dapat mencakup berbagai bidang, seperti teknologi informasi, keahlian teknis, manajemen, atau keterampilan lainnya yang relevan dengan posisi pekerjaan. Sub kriteria dari kriteria sertifikasi keahlian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria sertifikasi keahlian

No	Keterangan	Nilai
1	Memiliki sertifikasi tingkat internasional yang diakui secara global di bidang terkait	5 (Sangat layak)
2	Memiliki sertifikasi tingkat nasional yang diakui oleh lembaga resmi atau industri terkait	4 (Layak)
3	Memiliki sertifikasi tingkat daerah/provinsi atau sertifikat pelatihan umum	3 (Cukup layak)
4	Memiliki sertifikasi non-formal atau pelatihan internal tanpa pengakuan resmi	2 (Tidak layak)
5	Tidak memiliki sertifikasi atau pelatihan di bidang terkait	1 (Sangat tidak layak)

Berikut adalah contoh data alternatif calon tenaga kerja yang akan diseleksi untuk direkrut dan ditempatkan di berbagai perusahaan yang membutuhkan, seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Data alternatif

Alternatif	Kriteria			
	Usia	Pendidikan	Pengalaman lama kerja	Sertifikat keahlian
Amran	29	Diploma	3 tahun	Sertifikat tingkat daerah
Solih	50	Diploma	4,5 tahun	Sertifikat tingkat nasional
Reno	23	Diploma	2 tahun	Sertifikat non formal
Dery	21	SMA	3 tahun	Sertifikat tingkat daerah
Wawa	30	Strata 1	2,5 tahun	Sertifikat tingkat daerah
Anca	25	Strata 1	7 tahun	Sertifikat non formal
Bayu	21	SMK	5 tahun	Sertifikat tingkat nasional

b. Menetapkan bobot setiap kriteria

Menetapkan bobot untuk setiap kriteria dengan menggunakan skala 1 hingga 100, dengan mempertimbangkan prioritas yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi. Penentuan bobot untuk setiap kriteria dilakukan dengan menggunakan skala persentase. Nilai bobot dari setiap kriteria diinput

oleh HRD sebagai admin untuk menghasilkan *output* calon tenaga kerja yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan, seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai bobot kriteria

Kriteria	Bobot
Usia	15%
Pendidikan	20%
Pengalaman lama kerja	30%
Sertifikasi keahlian	35%
Jumlah total	**100%**

c. Normalisasi bobot kriteria dari setiap kriteria

Normalisasi bobot kriteria dari setiap kriteria dilakukan dengan cara menghitung skor pada bobot kriteria dan membaginya dengan total bobot kriteria sesuai dengan persamaan :

$$\text{Normalisasi } w_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^{n} w_m} \quad \ldots\ldots\ldots\

persamaan :

$$u_i(a_i) = \frac{C_{out} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}} \quad \text{.....(2)}$$

Sedangkan untuk kriteria yang bersifat biaya (cost) atau "lebih kecil lebih baik", dihitung dengan persamaan :

$$u_i(a_i) = \frac{C_{max} - C_{out}}{C_{max} - C_{min}} \quad \text{.....(3)}$$

Keterangan :

$u_i(a_i)$ = nilai utility kriteria ke-i untuk alternatif ke-i

C_{max} = nilai kriteria maksimal

C_{min} = nilai kriteria minimal

C_{out} = nilai kriteria ke-i

Untuk menentukan nilai utilitas untuk setiap alternatif, identifikasi terlebih dahulu nilai maksimum dan minimum dari data pada Tabel 8, sehingga diperoleh nilai seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai maksimal dan minimal

Nilai	Kriteria			
	C1	C2	C3	C4
Maksimal	4	5	5	4
Minimal	2	3	3	2

Tahap berikutnya adalah menentukan nilai utilitas untuk setiap alternatif. Proses perhitungan nilai *utility* dilakukan menggunakan persamaan (2) dan (3)

Alternatif 1

1. Usia : $\frac{4-2}{4-2} = 1$
2. Pendidikan : $\frac{4-3}{5-3} = 0,5$
3. Pengalaman Lama Bekerja : $\frac{3-3}{5-3} = 0$ $\frac{4-3}{5-3} = 0,5$
4. Sertifikasi Keahlian : $\frac{3-2}{4-2} = 0,5$

Alternatif 2

1. Usia : $\frac{2-2}{4-2} = 0$
2. Pendidikan : $\frac{4-3}{5-3} = 0,5$
3. Pengalaman Lama Bekerja :
4. Sertifikasi Keahlian : $\frac{4-2}{4-2} = 1$

Alternatif 3

1. Usia : $\frac{3-2}{4-2} = 0,5$
2. Pendidikan : $\frac{4-3}{5-3} = 0,5$
3. Pengalaman Lama Bekerja : $\frac{3-3}{5-3} = 0$ $\frac{3-3}{5-3} = 0$
4. Sertifikasi Keahlian : $\frac{2-2}{4-2} = 0$

Alternatif 4

1. Usia : $\frac{3-2}{4-2} = 0,5$
2. Pendidikan : $\frac{3-3}{5-3} = 0$
3. Pengalaman Lama Bekerja :
4. Sertifikasi Keahlian : $\frac{3-2}{4-2} = 0,5$

Alternatif 5

1. Usia : $\frac{4-2}{4-2} = 1$
2. Pendidikan : $\frac{5-3}{5-3} = 1$
3. Pengalaman Lama Bekerja : $\frac{3-3}{5-3} = 0$ $\frac{5-3}{5-3} = 1$
4. Sertifikasi Keahlian : $\frac{3-2}{4-2} = 0,5$

Alternatif 6

1. Usia : $\frac{3-2}{4-2} = 0,5$
2. Pendidikan : $\frac{3-3}{5-3} = 0$
3. Pengalaman Lama Bekerja :
4. Sertifikasi Keahlian : $\frac{2-2}{4-2} = 0$

Alternatif 7

1. Usia : $\frac{3-2}{4-2} = 0,5$
2. Pendidikan : $\frac{3-3}{5-3} = 0$
3. Pengalaman Lama Bekerja : $\frac{4-3}{5-3} = 0,5$
4. Sertifikasi Keahlian : $\frac{4-2}{4-2} = 1$

f. Menentukan Nilai Akhir

Nilai akhir dihitung dengan menjumlahkan total hasil perkalian dari nilai yang diperoleh dari normalisasi skor kriteria data standar dengan skor normalisasi bobot kriteria sesuai dengan persamaan :

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^{m} w_j * u_i(a_i) \quad \text{.....(4)}$$

Keterangan :

$u(a_i)$ = nilai total alternatif
w_j = hasil dari normalisasi bobot kriteria
$u_i(a_i)$ = hasil penentuan nilai utility

Berikut perhitungan nilai akhir untuk setiap alternatif :

Alternatif 1 = ((1*0,15) + (0,5*0,2) + (0*0,3) + (0,5*0,35)) = 0,30
Alternatif 2 = ((0*0,15) + (0,5*0,2) + (0,5*0,3) + (1*0,35)) = 0,60
Alternatif 3 = ((0,5*0,15) + (0,5*0,2) + (0*0,3) + (0*0,35)) = 1,10
Alternatif 4 = ((0,5*0,15) + (0*0,2) + (0*0,3) + (0,5*0,35)) = 0,40
Alternatif 5 = ((1*0,15) + (1*0,2) + (0*0,3) + (0,5*0,35)) = 0,50
Alternatif 6 = ((0,5*0,15) + (0*0,2) + (1*0,3) + (0*0,35)) = 0,45
Alternatif 7 = ((0,5*0,15) + (0,5*0,2) + (1*0,3) + (0*0,35)) = 0,40

g. Melakukan perankingan

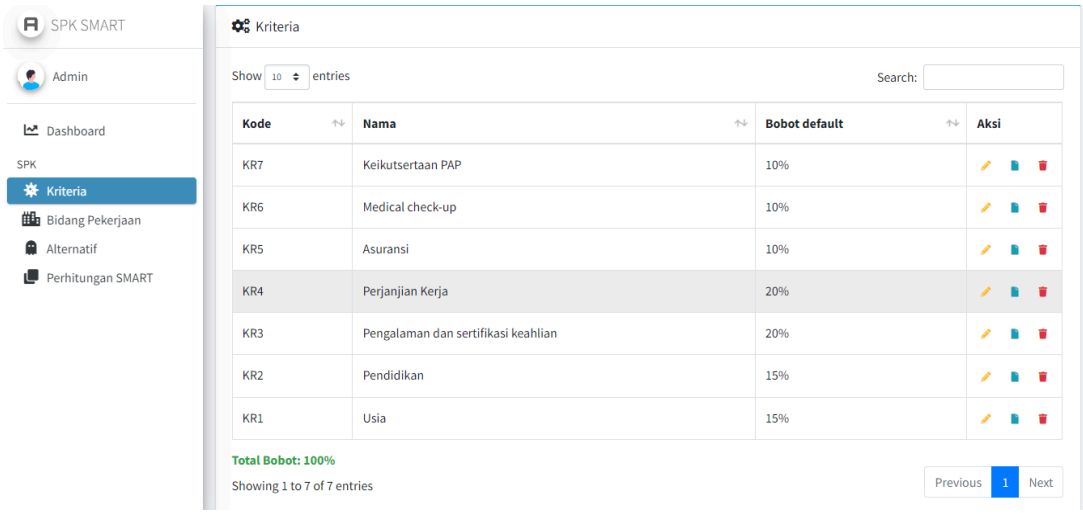
Setelah nilai akhir diperoleh, Langkah selanjutnya adalah melakukan perangkingan untuk setiap alternatif berdasarkan nilai akhir tersebut, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil ranking

Alternatif	Nilai akhir	Ranking
Solih	0,6	1
Bayu	0,575	2
Wawa	0,525	3
Amran	0,425	4
Anca	0,375	5
Dery	0,25	6
Reno	0,175	7

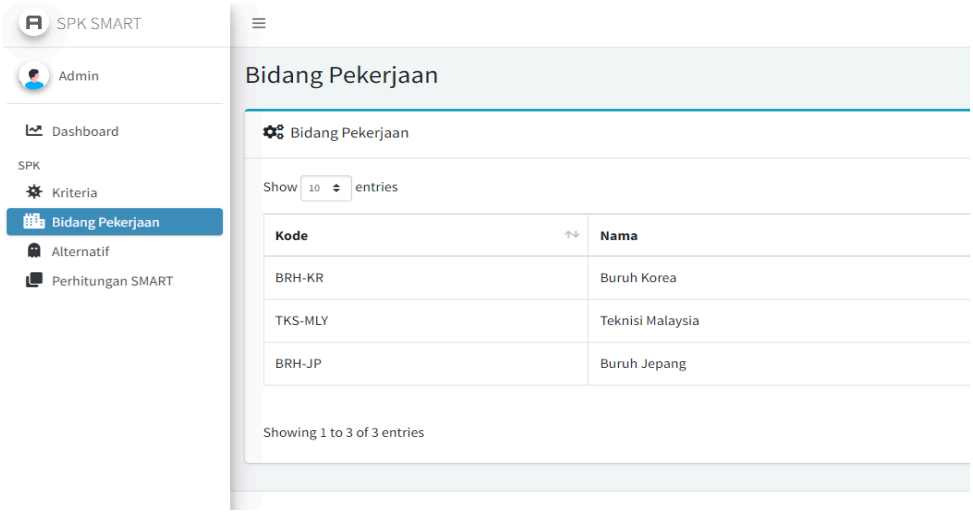
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian ini dihasilkan antarmuka pengguna (*user interface*) dari sistem pendukung keputusan untuk seleksi calon tenaga kerja Indonesia yang dikembangkan menggunakan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART). Pada halaman kelola data kriteria, admin dapat melakukan proses tambah, edit dan hapus data kriteria sekaligus memberikan nilai bobot untuk masing-masing kriteria. Halaman ini dapat dilihat pada Gambar 3.



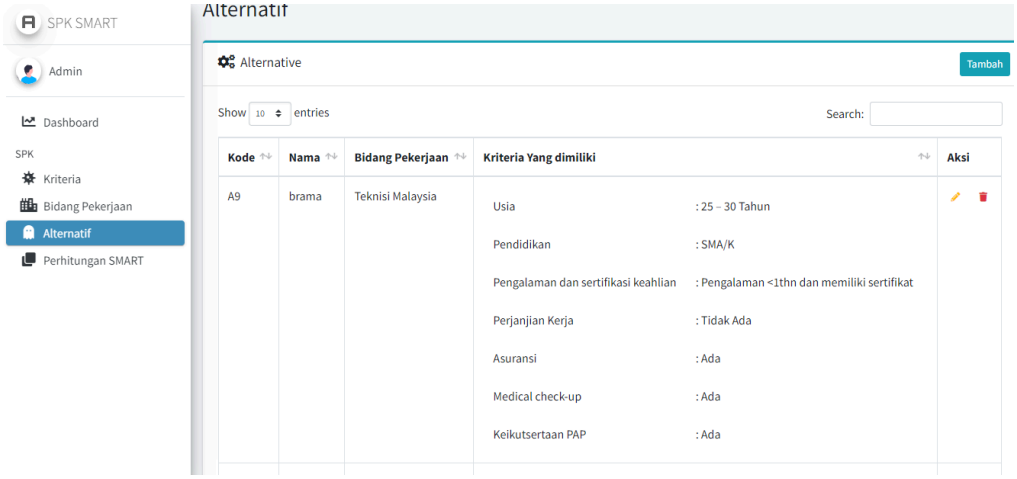
Gambar 3. Halaman kelola kriteria

Berikutnya adalah halaman bidang kerja, halamn ini digunakan sebagai pengelompokan alternatif atau calon tenaga kerja pada masing-masing bidang kerja dan tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4.



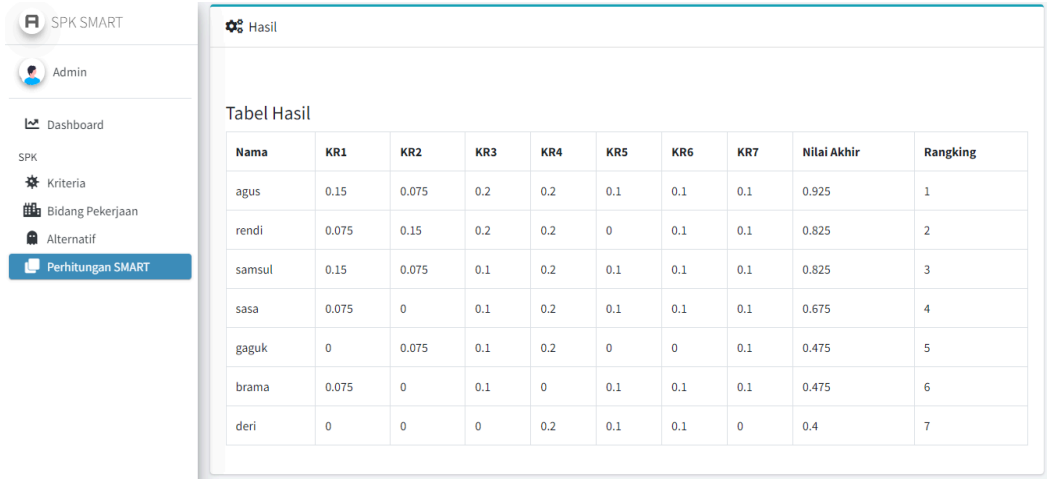
Gambar 4. Halaman bidang pekerjaan

Selanjutnya adalah halaman kelola alternatif. Halaman ini digunakan untuk mengelola sejumlah data alternatif atau calon tenaga kerja, data bidang kerja yang akan diajukan, serta kriteria yang dimiliki oleh alternatif tersebut, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman kelola alternatif

Sedangkan halaman hasil perhitungan metode SMART dapat dilihat Gambar 6.



Gambar 6. Halaman perhitungan metode SMART

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil keputusan secara manual yang dilakukan oleh kepala HRD PT. Lifani Jaya Makmur dengan hasil keputusan sistem. Pengujian dilakukan sebanyak 80 kali percobaan dengan sampel data alternatif sebanyak 135 data alternatif, dan diperoleh hasil yang sesuai sebanyak 71 data dan 9 data yang tidak sesuai. Sehingga prosentase tingkat akurasi sistem dihitung sebagai berikut :

$$Tingkat\ Akurasi = \frac{Jumlah\ Sesuai}{Jumlah\ Uji\ Coba}\ x\ 100\% = \frac{71}{80}\ x\ 100\% = 88,75\%$$

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan evaluasi pada sistem penyeleksian calon tenaga kerja dengan menggunakan metode SMART, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun
dapat membantu dalam proses penentuan calon tenaga kerja yang lokasi yang sesuai dengan bidang pekerjaan yang membutuhkan. Berdasarkan uji coba sistem yang dilakukan sebanyak 80 kali dengan 135 data alternatif, diperoleh hasil akurasi sistem sebesar 88,75 %. Ini berarti sistem sudah berjalan dengan baik dan layak diimplementasikan untuk pendukung keputusan pada proses penyeleksian calon tenaga

kerja.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kharisma, I. M. and Wening, Nur. (2023). *Peran Rekrutmen dan Seleksi Terhadap Kinerja Karyawan Perusahaan: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematik,* Jurnal E-Bis: Ekonomi-Bisnis, vol. 7, no. 1, pp. 61-80.

[2] Ramadandi, Syahrin; Adawiyah, Rabiah; and Sumpala, Andi Tenri. (2021). *Implementasi Metode AHP & SMART pada SPK Penerimaan Peserta PBK Berbasis Android,* Jurnal Sains dan Inform., vol. 7, no. 2, pp. 182–191, 2021.

[3] Sulistyowati; Wahyudi, Dimas Dwi; Rachman, Andy; and Uttungga, Resa. (2023). *Implementasi Metode Simple Multi Attribute Rating Technique Untuk Penentuan Lokasi Pembangunan Perumahan,* Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan XI

[4] Garaika and Margahana, Helisia. (2019). *Peran Seleksi (Selection) Tenaga Kerja Yang Tepat Terhadap Tercapainya Tujuan Organisasi*, Jurnal Aktual STIE Trisna Negara vol. 17, no. 2, pp. 133-141.

[5] Sulistyowati; Sepriano; Judijanto, Loso; Sujarwo; Kelvin; and Sudipa, I Gede S. (2024). *Konsep Dasar & Studi Kasus Sistem Pendukung Keputusan (Kajian Untuk Penelitian Bidang SPK)*. Yogyakarta: PT. Green Pustaka Indonesia.

[6] Judi, La Ode and Meilani, B. Dwi. (2021). *Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Pegawai Dengan Metode Smart (Simple Multi Attribute Rating Technique) Pada CV. Terus Jaya,* Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX.

[7] Cholil, S. R.; Pinem, A. P. R., & Vydia, V. (2018). *Implementasi Metode Simple Multi Attribute Rating Technique Untuk Penentuan Prioritas Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pasca Bencana Alam*. Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, vol. 4, no. 1, pp. 1–6.

[8] Latif, L. Asyriati; Jamil, Mohamad; and Abbas, Saih HI. (2018). *Sistem Pendukung Keputusan Teori dan Implementasi*. Yogyakarta: Deepublish.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7343

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

DETEKSI AKUN PALSU MEDIA SOSIAL *X* (*TWITTER*) BERBASIS *MACHINE LEARNING*

Adisha Putri Az Zahra, Rimuljo Hendradi, Faried Effendy

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Airlangga

e-mail: adisha.putri.az-2021@fst.unair.ac.id

ABSTRACT

In early 2024, X was ranked as the sixth most used social media in Indonesia. However, the growing has led to challenges, including an increase in fake accounts on X. Fake accounts are often used to spread false information (hoaxes), manipulate public opinion, incite cyberbullying and distribute spam that can lead to criminal activities such as fraud. Therefore, this study aims to identify patterns associated with fake accounts and develop a classification model for detecting fake accounts on X. The research stages include data collection, data preprocessing, feature selection, clustering, classification and model evaluation. Using a dataset of 8291 rows, the optimal K value for clustering was determined to be K=4. Cluster analysis revealed that Cluster 1 represents fake accounts, characterized by their short account age (often newly created), 99% using the default profile picture and a significantly higher number of followings compared to followers. The classification model was developed using the labeled dataset post-clustering, where Cluster 1 was labeled as fake accounts and Cluster 0, 2 and 3 were labeled as genuine accounts. Three algorithms—Random Forest, AdaBoost, and KNN—were tested across four data-splitting schemes. Random Forest model achieved the highest recall, F1-score, and accuracy at 99.35%, 98.71%, and 98.55%, respectively.

Keywords: *Machine learning; fake account detection; x (twitter); kmeans clustering; classification*

ABSTRAK

Pada awal tahun 2024, *X* menduduki peringkat keenam sebagai media sosial yang paling banyak digunakan di Indonesia. Jumlah pengguna yang terus meningkat ini dapat menimbulkan masalah seperti meningkatnya

jumlah akun pengguna palsu pada media sosial *X*. Akun palsu kerap kali digunakan sebagai media penyebaran informasi palsu (hoax), pemanipulasian opini publik, memicu tindak kriminal *cyber bullying* (perundungan siber) hingga penyebaran *spam* yang dapat berujung pada tindak kriminal penipuan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola pada akun palsu serta pengembangan model klasifikasi deteksi akun palsu pada media sosial *X*. Tahapan pada penelitian ini meliputi proses pengumpulan data, data *preprocessing*, seleksi fitur, proses klasterisasi, tahap klasifikasi hingga evaluasi model. Dengan dataset sejumlah 8291 baris, nilai K optimal untuk proses *clustering* yakni K=4. Dari proses analisis klaster, *cluster* 1 menunjukkan kelompok akun dengan karakteristik akun palsu. Hal ini ditandai dengan usia akun yang tergolong masih muda hingga baru, sebanyak 99% akun masih menggunakan profil default, serta jumlah *following* yang jauh lebih banyak dari jumlah *followers*. Pengembangan model klasifikasi akan menggunakan dataset yang telah diberikan label setelah proses *clustering*. Cluster 1 akan dilabeli sebagai akun palsu serta *cluster* 0, 2 dan 3 diberi label sebagai akun asli. Dengan menggunakan tiga jenis algoritma yakni *Random Forest*, *AdaBoost* dan KNN serta empat skema pembagian dataset diperoleh *recall*, *F1-Score* dan akurasi tertinggi pada model *Random Forest* dengan persentase berturut-turut 99,35%, 98,71% dan 98,55%.

Kata kunci: Pembelajaran mesin; deteksi akun palsu; x (twitter); k means clustering; klasifikasi.

PENDAHULUAN

Dilansir dari situs Katadata, media sosial *X* (dahulu *Twitter*), menduduki peringkat keenam sebagai media sosial yang paling banyak digunakan di Indonesia pada awal tahun 2024 [1], dengan total pengguna sebanyak 24,69 juta atau 8,9% dari total populasi Indonesia. Jumlah ini meningkat dari data pengguna X pada awal tahun 2023 sebanyak 2,87% [2]. Seiring dengan meningkatnya pengguna media sosial X, hal tersebut juga dapat menimbulkan masalah seperti meningkatnya jumlah akun pengguna palsu pada media sosial X [3].

Akun palsu adalah akun dengan kredensial palsu yang tidak dimiliki atau dikelola oleh manusia asli [4], [5]. Dimana akun palsu ini melanggar aturan pada media sosial karena dapat menyebarkan berita palsu hingga melakukan penyebaran spam. Selain itu, akun palsu merupakan akun yang dibuat dengan tujuan meningkatkan popularitas pengguna lain dimana akun ini cenderung memiliki sedikit pengikut (jumlah *followers*) dan jumlah pengikut (*following*) yang jauh lebih banyak [6]. Akun palsu kerap kali digunakan sebagai media penyebaran informasi palsu (hoax), pemanipulasian opini publik, tindak kriminal *cyber bullying* (perundungan siber), penyebaran tautan *phising* hingga penyebaran spam yang dapat berujung pada tindak kriminal penipuan [3], [7], [8].

Akun palsu biasanya dapat diidentifikasi oleh pengguna dengan melihat jumlah *following* yang perbandingannya jauh lebih besar dengan jumlah *follower*s [9]. Selain itu, Erşahin, et al., mengungkapkan, akun palsu kerap kali menggunakan tema, foto profil secara default serta tidak adanya deskripsi atau bio akun [4]. Namun, akun palsu yang kini semakin marak dan berkembang dengan lebih canggih sering kali sulit diidentifikasi oleh pengguna biasa [10]. Oleh karena itu, perlu adanya tindakan preventif dengan pendeteksian akun palsu secara otomatis [11] . Dalam konteks ini, salah satu metode yang kerap digunakan para peneliti dalam mendeteksi akun palsu dari berbagai macam media sosial adalah *machine learning* [12].

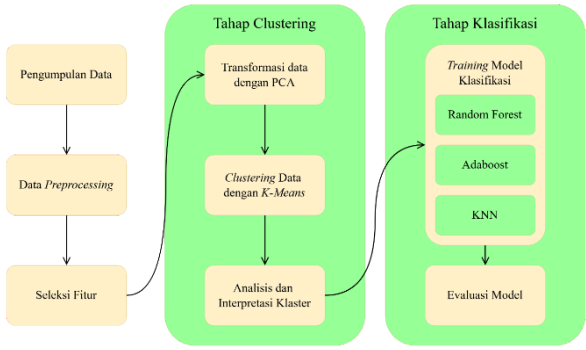
Adewole, et al., (2020) serta Alsubaei (2023), memanfaatkan *machine learning* dalam melakukan identifikasi pola akun palsu serta pengklasifikasian akun palsu pada platform media sosial. Penelitian oleh Adewole, et al., (2020) memanfaatkan PCA dan *K-Means clustering* untuk mengidentifikasi klaster akun-akun spam dari media sosial *X*. Hasil klaster dianalisis dan diberikan label non-spam atau spam. Data berlabel akan digunakan untuk membangun model klasifikasi deteksi akun-akun spam dengan membandingkan tiga algoritma klasifikasi machine learning yakni Multilayer Perceptron (MLP), SVM dan Random Forest. Hasil penelitian menunjukkan algoritma Random Forest mengalami peningkatan signifikan dari penelitian sebelumnya dengan nilai akurasi yang diperoleh adalah 96,30% [8]. Sebanyak 1337 akun palsu dan 1481 akun asli pada dataset penelitian Alsubaei (2023) digunakan dalam melatih model dengan tujuan pembuatan bot detector akun palsu dari platform *Twitter*. Dari proses klasifikasi

diperoleh akurasi terbesar yakni 99,42% pada skema pelatihan 80:20 menggunakan *classifier Random Forest* [13].

Berdasarkan pemaparan yang telah disebutkan sebelumnya, penelitian ini berfokus pada identifikasi pola akun palsu serta pengembangan model deteksi akun palsu pada media sosial X khususnya pada konten berbahasa Indonesia dengan memanfaatkan *machine learning*. Terdapat dua jenis *machine learning* yang akan digunakan pada penelitian ini yakni unsupervised learning dengan algoritma *K-Means* serta *supervised learning* dengan tiga algoritma diantaranya *Random Forest*, *AdaBoost* dan KNN. Penggunaan unsupervised learning dimanfaatkan dalam mengidentifikasi pola pada dataset yang tidak memiliki atribut "Target" dengan menghitung kemiripan antar data sehingga pola dengan tingkat kemiripan maksimum akan dikelompokkan menjadi satu cluster. Dari proses clustering, akan diperoleh output berupa dataset dengan atribut "Target" yang akan dimanfaatkan dalam pembuatan model deteksi akun palsu menggunakan algoritma supervised learning. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengeksplorasi penggunaan machine learning dalam pendeteksian akun palsu pada platform media sosial X berbasis bahasa Indonesia dengan mempelajari pola-pola unik dari akun palsu pada platform media sosial X berbahasa Indonesia serta dapat berkontribusi dalam upaya mengurangi penyebaran akun palsu di media sosial X, khususnya di Indonesia.

METODE

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan dengan fokus utama penelitian yakni melakukan *clustering* untuk identifikasi pola pada akun palsu media sosial X serta pembuatan model klasifikasi untuk mendeteksi akun palsu media sosial X yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian.

Pengumpulan Data

Jenis dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset primer yang diperoleh langsung melalui *crawling* pada *website X* menggunakan *library Python*, *Twikit*. Pengumpulan data dilakukan selama 10 hari pada rentang waktu dari tanggal 22 Juli 2024 hingga tanggal 10 September 2024. Dari pengumpulan data tersebut diperoleh dataset sebanyak 64350 baris. Dataset yang dikumpulkan memiliki 44 atribut yang diambil dari *tweets* atau cuitan pada media sosial X. Input yang digunakan pada proses pengumpulan data merupakan keyword atau kata kunci yang tersedia pada fitur *Trending* dari media sosial X.

Data *Preprocessing*

Pada tahap preprocessing, dataset akan dianalisis untuk menghilangkan inkonsistensi, ketidaklengkapan seperti penghapusan baris yang duplikat, pemilihan Bahasa Indonesia pada atribut "Lang", pengkodean menggunakan digit biner antara 1 atau 0 untuk atribut dengan nilai 'TRUE' atau 'FALSE' serta pengecekan *missing value*. Selain itu, pemrosesan dan penambahan atribut pada dataset juga akan dilakukan pada tahap *preprocessing* untuk meningkatkan kualitas

data yang bertujuan menghasilkan efisiensi dalam proses *clustering* serta pembangunan model klasifikasi dan proses training.

Seleksi Fitur

Tahapan ini akan memilih atribut atau fitur yang digunakan baik dalam pengklasteran maupun proses klasifikasi dengan kriteria atribut paling relevan atau memiliki pengaruh signifikan dalam pendeteksian akun palsu pada media sosial X. Variance Threshold akan digunakan sebagai metode dalam seleksi fitur dengan menghitung nilai varians untuk setiap fitur menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma(x - \mu)^2}{N} \quad (1)$$

Persamaan 1 menunjukkan perhitungan varians dengan *x* mewakili nilai data (setiap data individu dalam dataset), μ adalah rata-rata dan N adalah jumlah baris data. Jika nilai varians berada di bawah ambang batas (threshold) maka fitur akan dihapus. Nilai *Variance Threshold* yang digunakan pada penelitian adalah nol, dimana fitur yang tidak memiliki variasi dalam data akan dihapus [14].

Tahap *Clustering* dan Klasifikasi

Tahapan ini memuat proses transformasi data dengan PCA dengan tujuan melihat persebaran klaster yang lebih rinci dengan adanya kontribusi dari masing-masing fitur pada dataset yang diwakilkan oleh *Principal Component 1* dan *Principal Component 2*, *clustering* dengan algoritma *K-Means* hingga proses analisis dan interpretasi klaster menggunakan acuan karakteristik akun *X* dari penelitian Dracewicz & Sepczuk [9] serta hasil rata-rata nilai klaster atau *centroid*.

Proses *training model klasifikasi* menggunakan dataset dengan atribut baru yakni "Target" yang merupakan *output* dari proses analisis klaster. Label dalam dataset terdiri dari dua kelas yakni 'Akun Palsu' dan 'Akun Asli'. Model *machine learning* akan dilatih menggunakan empat skema pembagian data yakni 80:20, 70:30, 90:10, dan 67:33, dengan tujuan membedakan dua kelas pada atribut "Target" berdasarkan pola yang ada pada atribut-atribut input dari dataset. Dalam penelitian ini, akan digunakan tiga algoritma untuk membangun model deteksi akun palsu yakni *Random Forest*, *AdaBoost* dan KNN.

Random Forest adalah sebuah *class* dari algoritma *Decision Tree* yang berbasis pendekatan *ensemble* [8]. Dengan memuat sejumlah *decision tree* pada berbagai subset dari kumpulan data yang ada, algoritma *Random Forest* akan mengambil rata-rata berdasarkan mayoritas prediksi untuk meningkatkan akurasi prediksi dari kumpulan data tersebut [15]. Algoritma *AdaBoost* juga melibatkan training atau pelatihan dasar menggunakan algoritma dasar seperti *Decision Tree* [16]. Bobot sampel akan disesuaikan dengan prediksi *classifier* atau pengklasifikasi kemudian sampel tersebut akan digunakan untuk melatih *classifier* berikutnya. Oleh karena itu, bobot yang lebih besar akan diberikan pada sampel yang salah diklasifikasikan dan sampel yang diklasifikasikan dengan benar akan diberi bobot lebih rendah [16]. Sedangkan *K-Nearest Neighbors* (KNN) merupakan jenis algoritma *machine learning* yang memprediksi label atau target pada data *testing* dengan menghitung jarak antara data *testing* dengan semua titik *training*, kemudian menunjukkan jumlah titik *k* (*training*) yang dekat dengan data *testing* [17].

Evaluasi Model

Proses evaluasi tahapan klasifikasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Confusion Matrix* dengan skema perbandingan dataset. Dengan membandingkan performa kinerja tiga model yakni *Random Forest*, *AdaBoost* dan KNN melalui metrik akurasi, presisi, *recall* hingga F1-score akan didapatkan model klasifikasi terbaik yang selanjutnya akan digunakan dalam pendeteksian akun palsu.

$$akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (2)$$

$$presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

$$F1\ Score = 2 \cdot \frac{recall \times presisi}{recall + presisi} \quad (5)$$

Persamaan 2 menunjukkan perhitungan nilai akurasi yang mengukur seberapa akurat model klasifikasi membuat prediksi yang benar dari jumlah prediksi yang telah dibuat. Sedangkan, perhitungan nilai presisi ditunjukkan pada persamaan 3, dimana presisi akan mengukur seberapa baik model memprediksi benar untuk kelas positif dari semua prediksi positif yang dibuat oleh model. Persamaan 4 menunjukkan perhitungan nilai *recall* yang akan mengukur seberapa baik model dalam mengidentifikasi kelas positif dengan benar serta Persamaan 5 yang menunjukkan perhitungan nilai F1 Score yang menggambarkan keseimbangan antara presisi dan recall.

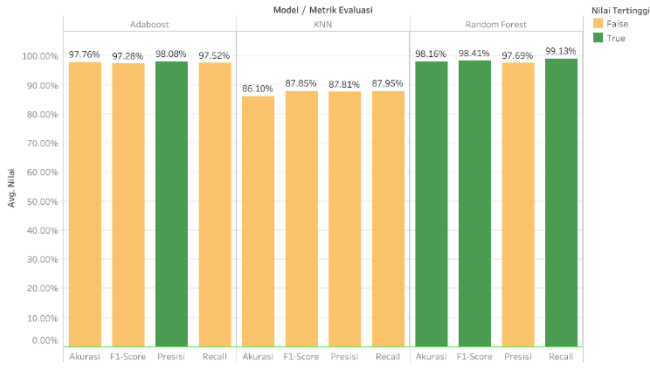
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 8029 baris dan 26 atribut berhasil didapatkan setelah proses data *preprocessing* hingga seleksi fitur. Dataset ini kemudian akan menjadi dataset final yang akan digunakan pada tahap *clustering* hingga evaluasi model. Dengan menggunakan metode *Elbow* didapatkan nilai K optimum pada dataset tersebut adalah K=4. Dari hasil *clustering*, diperoleh 3289 data pada cluster 0, 4756 data pada cluster 1, 127 data pada cluster 2 serta 119 data pada cluster 3. Hasil *clustering* akan ditambahkan pada dataset dengan nama atribut "Cluster" yang selanjutnya akan digunakan sebagai inputan pada tahapan analisis dan interpretasi klaster. Berdasarkan acuan karakteristik akun *X* dari penelitian Dracewicz & Sepczuk [9], untuk menganalisis pola pada *cluster* akan dilakukan pelabelan jenis akun pada dataset dengan indikator yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator pelabelan jenis akun

Karakteristik	**Jenis Akun**			
	Bot	**Cyborg**	**Real**	**Verified**
Jumlah *Followers*	*Very Low, Low*	*Very Low, Low*	*Low, Medium, High*	High, Very High
Jumlah *Following*	*Very High, High*	*Very High, High*	*Low, Medium, High*	Medium
Usia Akun	*New Account, Young Account*	*New Account, Young Account*	*Middle-aged Account, Old Account, Very Old Account*	*Middle-aged Account, Old Account, Very Old Account*
Jumlah *Tweets*	*Very High, High, Very Low*	*Very High, High, Very Low*	*Low, Medium, High*	High, Very High
User Default Profile Image	0	0 atau 1	1	1
User Profile Banner Url	0	0 atau 1	1	1
User Description	0	0	0 atau 1	1
User Url	0	0	0 atau 1	0 atau 1
User Blue Verified	0	0	0	1
Jumlah	1954	2387	3033	377

Hasil distribusi tipe akun berdasarkan *cluster* menunjukkan *cluster* 1 memiliki jumlah tipe akun 'Bot' paling banyak di antara semua *cluster*. Hal ini kemudian didukung dengan analisis hasil rata-rata nilai klaster yakni pada atribut "Account Age (Days)" yang mendapatkan nilai rata-rata usia akun 1562,03 hari atau sekitar 4 tahun. Hal ini menunjukkan, dominasi akun yang relatif baru dibandingkan dengan *cluster* lainnya. Selain itu, pada *cluster* ini sebanyak 99% akun masih menggunakan profil default serta nilai rasio *followers* yang jauh lebih rendah dari semua *cluster*. Dengan demikian, *cluster* 1 akan diberikan target sebagai 'Akun Palsu' dengan total data yakni 4756 baris. Sedangkan pada *cluster* 0, 2 dan 3 menunjukkan karakteristik mirip dengan akun asli serta cenderung tidak memiliki perubahan nilai rata-rata klaster yang signifikan pada atribut usia akun, jumlah *followers*, rasio *followers* dan reputasi akun sehingga *cluster* 0, *cluster* 2 dan *cluster* 3 akan diberi target sebagai 'Akun Asli' dengan total data sebanyak 3535 baris.



Gambar 2. Visualisasi nilai rata-rata matriks evaluasi setiap model.

Dengan dataset yang sudah diberi target 'Akun Palsu' dan 'Akun Asli', kemudian dilakukan pembuatan model klasifikasi menggunakan tiga algoritma yakni *Random Forest*, *AdaBoost* dan KNN. Gambar 2 menunjukkan *Random Forest* menjadi model paling optimal dibandingkan dengan semua model. Rata-rata tertinggi dicapai oleh model *Random Forest* pada nilai recall sebesar 99,13%, akurasi dengan persentase 98,16% dan nilai F1-Score sebesar 98,41%. Sedangkan rata-rata presisi tertinggi diraih oleh model Adaboost dengan persentase sebesar 98,08%. Penelitian ini memiliki hasil akurasi yang lebih tinggi 2,35% dari penelitian oleh Adewole, et al. (2020) serta nilai recall yang lebih tinggi 0,2% namun lebih rendah 0,87% pada hasil akurasi dari penelitian oleh Alsubaei (2023).

KESIMPULAN

Hasil identifikasi pola pada akun palsu melalui metode *clustering* yakni karakteristik akun palsu mengacu pada usia akun yang masih baru hingga muda, penggunaan profil default atau belum dilakukan personalisasi hingga jumlah *following* yang lebih tinggi dari jumlah *followers*. Hal ini sesuai dengan kriteria yang terdapat pada cluster 1. Model klasifikasi yang dibuat dan dilatih dengan *machine learning* berhasil mencapai nilai tertinggi pada model *Random Forest* dengan rincian nilai akurasi sebesar 98,71%, recall dengan 99,35% serta F1-Score sebesar 98,71%. Adapun nilai presisi tertinggi dicapai oleh model *Adaboost* dengan nilai presisi sebesar 98,88%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] C. M. Annur, "Ini Media Sosial Paling Banyak Digunakan di Indonesia Awal 2024," databoks. [Online]. Available: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2024/03/01/ini-media-sosial-paling-banyak-digunakan-di-indonesia-awal-2024

[2] S. Kemp, "Digital 2024: Indonesia," datareportal. [Online]. Available: https://datareportal.com/reports/digital-2024-indonesia

[3] E. Van Der Walt and J. Eloff, "Using Machine Learning to Detect Fake Identities: Bots vs Humans," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 6540–6549, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2796018.

[4] B. Erúahin, Ö. Aktaú, D. KÕlÕnç, and C. Akyol, "Twitter Fake Account Detection".

[5] J. Ezarfelix, N. Jeffrey, and N. Sari, "Systematic Literature Review: Instagram Fake Account Detection Based on Machine Learning:," *Eng. Math. Comput. Sci. EMACS J.*, vol. 4, no. 1, pp. 25–31, Feb. 2022, doi: 10.21512/emacsjournal.v4i1.8076.

[6] Y. Elyusufi, Z. Elyusufi, and M. A. Kbir, "Social networks fake profiles detection based on account setting and activity," in *Proceedings of the 4th International Conference on Smart City Applications*, Casablanca Morocco: ACM, Oct. 2019, pp. 1–5. doi: 10.1145/3368756.3369015.

[7] M. Vyawahare and S. Govilkar, "Fake profile recognition using profanity and gender identification on online social networks," *Soc. Netw. Anal. Min.*, vol. 12, no. 1, p. 170, Dec. 2022, doi: 10.1007/s13278-022-00997-3.

[8] K. S. Adewole, T. Han, W. Wu, H. Song, and A. K. Sangaiah, "Twitter spam account detection based on clustering and classification methods," *J. Supercomput.*, vol. 76, no. 7, pp. 4802–4837, Jul. 2020, doi: 10.1007/s11227-018-2641-x.

[9] W. Dracewicz and M. Sepczuk, "Detecting Fake Accounts on Social Media Portals—The X Portal Case Study," *Electronics*, vol. 13, no. 13, p. 2542, Jun. 2024, doi: 10.3390/electronics13132542.

[10] N. G. Kerrysa and I. Q. Utami, "Fake account detection in social media using machine learning methods: literature review," *Bull. Electr. Eng. Inform.*, vol. 12, no. 6, pp. 3790–3797, Dec. 2023, doi: 10.11591/eei.v12i6.5334.

[11] P. Wanda, "RunMax: fake profile classification using novel nonlinear activation in CNN," *Soc. Netw. Anal. Min.*, vol. 12, no. 1, p. 158, Dec. 2022, doi: 10.1007/s13278-022-00983-9.

[12] M. Smruthi and N. Harini, "A Hybrid Scheme for Detecting Fake Accounts in Facebook," *Int. J. Recent Technol. Eng. IJRTE*, vol. 7, no. 5S3, Feb. 2019.

[13] F. S. Alsubaei, "Detection of Inappropriate Tweets Linked to Fake Accounts on Twitter," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 5, p. 3013, Feb. 2023, doi: 10.3390/app13053013.

[14] M. Al Fatih Abil Fida, T. Ahmad, and M. Ntahobari, "Variance Threshold as Early Screening to Boruta Feature Selection for Intrusion Detection System," in *2021 13th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)*, Surabaya, Indonesia: IEEE, Oct. 2021, pp. 46–50. doi: 10.1109/ICTS52701.2021.9608852.

[15] A. Parmar, R. Katariya, and V. Patel, "A Review on Random Forest: An Ensemble Classifier," in *International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (ICICI) 2018*, vol. 26, J. Hemanth, X. Fernando, P. Lafata, and Z. Baig, Eds., in Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol. 26. , Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 758–763. doi: 10.1007/978-3-030-03146-6_86.

[16] I. D. Mienye and Y. Sun, "A Survey of Ensemble Learning: Concepts, Algorithms, Applications, and Prospects," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 99129–99149, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3207287.
[17] J. Kufel *et al.*, "What Is Machine Learning, Artificial Neural Networks and Deep Learning?—Examples of Practical Applications in Medicine," *Diagnostics*, vol. 13, no. 15, p. 2582, Aug. 2023, doi: 10.3390/diagnostics13152582.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7321

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Gardu Traksi Boilevard Selatan Akibat Jatuh Tegangan

Santi Triwijaya[1], Agung Nugroho[1], Andri Pradipta[1], Trisna Wati[2]

Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun[1], Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[2]

e-mail: santi@ppi.ac.id

ABSTRACT

South Boulevard traction substation with the output of the rectifier of 750VDC and 4000A against LRV loading under normal and abnormal conditions. This research was conducted with data sources in the form of specifications for traction substation equipment, 3rd rail specifications, and LRV specifications. The power generated by the South Boulevard traction substation under normal and abnormal conditions will be compared with the LRV load when the headway is narrowed, the train set is added, and the voltage drop is measured. The traction substation is said to be able to bear the load when the power used by the load does not exceed the power provided by the traction substation so that the LRV operation can run. The results of the analysis stated that under normal conditions the capacity of the South Boulevard to Pulomas traction substation obtained the smallest value of 2 minutes headway for 2 train sets at 1806,1KW power with a drop voltage of 30V and the capacity of the South Boulevard to North Boulevard traction substation obtained the smallest value of 2 minutes headway for 2 train sets at 1697,9KW power with a drop voltage of 27,4V. Abnormal condition of the capacity of the South Boulevard to Pegangsaan Dua traction substation, the smallest headway value was 5 minutes for 2 train sets at 1643,2KW power with a drop voltage of 45V and the capacity of the South Boulevard to Equestrian traction substation was obtained the smallest value of 4 minutes headway for 2 train sets at 1651,5KW power a drop voltage of 36,4V.

Keywords: *Traction Substation, Headway Narrowing, Train set, Drop Voltage*

ABSTRAK

gardu traksi Boulevard Selatan dengan keluaran dari rectifier sebesar 750VDC dan 4000A terhadap pembebanan LRV pada keadaan normal dan abnormal. Penelitian ini dilakukan dengan sumber data berupa spesifikasi peralatan gardu traksi, spesifikasi 3rd rail, dan spesifikasi LRV. Daya yang dihasilkan gardu

traksi Boulevard Selatan pada kondisi normal dan abnormal akan dibandingkan dengan beban LRV ketika dilakukan penyempitan headway, penambahan train set, dan pengukuran tegangan jatuh. Gardu traksi dikatakan mampu menanggung pembebanan ketika daya yang digunakan beban tidak melebihi daya yang disediakan oleh gardu traksi sehingga operasional LRV dapat berjalan. Hasil analisis menyatakan pada kondisi normal kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Pulomas didapat nilai terkecil headway 2 menit untuk 2 train set pada daya 1806,1KW dengan tegangan jatuh 30V dan kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Boulevard Utara didapat nilai terkecil headway 2 menit untuk 2 train set pada daya 1697,9KW dengan tegangan jatuh 27,4V. Kondisi upnormal kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Pegangsaan Dua didapat nilai terkecil headway 5 menit untuk 2 train set pada daya 1643,2KW dengan tegangan jatuh 45V dan kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Equestrian didapat nilai terkecil headway 4 menit untuk 2 train set pada daya 1651,5KW dengan tegangan jatuh 36,4V.

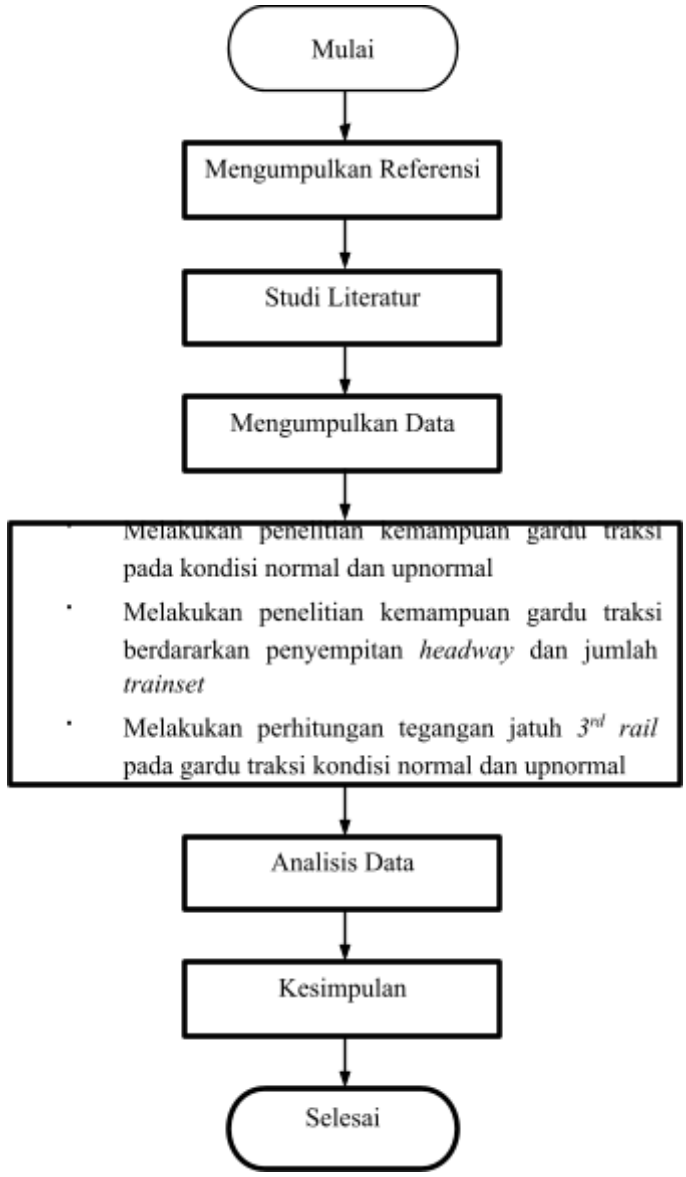
Kata kunci: Gardu Traksi, Penyempitan Headway, Train set, Tegangan Jatuh.

PENDAHULUAN

Catu daya DC berkembang dari tahun ke tahunnya terutama catu daya tegangan rendah untuk keperluan kereta api, pabrik kimia, material dan sejenisnya [1]. Fungsi utama sistem catu daya kereta api adalah untuk menyalurkan energi listrik ke lokomotif listrik yang terhubung ke sistem untuk pengoperasian perkeretaapian yang efisien [2]. Gardu traksi yang berada di PT.LRT Jakarta berjumlah 7 unit yaitu 6 gardu traksi berada di setiap stasiun untuk keperluan operasional sarana yang disuplai dari gardu induk Tanah Tinggi dan gardu induk Pulomas dan 1 gardu traksi berada di kantor PT.LRT Jakarta untuk kebutuhan perkantoran yang disuplai dari gardu induk Kelapa Gading dan gardu induk Pegangsaan Dua. Gardu traksi mempunyai spesifikasi daya sebesar 3000 KW yang diperoleh dari keluaran rectifier dengan tegangan sebesar 750 VDC dan arusnya sebesar 4000 A. Sistem gardu traksi kereta listrik dihubungkan dengan kondisi pasokan listrik, rute, dan penjadwalan serta energi yang diambil dari grid untuk operasional sarana [3]. Gardu traksi di salah satu stasiun LRT Jakarta mengalami kerusakan konstruksi bangunan yang mengakibatkan masuknya air ke celah-celah bangunan tersebut, sehingga mengenai peralatan gardu traksi yaitu transformer hingga terjadi hubung singkat. Gangguan tersebut menyebabkan berhentinya operasional *Light Rail Vehicle* (LRV) di tangan petak blok. PT. LRT Jakarta mengeluarkan kebijakan untuk 3rd rail section yang disuplai oleh gardu traksi gangguan dan di backup oleh gardu traksi terdekat dengan diberlakukannya operasional kondisi abnormal sehingga operasional LRV dapat berjalan normal kembali. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan gardu traksi di stasiun Boulevard Selatan Ketika kondisi normal dan ketika gardu traksi sebelah mengalami gangguan dimana harus mampu menyuplai LRV untuk kebutuhan operasional dan mengetahui kemampuan kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan dengan memperkecil headway yang awalnya 10 menit menjadi 6 menit, 5 menit, 4 menit, 3 menit dan 2 menit, jumlah train set yang beroperasi dan nilai tegangan jatuh di setiap section. Analisis Daya Dukung Gardu Traksi Kranji Pada Pengoperasian Kereta Bandara Soekarno – Hatta menggunakan metode kuantitatif yaitu perhitungan kapasitas daya pada gardu traksi, total arus konsumsi kereta, dan kemampuan transformer serta rectifier terhadap beban yang direncanakan Nilai beban rencana diperoleh berdasarkan perbandingan beban arus maksimum terhadap beban penyempitan headway. Daya dukung diukur berdasarkan perbandingan nilai beban rencana terhadap kapasitas eksisting gardu. Hasil analisa menyatakan beban rectifier sebesar 2626,42 kW dan beban transformator sebesar 3533 kVA pada semua jenis parameter. Dengan kapasitas rectifier yang terpakai sebesar 43% dan transformator sebesar 51%. Evaluasi terhadap hasil analisa data menunjukkan Gardu Traksi Kranji mampu menyuplai daya untuk pengoperasian Kereta Bandara Soekarno – Hatta di jam sibuk pagi [4]. Kapasitas daya listrik lintas Manggarai–Bogor pada kondisi headway normal 4 menit sesuai GAPEKA tahun 2017 dapat dipenuhi oleh Gardu Traksi Bojonggede. Serta pada kondisi peak hours Gardu Traksi Bojonggede dapat mendukung dengan headway 3,75 menit dan dapat diperkecil menjadi 3 hingga 2 menit [5]. Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan Krl Jalur Pasar

Minggu – Lenteng Agung perhitungan penggunaan daya KRL saat di lintas dengan daya yang dihasilkan dari gardu traksi guna meningkatkan efisiensi kinerja KRL dan mengurangi terjadinya gangguan saat di lintas. Diperoleh hasil perhitungan , total daya yang digunakan pada motor traksi seri Tokyu 8000/8500 SF 12 sebesar 4.568 KW. Jumlah daya tersebut lebih besar dari pada daya eksisting pada gardu traksi Pasar Minggu dan Gardu traksi Lenteng Agung yang sebesar 3.919 KW [6].

METODE



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pada Gambar 1 merupakan flowchart penelitian dengan rincian mengumpulkan referensi yang bersumber dari jurnal internasional, jurnal nasional, dan dokumen PT. LRT Jakarta kemudian melakukan studi literatur dari dokumen-dokumen yang telah didapat untuk mendapatkan

landasan yang kuat dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Kemudian penulis melakukan penelitian terhadap gardu traksi Boulevard Selatan dalam kondisi normal dan abnormal yang dibebankan pada penyempitan headway, jumlah train set, dan melakukan perhitungan tegangan jatuh 3rd rail pada gardu traksi kondisi normal dan abnormal. Dari perhitungan yang telah dilakukan penulis melakukan analisis data hasil perhitungan tersebut untuk ditarik kesimpulan

Analisa Data

Pada penelitian ini perbandingan dari hasil pengolahan data untuk daya yang dihasilkan gardu traksi dengan daya beban pada kondisi normal dan abnormal pada kondisi eksisting, dimana Pgardu traksi > Pbeban maka gardu traksi tersebut dinyatakan mampu menanggung operasional pembebanan sedangkan Pgardu traksi < Pbeban maka gardu traksi tersebut dinyatakan tidak mampu menanggung operasional pembebanan. Daya yang dihasilkan oleh gardu traksi dibandingkan dengan beban untuk perencanaan penyempitan headway operasional, penambahan jumlah train set dalam satu petak blok. Tegangan jatuh harus sesuai dengan spesifikasi dan aturan yang berlaku untuk keamanan operasional yaitu ± 10% dari tegangan 750VDC operasional 675VDC-825VDC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kecepatan sarana LRV

Perhitungan kecepatan operasional LRV pada lintas pegangsaan dua-velodrome menggunakan persamaan (1) berdasarkan data Tabel 1 Pola Operasi LRV (LRT Karya. PT, 2018).

Tabel 1. Pola Operasi LRV (LRT Karya. PT, 2018).

Stasiun	Jarak (m)	Dwell Time (detik)	Waktu Perjalanan (detik)	Waktu Tempuh	
				Detik	Menit
Pegangsaan Dua – **Boulevard Utara**	1313	90	120	210	3,5
Boulevard Utara – **Boulevard Selatan**	950	30	90	120	2
Boulevard Selatan – **Pulomas**	1040	30	90	120	2
Pulomas – **Equestrian**	784	30	120	150	2,5
Equestrian – **Velodrome**	1338	90	210	300	5
Total	5425	270	630	900	15

$$V = \frac{S}{T}\,(Km/Jam) \qquad (1)$$

$$V = \frac{5{,}425\ Km}{15\ menit} \times 60 (Km/Jam)$$

$$V = 21{,}7 (Km/Jam)$$

Perhitungan *Headway* untuk Lintas Pegangsaan Dua-Velodrome

Berdasarkan perhitungan kecepatan operasional LRV persamaan (1) dapat mencari *headway* rata-rata LRV pada lintas pegangsaan dua dengan persamaan (2).

$$H = 0,25 + \frac{120(Sab+0,75)}{V}\left(\frac{Menit}{KA}\right)$$

(2)

Dapat diketahui *headway :*

Section 1 velodrome-Equestrian dengan jarak 1,338 Km:

$$= 0,25 + \frac{120(1,338+0,75)}{21,7}(Menit/KA)$$

$$H = 11,7(Menit/KA)$$

Perhitungan daya LRV

Kapasitas konsumsi motor traksi sebagai penggerak kereta LRV adalah 130 KW yang berjumlah 4 unit sehingga jumlah daya motor car dalam satu set LRV pada persamaan (3).

$$4\ motor\ traksi \times 130\ KW = 520\ KW \quad (3)$$

Dari spesifikasi Auxiliary Power Supply untuk output AC 55 KVA dan output DC 10 KW, maka dapat diketahui beban total pada Auxiliary Power Supply dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Mengubah output AC 55 KVA menjadi KW dengan rumus berikut:
$$Daya\ Aktif = I \times Cos\ phi,\ Daya\ Aktif = 55KVA \times 0,9 = 49,5\ KW$$

b. Output DC sebesar 10KW, jadi total Auxiliary Power Supply untuk output AC dan DC adalah
$$APS\ AC + APS\ DC = total\ APS$$
$$49,5\ KW + 10\ KW = 59,5\ Kw$$

c. Beban Auxiliary Power Supply adalah
$$2(Mca + Mcb) \times 59,5 \times 90\% = 107,1\ KW$$

d. Total konsumsi daya dalam satu set LRV adalah
$$daya\ motor\ traksi + daya\ auxiliary\ power\ supply$$
$$520Kw + 107,1Kw = 627,1Kw$$

e. Total konsumsi daya dalam dua set LRV adalah
$$2 \times 627,1Kw = 1254,2Kw$$

f. Total konsumsi daya dalam tiga set LRV adalah
$$3 \times 627,1Kw = 1881,3Kw$$

Dari hasil perhitungan diatas maka, dalam perhitungan kebutuhan konsumsi daya satu set Kereta LRV membutuhkan daya 627.100 Watt. Perhitungan kebutuhan tersebut didasarkan dari kebutuhan daya motor traksi dan kebutuhan *auxiliary power supply.* Studi kasus tiga set LRV yang disuplai dalam satu gardu traksi terdapat pada poin f yaitu perhitungan total konsumsi daya traksi tiga set LRT. Total kebutuhan daya dalam mensuplai tiga set LRV adalah 1.881.300 watt.

Hasil perhitungan Gardu Traksi Boulevard Selatan

Tabel 2. Hasil perhitungan Gardu Traksi Boulevard Selatan

No	Nama GarduTraksi	Peta k Jala n yang disu plai	Jara k (Km)	*Tra ai n set*	Arus Max Saran a LRT (A)	Fakto r Elektr ifikasi DC (KW)	Kapas itas Gardu Traksi Beban Max 1 Jam (Y) (KW)	Beban Puncak sesaat Berdasarkan *Headway* (Z1) (KW)	Beb an Pun cak sesa at berd asar kan Arus Max (Z2) (KW)	Beban yang dibutuhkan (Zn)		Kapasitas daya *Transformer* Rectifier		Keterangan
										KW	KVA	KW	KVA	
1	*Headway* normal 10 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	1	836,1	49,156	83,625	533,140	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	2	1672,2	69,517	334,50	1605,92	2307	922,8	1025,3	3000	3333,3	Cukup
2	*Headway* normal 3 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	1	836,1	49,156	278,75	1099,44	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	2	1672,2	69,517	1115	3436,28	2307	1374,5	1527,2	3000	3333,3	Cukup
3	*Headway* normal 2 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	1	836,1	49,156	418,12	1423,26	1153	569,3	632,5	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	2	1672,2	69,517	1672,5	4515,4	2307	1806,16	2006,8	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	3	2508,4	85,14	3763,1	8985,9	3461	3594,3	3993,7	3000	3333,3	Tidak
4	*Headway* normal 10 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	1	836,1	49,156	76,38	505,98	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	2	1672,2	69,517	305,55	1520,7	2307	922,8	1025,3	3000	3333,3	Cukup
5	*Headway* normal 3 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	1	836,1	49,156	254,6	1038	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	2	1672,2	69,517	1018,5	3237	2307	1294,8	1438,6	3000	3333,3	Cukup
6	*Headway* normal 2 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	1	836,1	49,156	381,94	1922,2	1153	768,8	854,3	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	2	1672,2	69,517	1527,7	4244,8	2307	1697,9	1886,5	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	3	2508,4	85,14	3437,5	8429,2	3461	3371,6	3746,3	3000	3333,3	Tidak

KESIMPULAN

Gardu traksi Boulevard Selatan pada kondisi normal yaitu ketika gardu traksi sebelah kiri dan kanan stasiun Boulevard Selatan bekerja sebagaimana mestinya untuk keperluan operasional, serta kemampuan gardu traksi Boulevard Selatan pada kondisi abnormal yaitu ketika gardu traksi sebelah kiri dan kanan gardu traksi Boulevard Selatan terjadi pemadaman dimana suplai daya

harus ditanggung oleh gardu traksi Boulevard Selatan untuk kebutuhan operasional. Pada kondisi sekarang gardu traksi Boulevard Selatan mampu menyuplai daya yang dibutuhkan untuk pola operasi eksisting baik kondisi normal dan abnormal selama Gardu traksi > Pbeban atau nilai pembebanan dibawah 3000 KW.

DAFTAR PUSTAKA

[1] C. P. Asmoro and Sudarwati, "Analisa Efektifitas Pola Operasi Mrt Jakarta Dengan Headway 10 Menit Saat Pandemi: Analysis Of The Effectiveness Of Jakarta Mrt Operating Patterns With 10 Minutes Headway During Pandemic," *J. Tek. SIPIL-Arsit.*, vol. 20, no. 2, pp. 129–135, Nov. 2021, doi: 10.54564/jtsa.v20i2.91.

[2] D. González and F. Manzanedo, "Power losses minimization in D.C. electric railways by means of traction substations coordinated voltage control," in IET Conference on Railway Traction Systems (RTS 2010), Birmingham, UK: IET, 2010, pp. 24–24. doi: 10.1049/ic.2010.0030.

[3] H. Novak, V. Lesic, and M. Vasak, "Hierarchical coordination of trains and traction substation storages for energy cost optimization," in 2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Yokohama: IEEE, Oct. 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/ITSC.2017.8317787.

[4] S. Triwijaya, "Optimization of Alternating Current Power Flow Analysis in Railway Electrical System: A Brief Review".

[5] L. D. Asrar and F. Adhari, "Kapasitas Gardu Traksi Mengurangi Headway Operasional Krl Jalur Yogyakarta Lintas Solo– Klaten".

[6] E. Suherman and H. U. Amri, "Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan Krl Jalur Pasar Minggu-Lenteng Agung".

[7] D. Gookin, Word 2*016 For Professionals For Dummies*. In For Dummies. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016.

[8] D. Graffox, "IEEE Citation Reference," Sep. 2009. [Online]. Available: https://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf

[9] A. E. Hakim, "Rancang Bangun Kendali Perangkat Elektronika Menggunakan Komunikasi Bluetooth Berbasis Arduino Dengan Interface Android," JEECAE J. Electr. *Electron. Control Automot. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 89–94, May 2017, doi: 10.32486/jeecae.v2i1.61.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7344

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja dengan Metode Penilaian Behaviorally Anchored Rating Scale

Intan Dzikria[1], Tengku Bintang Zaky Irmaysa[2]

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya[1], Program Studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya[2]
e-mail: intandzikria@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

Performance-based remuneration system is an important need in human resource management in higher education to ensure fairness and transparency in incentive provision. This study aims to design and build a remuneration information system using the Behaviorally Anchored Rating Scale (BARS) method to improve the objectivity of employee performance assessment. BARS has been used by various studies to evaluate teaching, team, and corporate performance. The waterfall method is used in system development, with stages of requirement analysis, design, implementation, and testing. The results of the study indicate that the BARS method can reduce subjectivity in performance evaluation through the use of well-defined anchors. The system successfully automates the performance assessment process and remuneration calculation, which were previously done manually, thereby increasing efficiency and transparency. Blackbox testing shows that all functional requirements of the system have been met properly. The contribution of this study to the academic world is as a case study of the implementation of the BARS method in a remuneration information system. Meanwhile, for industry, this system offers a solution that can be applied to improve the quality of human resources through more objective and behavior-based performance evaluation. Further development can be done by expanding the assessment indicators to improve the accuracy of the system.

Keywords: *Remuneration, Performance, Behavior Based Rating Scale, Information System, Waterfall*

ABSTRAK

Sistem remunerasi berbasis kinerja menjadi kebutuhan penting dalam pengelolaan sumber daya manusia di perguruan tinggi untuk memastikan keadilan dan transparansi dalam pemberian insentif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi remunerasi menggunakan metode Behaviorally Anchored Rating Scale (BARS) guna meningkatkan objektivitas penilaian kinerja karyawan. BARS telah digunakan oleh berbagai penelitian untuk mengevaluasi kinerja pengajaran, tim, dan perusahaan. Metode waterfall digunakan dalam pengembangan sistem, dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BARS mampu mengurangi subjektivitas dalam evaluasi kinerja melalui penggunaan anchor yang telah terdefinisi dengan baik. Sistem berhasil mengotomatisasi proses penilaian kinerja dan perhitungan remunerasi, yang sebelumnya dilakukan secara manual, sehingga meningkatkan efisiensi dan transparansi. Pengujian blackbox menunjukkan bahwa semua kebutuhan fungsional sistem telah terpenuhi dengan baik. Kontribusi penelitian ini terhadap dunia akademis adalah sebagai studi kasus implementasi metode BARS dalam sistem informasi remunerasi. Sementara itu, bagi industri, sistem ini menawarkan solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas SDM melalui evaluasi kinerja yang lebih objektif dan berbasis perilaku. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan memperluas indikator penilaian untuk meningkatkan akurasi sistem.

Kata kunci: Remunerasi, Kinerja, Behaviorally Anchored Rating Scale, Sistem Informasi, Waterfall

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan infrastruktur yang pesat telah meningkatkan kebutuhan sistem informasi di berbagai sektor, termasuk perguruan tinggi di Indonesia [1]. Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan sumber daya manusia adalah penentuan remunerasi berbasis kinerja yang objektif. Remunerasi, baik dalam bentuk moneter maupun non-moneter, memegang peran krusial dalam meningkatkan kepuasan dan motivasi kerja karyawan [2]. Namun, studi sebelumnya menunjukkan bahwa prosedur penilaian kinerja yang subjektif masih sering terjadi, terutama di lingkungan akademik [3]. Hal ini berpotensi menimbulkan ketidakadilan dan ketidakpuasan karyawan, sesuai dengan teori keadilan [4] yang menyatakan bahwa ketimpangan antara kontribusi dan imbalan dapat menurunkan motivasi kerja.

Penelitian terdahulu telah mengusulkan metode seperti Full Time Equivalent [5] dan Simple Additive Weighting [6] untuk menilai kinerja. Namun, metode tersebut belum sepenuhnya mengatasi subjektivitas dalam mengevaluasi perilaku kerja. Oleh karena itu, penelitian ini mengadopsi Behaviorally Anchored Rating Scale (BARS), metode penilaian berbasis perilaku yang telah terbukti meningkatkan objektivitas dan transparansi di sektor korporasi [7]. Penelitian [8] mengungkapkan bahwa BARS tidak mudah terpengaruh dampak leniensi dan memiliki rating dimensi yang independen.

Sistem informasi remunerasi merupakan sistem yang digunakan untuk mengelola dan mengontrol pembayaran kepada karyawan berdasarkan kinerja. BARS dapat digunakan untuk melakukan penilaian kinerja berdasarkan perilaku individu [9] di dalam sebuah sistem informasi remunerasi. Sistem informasi dibutuhkan akibat perhitungan evaluasi beban kerja dan kinerja yang seringnya membutuhkan waktu lama dan perhitungan yang sangat rumit [5]. Menurut [10], dibandingkan dengan metode lainnya BARS memiliki potensi paling besar untuk menjadi bagian integral dari fungsi manajemen sumber daya manusia dan berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan organisasi.

Dalam penilaian BARS, dimensi kinerja utama perlu diidentifikasi terlebih dahulu dan disusun sebagai anchor, dimana merupakan perilaku yang menunjukkan kinerja untuk setiap dimensi dan disusun dari nilai tertinggi hingga terendah [11]. Anchor tersebut dapat berupa *critical incident* yang diperoleh melalui analisis jabatan di lingkungan perusahaan.

Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem remunerasi berbasis kinerja dengan penilaian menggunakan metode BARS. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu studi

kasus penerapan BARS untuk sistem remunerasi. Di sisi lain, hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi acuan dalam pengembangan sistem remunerasi berbasis kinerja, yang menghasilkan penilaian secara objektif.

METODE

Untuk mendukung penelitian. Penelitian ini menggunakan teknik observasi dan studi literatur dalam proses pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berupa informasi dari berbagai institusi pendidikan tinggi terkait karakteristik penilaian yang nantinya dapat digunakan sebagai anchor dalam metode BARS. Studi literatur dilakukan peneliti dengan cara melakukan studi mengenai remunerasi, beban kerja, metode BARS serta sistem remunerasi.

Sebelum menerapkan BARS dalam bentuk algoritma, penelitian ini membutuhkan data kriteria yang didapatkan dari proses wawancara dan observasi. Kriteria yang digunakan tertera pada Tabel 1. Di sisi lain, penelitian ini juga mendapatkan data skala remunerasi apabila skor BARS telah ditentukan berdasarkan kebutuhan pengguna.

Tabel 1. Tabel kriteria atau anchor

Kriteria	Deskripsi	Skala
Komunikasi	Tidak ahli dalam Komunikasi	1
	Kurang terampil dalam Komunikasi	2
	Cukup mampu dalam Komunikasi	3
	Sangat terampil dalam Komunikasi	4
	Ahli dan unggul dalam Komunikasi	5
Bertanggung Jawab	Tidak ahli dalam Bertanggung Jawab	1
	Kurang terampil dalam Bertanggung Jawab	2
	Cukup mampu dalam Bertanggung Jawab	3
	Sangat terampil dalam Bertanggung Jawab	4
	Ahli dan unggul dalam Bertanggung Jawab	5
Kepemimpinan	Tidak ahli dalam Kepemimpinan	1
	Kurang terampil dalam Kepemimpinan	2
	Cukup mampu dalam Kepemimpinan	3
	Sangat terampil dalam Kepemimpinan	4
	Ahli dan unggul dalam Kepemimpinan	5

Model proses pengembangan perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah metode waterfall, dengan beberapa tahapan utama yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan [12].

Perancangan sistem ini dilakukan dengan merancang berbagai diagram menggunakan Draw.IO serta merancang desain antarmuka menggunakan Figma. Rancangan disesuaikan dengan hasil analisis kebutuhan sistem. Kemudian, sistem dibangun dengan menggunakan framework Laravel untuk mengimplementasikan sistem remunerasi kinerja berbasis web. Usai sistem terbangun, pengujian blackbox digunakan oleh penelitian ini untuk memastikan fungsionalitas sistem yang terbangun telah sesuai dengan yang telah direncanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan dan Pemodelan Sistem

Penelitian melakukan analisis sistem dengan beberapa diagram utama, yaitu diagram alir pengguna (user flow), diagram kasus penggunaan (use case), diagram aktivitas (activity), dan

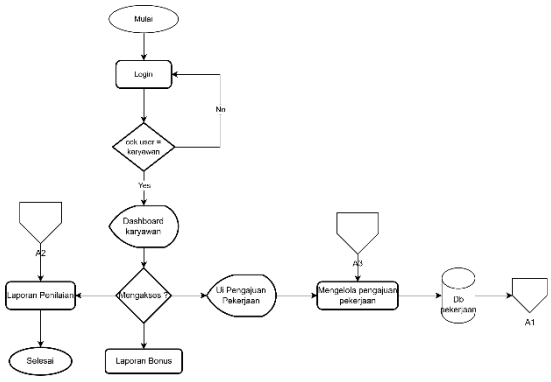
diagram sequence yang berbasiskan pada kebutuhan fungsional dan non fungsional sistem. Penelitian ini menghasilkan 11 kebutuhan fungsional dan 12 kebutuhan non fungsional.

Sistem remunerasi berbasis BARS ini dibangun dengan framework Laravel, yang memberikan fleksibilitas dan skalabilitas dalam pengembangan aplikasi berbasis web. Sistem ini berfokus pada evaluasi perilaku kerja (*behavioral assessment*) melalui anchor yang terdefinisi jelas, yaitu pengambilan keputusan, keterampilan manajemen waktu, dan kemampuan berkomunikasi. Penentuan anchor mengacu pada hasil observasi dan studi literatur.

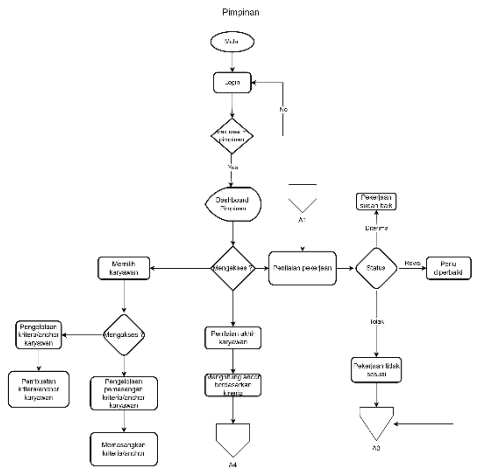
Penelitian ini merancang tiga diagram alir untuk menggambarkan aliran penggunaan sistem oleh pengguna. Pengguna dari sistem remunerasi berbasis kinerja ini adalah karyawan, pimpinan, assessor, dan bagian keuangan institusi. Gambar 2 menunjukkan *user flow* karyawan, dimana berfokus pada proses karyawan dalam mengajukan bukti pekerjaan dan melihat hasil remunerasi berbasis kinerja dalam bentuk laporan. Pengajuan bukti pekerjaan dikirimkan ke pimpinan untuk dilakukan penilaian.

Gambar 3 menunjukkan *user flow* pimpinan yang dapat membuat anchor atau kriteria penilaian untuk setiap karyawan. Anchor tersebut digunakan untuk melakukan penilaian atas pekerjaan yang telah dilakukan karyawan oleh pimpinan. Dalam hal ini, pimpinan juga merupakan kepala unit dari karyawan yang bersangkutan dan setiap karyawan dapat memiliki beberapa pimpinan. Sebelum penilaian dilakukan, pimpinan dapat melakukan penolakan, penerimaan, atau revisi pada pekerjaan karyawan. Setiap periode yang telah ditentukan perusahaan, pimpinan dapat memberikan penilaian untuk nantinya divalidasi oleh bagian keuangan. Sehingga, remunerasi dapat diberikan sesuai dengan hasil penilaian.

Di sisi lain, penelitian ini juga menghasilkan beberapa model rancangan sistem yang digunakan sebagai dasar untuk pengembangan sistem, diantaranya adalah 5 *use case diagram, 7* diagram aktivitas, dan 6 diagram sequence. Sebelum pengembangan sistem dilakukan, penelitian ini juga membuat *low fidelity prototype* yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 2 Diagram User Flow Karyawan



Gambar 3 Diagram User Flow Pimpinan

Penilaian BARS

Pada sistem remunerasi kinerja ini, penilaian BARS digunakan saat pengguna telah melakukan pengisian kriteria penilaian yang nantinya digunakan oleh pimpinan dan assessor. Penelitian ini menggunakan penilaian 3 orang penilai yang merupakan gabungan dari pimpinan

dan asesor, dengan proses yang mengacu pada penelitian [13], sebagai berikut dengan Gambar 4 menunjukkan penerapan algoritma BARS dalam bentuk pseudocode:

1) Menghitung total skor kriteria yang dinilai oleh pimpinan dan assessor:
   a. Menjumlahkan semua skor individu dari penilaian dengan Rumus (1)

$$total\ Score\ =\ \sum(skor\ individu) \quad (1)$$

   b. Menghitung persentase skor dengan rumus (2)

$$score\ Percentage\ =\ \frac{total\ Score}{jumlah\ penilaian}\ x\ 100\% \quad (2)$$

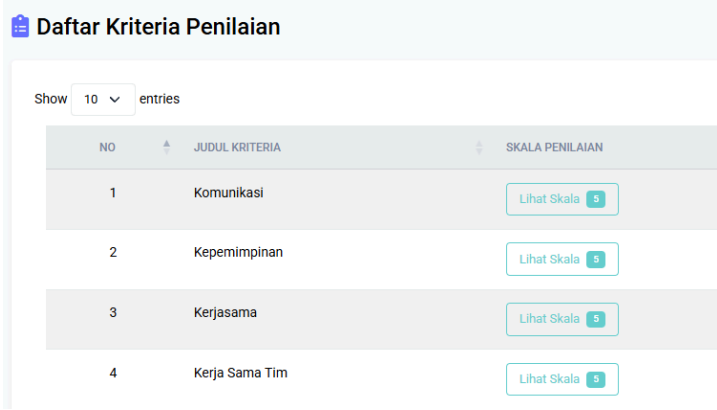
2) Menentukan persentase remunerasi berdasarkan persentase skor
   a. Jika % remunerasi >= 80% maka remunerasi yang diterima 20%
   b. Jika % remunerasi 60% <= x < 80% maka remunerasi yang diterima 15%
   c. Jika % remunerasi 40% <=x<60% maka remunerasi yang diterima 10%
   d. Jika % remunerasi 20% <= x <40 maka remunerasi yang diterima 5%
3) Menghitung jumlah remunerasi dengan rumus (3)

$$Jumlah\ Remunerasi\ =\ \left(\frac{\%\ Remunerasi}{100}\right)X\ Gaji \quad (3)$$

Proses penilaian menggunakan metode BARS ini dimulai dengan membuat kriteria atau anchor yang harus sesuai dengan perilaku atau behavior karyawan. Setiap kriteria diberi skala untuk proses penilaian oleh Pimpinan seperti yang ada pada Tabel 1. Implementasi penentuan kriteria di dalam sistem informasi ditunjukkan pada Gambar 5. Kriteria tersebut dapat berubah sesuai dengan ketentuan manajemen perusahaan.

```
$totalScore = $assessments->sum('score');
$scorePercentage = $totalScore / $assessments->count();
if ($scorePercentage >= 80) {
    $bonusPercentage = 20; }
elseif ($scorePercentage >= 65) {
    $bonusPercentage = 15; }
elseif ($scorePercentage >= 45) {
    $bonusPercentage = 10; }
elseif ($scorePercentage >= 25) {
    $bonusPercentage = 5;  }
else {
    $bonusPercentage = 0;  }
$employee = User::findOrFail($userId);
$salary = $employee->monthly_salary;
$bonusAmount = ($bonusPercentage / 100) * $salary;
```

Gambar 4 Penerapan Algoritma BARS

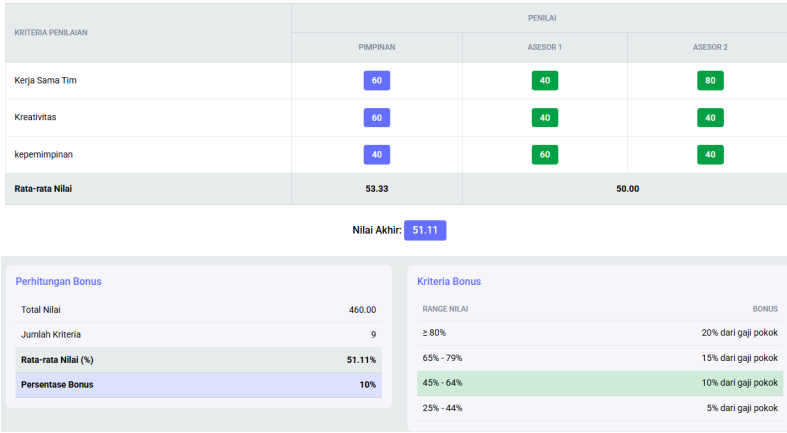


Gambar 5 Antarmuka penentuan kriteria atau anchor

Pimpinan dan dua orang assessor dapat menilai seorang karyawan di setiap unitnya. Tabel 2 merupakan contoh perhitungan penilaian dengan menggunakan Rumus (1) untuk mendapatkan persentase skor. Gambar 6 menunjukkan implementasi penilaian di dalam sistem informasi.

Tabel 2 Perhitungan penilaian bonus

Penilai	Jumlah Kriteria	Skor Maks	Skor Penilai	% Skor
Pimpinan	3	15	8	51.11 %
Assessor 1		15	7	
Assessor 2		15	8	
Total		45	23	



Gambar 6. Antarmuka Perhitungan Remunerasi

Setelah mendapatkan persentase skor, maka Rumus (2) digunakan untuk menentukan persentase bonus yang karyawan tersebut dapatkan. Sehingga apabila gaji karyawan tersebut adalah sebesar Rp 3.000.000 dan rumus (2) menghasilkan bonus sebesar 10%, maka remunerasi karyawan tersebut adalah Rp 300.000.

Pengujian Sistem

Penelitian ini melakukan pengujian pada system yang telah dibangun menggunakan metode blackbox. Pengujian dilakukan pada kebutuhan fungsional untuk mengetahui ketercapaian kebutuhan pada sistem informasi. Dari keseluruhan skenario uji, didapatkan hasil 100% skenario uji telah lolos uji dan menunjukkan bahwa sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem remunerasi berbasis kinerja menggunakan metode Behaviorally Anchored Rating Scale (BARS) untuk meningkatkan objektivitas penilaian kinerja karyawan. Penelitian ini menggunakan metode waterfall dalam pengembangan sistem informasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BARS mampu memberikan penilaian kinerja yang lebih objektif dan transparan melalui penggunaan anchor yang terdefinisi dengan baik.

Sistem yang dikembangkan berhasil mengimplementasikan perhitungan remunerasi berbasis BARS dengan skala penilaian 1 hingga 5 yang bersifat transparan, sehingga karyawan dapat mengetahui target yang harus dipenuhi untuk mendapatkan remunerasi yang lebih baik. Sistem ini juga berhasil mengotomatisasi proses penilaian kinerja yang sebelumnya dilakukan secara manual, sehingga mempercepat proses evaluasi dan meningkatkan objektivitas penilaian.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal kompleksitas kriteria penilaian yang digunakan. Beberapa indikator kinerja tambahan mungkin perlu ditambahkan untuk memberikan penilaian yang lebih komprehensif. Penelitian selanjutnya dapat mengoptimalkan sistem dengan menambahkan lebih banyak kriteria penilaian dan mengintegrasikan metode penilaian kinerja lainnya. Di sisi lain, BARS memiliki kekurangan dalam hal penilaian yang dapat menjadi bias apabila penilaian dilakukan oleh satu orang, sehingga pada sistem remunerasi kinerja ini penelitian menggunakan minimal tiga orang penilai, yang berasal tidak hanya dari pimpinan tapi melainkan juga dari assessor yang ditentukan secara objektif oleh perusahaan. Penelitian selanjutnya di masa depan dapat melakukan evaluasi atas hasil penilaian BARS apabila dilakukan oleh lebih dari dua orang.

Meskipun memiliki beberapa kekurangan, hasil penelitian ini memberikan kontribusi akademis sebagai salah satu implementasi metode BARS dalam sistem informasi remunerasi. Penelitian ini juga memberikan kontribusi praktis bagi industri dengan menghasilkan sistem informasi remunerasi yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk meningkatkan kualitas SDM melalui sistem penilaian kinerja yang lebih objektif dan transparan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Budiyanto and D. B. Setyohadi, “Strategic information system plan for the implementation of information technology at Polytechnic ‘API’ Yogyakarta,” in *2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2017*, 2017. doi: 10.1109/CITSM.2017.8089267.

[2] R. Y. Angliawati, “Peran Remunerasi Terhadap Kualitas Pelayanan Publik: Theoretical Review,” *Ecodemica*, vol. 4, no. 2, pp. 203–213, 2016, [Online]. Available: http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ecodemica

[3] S. N. Amida and T. Kristiana, “Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Pegawai Dengan Menggunakan Metode Topsis,” *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)*, vol. 2, no. 3, pp. 193–201, 2019, doi: 10.36085/jsai.v2i3.415.

[4] J. S. Adams, “Towards an understanding of inequity,” *J Abnorm Soc Psychol*, vol. 67, no. 5, pp. 422–436, 1963, doi: 10.1037/h0040968.

[5] I. Dzikria, M. M. Ardan, and R. N. Ripando, "Sistem Remunerasi Berbasis Kinerja Menggunakan Metode Full Time Equivalent dan Simple Additive Weighting," in *Seminar Nasional TEKNOKA*, 2023, pp. 131–139.

[6] I. P. Pratiwi, F. X. Ferdinandus, and A. D. Limantara, "Sistem Pendukung Keputusan Penerima Program Keluarga Harapan (PKH) Menggunakan Metode Simple Additive Weighting," *Jurnal Teknik Informatika, Sistem Informasi, dan Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 2580–2399, 2019.

[7] D. Saputra, A. Sucipto, M. A. K. Masputra, and H. R. A. Siregar, "Implementasi Metode BARS (Behaviorally Anchored Rating Scale) Pada Sistem Penilaian Kinerja Pegawai (Studi Kasus : Pt. Laksana Aneka Sarana)," *Telefortech*, vol. 3, no. 1, pp. 2774–5384, 2022.

[8] D. P. Schwab, H. Heneman, and T. A. DeCotiis, "Behaviorally Anchored Rating Scales: a Review of the Literature," *Pers Psychol*, vol. 1, pp. 222–224, 1975.

[9] Y. Dharma Putra, I. N. S. Kumara, N. W. S. Ariyani, and I. B. A. Swamardika, "Literature Review Analisis Kinerja SDM Menggunakan Metode Behaviorally Anchored Rating Scale (BARS)," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 1, pp. 103–112, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p12.

[10] S. C. Debnath, B. B. Lee, and S. Tandon, "Fifty years and going strong: What makes Behaviorally Anchored Rating Scales so perennial as an appraisal method?," *International Journal of Business and Social Science*, vol. 6, no. 2, 2015.

[11] N. Sari and E. Mardalena, "Penilaian Kinerja Karyawan Dengan Menggunakan Metode Behaviorally Anchor Rating Scale Di Pengandonan Kecamatan Ulu Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu (Studi Kasus Pada PT. Barus Familly Jaya)," *Jurnal Manajemen Bisnis Ubara*, vol. 2, no. 1, pp. 36–46, 2021.

[12] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th Editi. Pearson, 2016.

[13] E. Rouza and B. Yanto, "Penerapan BARS (Behaviorally Anchor Rating Scale) Berbasis Web Dalam Penilaian Kinerja Karyawan," *ZONAsi: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 115–129, 2019, doi: 10.31849/zn.v1i2.3690.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7345

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Design Thinking pada Analisis dan Perancangan *High Fidelity Prototype* Dashboard Sistem Pengambilan Keputusan Perguruan Tinggi

Intan Dzikria[1], Okky Dio Ananda[2]

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya[1], Program Studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya[2]
e-mail: intandzikria@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

The growth of data volume in higher education institutions necessitates a decision-making system capable of integrating various academic and non-academic data sources to support strategic decision-making. This study aims to analyze the decision support system requirements in higher education institutions and design a data-driven high fidelity prototype dashboard using the design thinking method. This method consists of five main stages: empathize, define, ideate, prototype, and testing. Data were collected through interviews with nine stakeholders from different institutional units, resulting in 74 functional requirements and 12 non-functional requirements. The results indicate that the developed high fidelity prototype meets user needs and was evaluated using the System Usability Scale (SUS), achieving a usability score of 89.5, indicating an excellent level of usability. The limitation of this study is that the system has not yet been fully implemented within the institution's information system. This research contributes to academia by providing a reference for designing decision support systems based on design thinking, while for the industry, it serves as a foundation for developing data-driven decision support systems (DSS). The findings are expected to help higher education institutions adopt more effective and data-driven decision-making systems.

Keywords: *Dashboard system; user interface design; high fidelity prototype; design thinking*

ABSTRAK

Pertumbuhan volume data di perguruan tinggi memerlukan sistem pengambilan keputusan yang mampu mengintegrasikan berbagai sumber data akademik dan non-akademik untuk mendukung pengambilan keputusan strategis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan sistem pengambilan keputusan di perguruan tinggi dan merancang high fidelity prototype dashboard berbasis data menggunakan metode design thinking. Metode ini terdiri dari lima tahap utama: empathize, define, ideate, prototype, dan testing. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan sembilan narasumber dari berbagai unit kerja di perguruan tinggi, menghasilkan 74 kebutuhan fungsional dan 12 kebutuhan non-fungsional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa high fidelity prototype yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan diuji menggunakan System Usability Scale (SUS), memperoleh skor usability sebesar 89,5, menunjukkan tingkat kegunaan yang sangat baik. Keterbatasan penelitian ini adalah belum adanya implementasi penuh dalam sistem informasi perguruan tinggi. Kontribusi penelitian ini terhadap akademisi adalah sebagai referensi perancangan sistem pengambilan keputusan berbasis design thinking, sedangkan bagi industri, penelitian ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan solusi decision support system (DSS) berbasis data. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu perguruan tinggi dalam mengadopsi sistem pengambilan keputusan yang lebih efektif dan berbasis data.

Keywords: *Dashboard system; user interface design; high fidelity prototype; design thinking*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan atas volume data di perguruan tinggi yang sejajar dengan meningkatnya jumlah penambahan data akibat proses bisnis yang berkembang, menyebabkan kebutuhan atas integrasi data dari berbagai sumber untuk membantu pengambilan keputusan. Perguruan tinggi memiliki berbagai sumber data baik data akademik maupun non akademik seperti kemahasiswaan, kerjasama, penelitian, pengabdian masyarakat, penjaminan mutu, sarana prasarana, dan keuangan. Berbagai sumber data tersebut apabila diintegrasikan dapat digunakan sebagai salah satu bagian penting dalam pengambilan keputusan pimpinan tertinggi unit kerja maupun perguruan tinggi.

Sistem manajemen *cockpit* atau disebut sebagai dashboard untuk *executive decision making* merupakan sebuah tampilan pada satu monitor komputer penuh, yang berisi informasi yang bersifat kritis, agar pengguna dapat melihatnya dengan segera [1], dengan menerapkan *decision support system* (DSS) atau sistem pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan bersifat tunggal untuk menyelesaikan permasalahan yang spesifik, atau dapat bersifat ganda dimana mencakup lebih dari masalah [2]. Menurut [3], pengambilan keputusan mengandung empat unsur yang saling berkaitan, yaitu model masalah kuantitatif dan kualitatif, kriteria keputusan, batasan pemecahan masalah, dan optimalisasi bahwa kriteria dan batasan sudah memenuhi keinginan. Berbagai penelitian mencoba untuk membuat sistem pengambilan keputusan dengan menggunakan berbagai metode, seperti penelitian [4] untuk pengambilan keputusan gaji karyawan dan penelitian [5] untuk pengambilan keputusan pemberian beasiswa.

Sistem pengambilan keputusan perguruan tinggi memiliki peran penting dalam perencanaan strategis dan pengelolaan sumber daya sehingga memungkinkan evaluasi berbagai strategi berbasiskan kepada data [6]. Sistem pengambilan keputusan perguruan tinggi merupakan sebuah sistem yang sangat berharga dalam menyajikan data penting secara menyeluruh, seperti rasio penerimaan mahasiswa baru, peningkatan akademik mahasiswa, keterpenuhan rasio dosen, proses penjaminan mutu, dan lain sebagainya.

Namun, banyak perguruan tinggi yang belum menerapkan sistem pengambilan keputusan untuk mendukung keputusan strategis pimpinan berbasiskan data. Berbagai faktor menjadi penyebabnya, seperti keterbatasan sumber daya baik sumber daya manusia dalam hal pengembangan sistem hingga sumber daya finansial, serta keterbatasan kemampuan dalam menerjemahkan kebutuhan integrasi berbagai sumber data ke dalam *dashboard* sistem pengambilan keputusan tersebut. Penelitian terdahulu membuat sistem *dashboard* untuk data akademik [7], [8], [9] namun belum menerapkan kebutuhan atas pengambilan Keputusan serta belum menggunakan metode *design thinking.*

Penerjemahan kebutuhan perguruan tinggi dapat dilakukan dengan metode *design thinking.* Metode ini terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu *empathize, define, ideate, prototype,* dan *testing* [10]. Metode ini bertujuan untuk membantu pengguna dalam memadankan antara kebutuhan dengan sistem yang akan dibangun dalam bentuk *high fidelity prototype.* Berbagai penelitian telah menggunakan metode *design thinking* untuk berbagai kebutuhan perancangan desain antarmuka dan pengalaman pengguna sistem informasi [10], [11], dengan hasil *high fidelity prototype* yang dapat dilanjutkan ke dalam proses pengembangan sistem oleh tim pengembang.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kebutuhan perguruan tinggi atas sistem pengambilan keputusan dan merancang *high fidelity prototype* yang berbagai sumber data perguruan tinggi, dengan menggunakan metode design thinking. Hasil penelitian ini diharapkan mampu untuk menjadi acuan berbagai perguruan tinggi dalam mengembangkan *dashboard* sistem pengambilan keputusan sesuai dengan kebutuhan dan proses bisnis perguruan tinggi yang berbeda satu dengan yang lainnya.

METODE

Metode *design thinking* digunakan pada penelitian ini untuk mendukung terbentuknya *high fidelity prototype* dashboard sistem pendukung keputusan perguruan tinggi. Terdapat lima tahapan utama di dalam metode *design thinking* yakni *Empathize, Define, Ideate, Prototype dan Testing* [10], [12].

Empathize merupakan tahapan pertama yang bertujuan untuk memahami perasaan dan permasalahan pengguna [11]. Penelitian ini melaksanakan wawancara terbuka dengan sembilan narasumber yang merupakan perwakilan pengguna sistem dan berasal dari berbagai unit kerja di dalam sebuah perguruan tinggi, sehingga dapat menjadi persona dalam desain *prototype* penelitian ini. Penelitian ini juga melakukan observasi dan studi literatur untuk mendapatkan wawasan mendalam tentang kebutuhan pengguna.

Tahapan kedua adalah *define,* yang bertujuan untuk mendefinisikan permasalahan dan kebutuhan pengguna, serta menghasilkan daftar kebutuhan fungsional dan non fungsional [11] sistem *dashboard* pengambilan keputusan perguruan tinggi, berdasarkan proses *empathize* yang telah dilaksanakan.

[11] mendefinisikan tahap *ideate* sebagai tahapan dimana proses pengembangan ide dan desain dimulai dengan membuat berbagai pemodelan diagram. Penelitian ini menggunakan diagram alir, diagram kasus penggunaan (*use case),* dan diagram aktivitas

Tahap keempat adalah *prototype* dimana merupakan tahapan desain *high fidelity prototype* [10]. Penelitian ini menggunakan Figma untuk membuat *prototype* yang sesuai dengan hasil pada tahap *define* dan *ideate.*

Hasil *high fidelity prototype* kemudian diuji pada tahap *testing* yang bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara desain dengan ekspektasi pengguna [11] Penelitian ini menggunakan metode pengujian *usability* untuk menilai kebergunaan *high fidelity prototype* yang telah dirancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

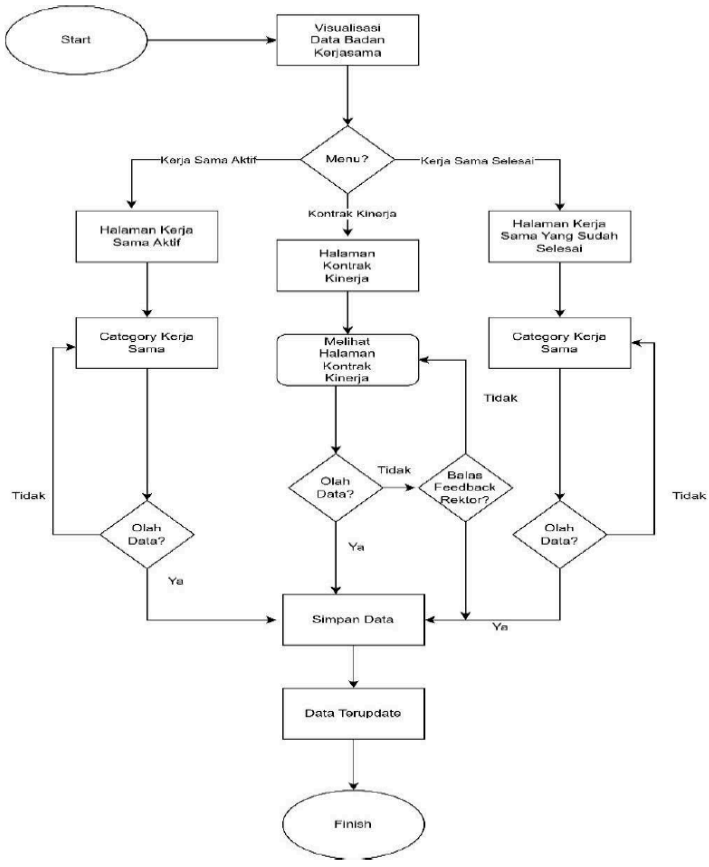
Empathize dan Define

Pada tahap *empathize,* penelitian ini membuat sembilan daftar pertanyaan untuk sembilan narasumber yang berbeda untuk pengumpulan informasi atas kebutuhan pengguna di perguruan tinggi. Hasil wawancara diolah secara kualitatif untuk diproses ke tahap *define* yang mendefinisikan 74 kebutuhan fungsional dan 12 kebutuhan fungsional untuk sembilan aktor yang berbeda. Kebutuhan fungsional sistem berpusat pada pengelolaan data dan visualisasi data untuk unit kerja yang berbeda di perguruan tinggi.

Misalnya, pada Badan Penjaminan Mutu pengelolaan dan visualisasi data difokuskan pada data audit dan monev, akreditasi, dan survei. Pada Badan Pengelolaan Sumber Daya Manusia difokuskan pada berbagai data dosen dan tenaga kependidikan. Sedangkan pada Biro Akademik difokuskan pada berbagai data mahasiswa dan proses akademik mahasiswa.

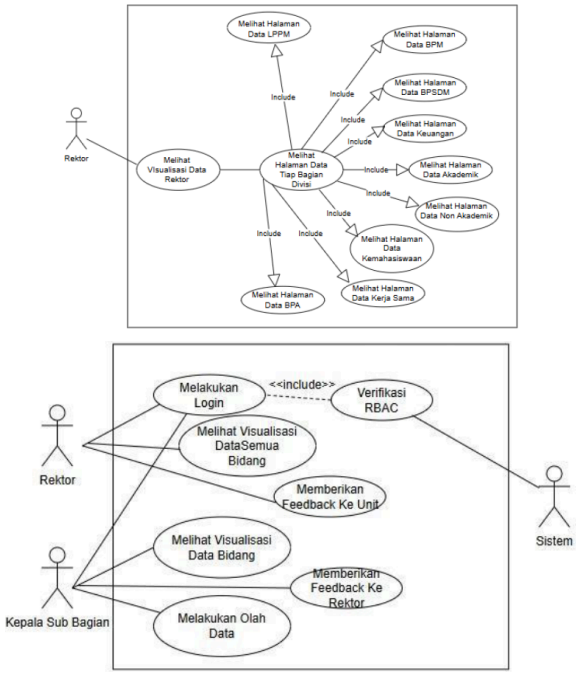
Ideate

Tahap *ideate* pada penelitian ini menghasilkan beberapa diagram, yaitu diagram alur, diagram *use case* dan diagram aktivitas. Terdapat 10 diagram alur yang dihasilkan dengan masing-masing diagram merepresentasikan aliran masing-masing aktor dalam menggunakan sistem. Gambar 1 (kiri) menunjukkan salah satu diagram alir yang merepresentasikan aliran penggunaan sistem oleh aktor Badan Kerjasama perguruan tinggi.

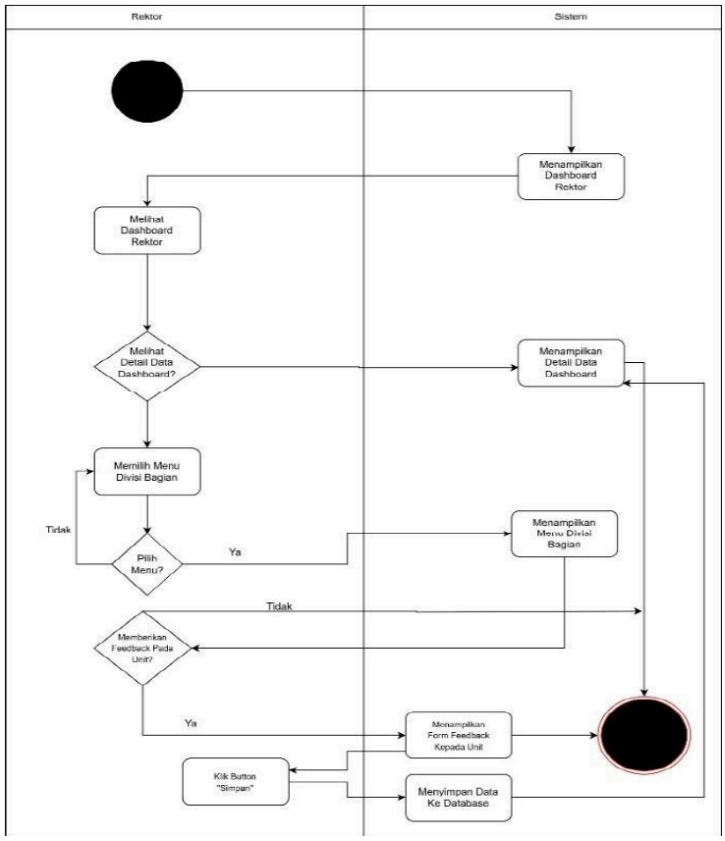


Gambar 1. Diagram alir aktor badan kerjasama

Penelitian ini juga menghasilkan 11 diagram *use case*, dengan contoh hasil pada Gambar 2 (a - kiri) merupakan diagram *use case* rektor dan (b - kanan) merupakan diagram *use case* peran umum. Diagram aktivitas menjadi turunan dari diagram *use case,* dimana penelitian ini menghasilkan tiga diagram aktivitas untuk seluruh peran dan rektor, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 yang mencontohkan diagram aktivitas rektor.



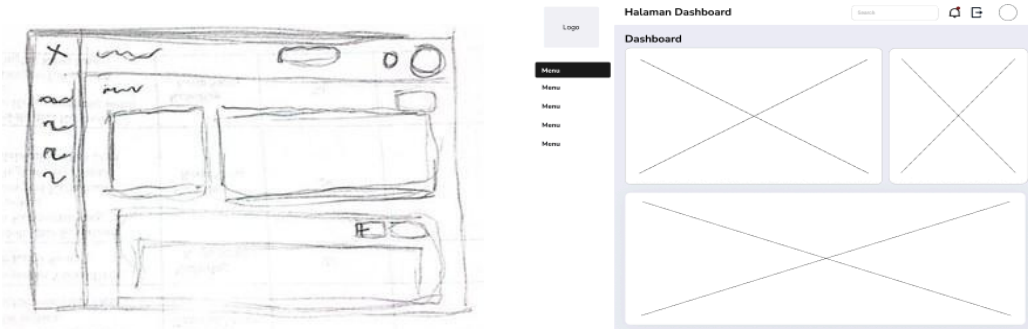
Gambar 2 (a - kiri) use case diagram aktor rektor (b - kanan) use case diagram umum



Gambar 3. diagram aktivitas aktor rektor

Prototype

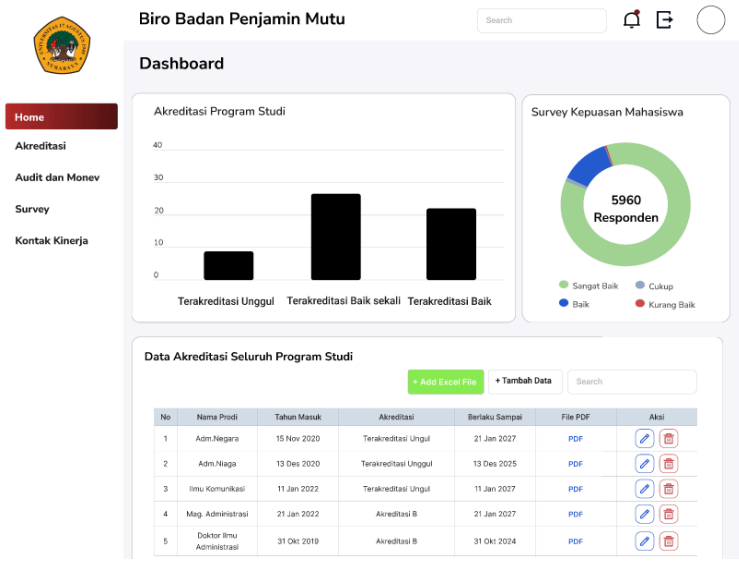
Penelitian ini mengembangkan beberapa ketepatan (*fidelity)* desain dalam melaksanakan proses *prototyping*, yaitu *low fidelity prototype, medium fidelity prototype, dan high fidelity prototype.* Perancangan *low fidelity prototype* dilakukan pada iterasi pertama *prototyping* dengan tujuan untuk memastikan kebutuhan pengguna dengan desain awal menggunakan sketsa kertas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 (a – kiri). Setelah melalui iterasi pertama, penelitian ini merancang *medium fidelity prototype* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 (a – kanan), dimana telah menggunakan software desain yaitu Figma. Tujuan perancangan *medium fidelity prototype* adalah untuk memindahkan sketsa kertas ke dalam bentuk digital sehingga ketepatan posisi layout dapat terlihat jelas walaupun masih dalam format *grayscale.*



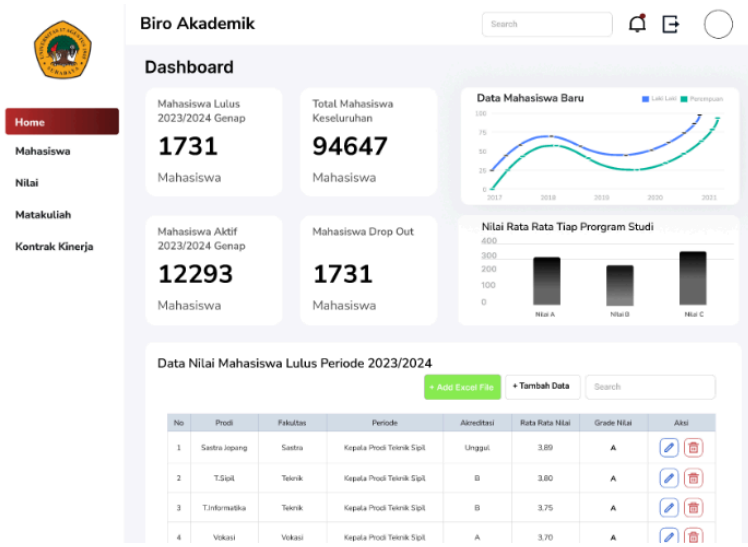
Gambar 4 (a – kiri) low fidelity prototype (b – kanan) medium fidelity prototype

Pada iterasi terakhir, penelitian ini menghasilkan *high fidelity prototype* yang telah menggunakan teori gestalt, layout, whitespace, dan warna, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Gambar 5 menunjukkan *dashboard* unit Badan Penjaminan Mutu perguruan tinggi yang menggambarkan berbagai data akreditasi, hasil audit dan money, hasil survey, dan hasil kontrak kinerja yang dapat diakses oleh pimpinan perguruan tinggi. Sedangkan Gambar 6 menunjukkan dashboard unit Biro Akademik perguruan tinggi, yang menunjukkan berbagai menu visualisasi data mahasiswa dan akademik.

High fidelity prototype telah melalui proses diskusi dengan sembilan narasumber untuk rancangan desain antarmuka yang berbeda untuk tiap unit kerja di perguruan tinggi. Diskusi tersebut menjadi acuan perbaikan *prototype* agar desain yang dirancang sesuai dengan kebutuhan berbagai aktor pengambilan keputusan di perguruan tinggi. Penelitian ini menghasilkan 152 desain antarmuka dalam bentuk *high fidelity prototype*.



Gambar 5. *High fidelity prototype dashboard* Badan Penjaminan Mutu



Gambar 5. *High fidelity prototype dashboard* Biro Akademik

Testing

System Usability Scale (SUS) digunakan pada penelitian untuk menguji kebergunaan rancangan *high fidelity prototype* yang telah dibuat. Kuesioner SUS yang digunakan mengacu pada penelitian [13], dimana berisi 10 pertanyaan dengan skala jawaban 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju). Penelitian ini memberikan kuesioner kepada sembilan responden dari unit yang berbeda sesuai dengan aktor sistem. Namun, sebelum kuesioner diberikan, responden diminta untuk mencoba menggunakan *high fidelity prototype* yang telah dirancang. Sehingga, SUS dapat diisi dengan objektif.

Hasil SUS testing menunjukkan bahwa rata-rata *usability* dari *high fidelity prototype* yang telah dirancang adalah bernilai 89,5. Angka tersebut menunjukkan bahwa hasil *usability* sangat baik dan sesuai dengan ekspektasi aktor sistem dashboard pengambilan keputusan perguruan tinggi.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengguna sistem dashboard pengambilan keputusan perguruan tinggi dan merancang *high fidelity prototype* berbasiskan pada berbagai sumber data yang dimiliki oleh perguruan tinggi. Penelitian ini menerapkan metode *design thinking* dalam melakukan analisis dan perancangan, dimana terdiri dari lima tahapan utama yaitu *empathize, define, ideate, prototype,* dan *testing.* Hasil wawancara, observasi, dan studi literatur digunakan untuk mendefinisikan 74 kebutuhan fungsional dan 12 kebutuhan fungsional. Definisi tersebut digunakan untuk menghasilkan ide rancangan model dalam bentuk diagram alir, *use case*, dan aktifitas yang selanjutnya digunakan untuk proses iterasi *prototyping.*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *design thinking* mampu menghasilkan *high fidelity prototype* yang sesuai dengan kebutuhan berbagai unit kerja di perguruan tinggi. Penelitian ini menghasilkan 152 desain antarmuka yang dikembangkan melalui tahapan iterasi *low fidelity, medium fidelity,* dan *high fidelity prototype* dengan menggunakan alat bantu desain

Figma. Pengujian menggunakan SUS testing yang melibatkan sembilan responden dari berbagai unit kerja dengan hasil kegunaan sangat baik pada nilai 89,5.

Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada bias pada hasil wawancara dan pengujian. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan subjektivitas yang tinggi pada responden. Sehingga, penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan prosedur wawancara dan pengujian yang lebih objektif.

Penelitian ini berkontribusi secara akademis sebagai salah satu studi kasus penerapan metode *design thinking* di lingkungan perguruan tinggi untuk sistem pendukung keputusan. Di sisi lain, dengan adanya penelitian ini, diharapkan perguruan tinggi dapat lebih mudah mengadopsi sistem pengambilan keputusan berbasis data guna meningkatkan efektivitas manajemen dan perencanaan strategis perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Ropianto, "Pemanfaatan Sistem Dashboard Pada Data Akademik Di Sekolah Tinggi Teknik (STT) Ibnu Sina Batam," JT-IBSI, 2017.

[2] Dr. H. Pasolong, *Teori Pengambilan Keputusan*. 2023.

[3] P. E. Sudjiman and L. S. Sudjimakn, "Analisis Sistem Informasi Manajemen Berbasis Komputer dalam Proses Pengambilan Keputusan," *Jurnal TeIKa*, vol. 8, no. 2, pp. 55–67, 2018, [Online]. Available: https://jurnal.unai.edu/index.php/teika/article/view/2327

[4] N. Marpaung, "Penerapan Metode Simple Additive Weighting Pada Sistem Pendukung Keputusan Untuk Rekomendasi Pemilihan Laptop," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 171–178, 2018.

[5] S. Eniyati, "Perancangan Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan untuk Penerimaan Beasiswa dengan Metode SAW (Simple Additive Weighting)," *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, vol. 16, no. 2, pp. 171–176, 2011.

[6] M. Abd-Elfattah, T. Alghamdi, and E. Amer, "DASHBOARD TECHNOLOGY BASED SOLUTION TO DECISION MAKING," 2014. [Online]. Available: www.tjprc.org

[7] M. Ropianto, "Pemanfaatan Sistem Dashboard Pada Data Akademik Di Sekolah Tinggi Teknik (STT) Ibnu Sina Batam," *Jurnal Teknik Ibnu Sina*, vol. 2, no. 2, pp. 67–71, 2017, doi: 10.36352/jt-ibsi.v2i2.62.

[8] I. Handayani, H. Kusumahati, and A. Nurul Badriah, "Pemanfaatan Google Spreadsheet sebagai Media Pembuatan Dashboard pada Official Site iFacility di Perguruan Tinggi," vol. 7, no. 2, p. 177, 2017.

[9] H. P. Prasetiya and M. Susilowati, "Visualisasi Informasi Data Perguruan Tinggi Dengan Data Warehouse Dan Dashboard System," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 298–308, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i3.504.

[10] H. Ilham, B. Wijayanto, and S. P. Rahayu, "Analysis and Design of User Interface/User Experience with The Design Thinking Method in the Academic Information System of Jenderal Soedirman University," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 17–26, 2021.

[11] I. Dzikria and N. A. Maharani, "Analisis Kebutuhan Arsitektur dan Desain Antarmuka Sistem Manajemen Risiko Berbasis Penelitian House of Risk pada Institusi Pendidikan," *Jurnal Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 31–39, 2024, [Online]. Available: https://journal.uhamka.ac.id/index.php/jutikom

[12] D. T. Widiatmoko and B. S. Utami, "Perancangan UI/UX Purwarupa Aplikasi Penentu Kualitas Benih Bunga Berbasis Mobile Menggunakan Metode Design Thinking (Studi Kasus PT Selektani)," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 19, no. 1, pp. 120–136, 2022, doi: 10.24246/aiti.v19i1.120-136.

[13] A. Saputra, "Penerapan Usability pada Aplikasi PENTAS Dengan Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 1, no. 3, pp. 206–212, 2019.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7619

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Metode Decision Tree Untuk Klasifikasi Berat Badan Obesitas

Tutuk Indriyani*, Chelvin Suprapto, Iqbal Izha Mahendra, Raditya Pratama, Muchamad Nurdin Wahyudi

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: tutuk @itats.ac.id

ABSTRACT

Obesity is a serious health problem and is one of the main factors causing chronic diseases such as diabetes, heart disease, and hypertension. Handling obesity requires a holistic and multidisciplinary approach, starting from notifying individuals at high risk of obesity. One method that can be used to classify obesity risk is to consider the individual's weight. In this study, the Decision Tree method was used to classify weight and identify factors that contribute to obesity. The C4.5 Algorithm decision tree is used to create a decision tree, the decision tree of an object classified in the tree must be tested for its Entropy and Gain values. The Entropy value is then calculated for the Gain value of each attribute, then the attribute with the highest Gain is selected as the test attribute of a node. The process carried out during classification is that the dataset is divided into two parts, namely Training data and Testing data, then the Entropy and Gain calculations are carried out to produce the Decision Tree C4.5 decision tree. The previous process produced classification results from the Testing data.The data setistaken from https://www.kaggle.com/datasets/denih1dayat/obesitas. The amount of data used for this study is 355. Based on the classification results, testing was carried out using Confusion Matrix to calculate Accuracy, Precision, Recall, F1_Score. The model successfully detected about 92% of all actual class examples in the dataset and the f1-score result was 0.89 which means the f1-score was 89%,

Keywords: *classification; Decision tree C4.5; Obesity, confusion matrix.*

ABSTRAK

Obesitas merupakan masalah kesehatan yang serius dan telah menjadi salah satu faktor utama

penyebab penyakit kronis seperti diabetes, penyakit jantung, dan hipertensi. Pengelolaan obesitas memerlukan pendekatan yang holistik dan multidisiplin, dimulai dari identifikasi individu yang berisiko tinggi mengalami obesitas. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi risiko obesitas adalah dengan mempertimbangkan berat badan individu.Dalam penelitian ini, metode *Decision Tree* digunakan untuk melakukan klasifikasi berat badan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap obesitas. Decision tree C4.5 algoritma yang digunakan untuk membuat decision tree (pohon keputusan), pohon keputusan sebuah obyek yang diklasifikasikan pada pohon wajib dites nilai Entropy dan Gainnya. Nilai Entropy tersebut kemudian dihitung nilai Gain masing-masing atribut, kemudian atribut dengan Gain tertinggi dipilih menjadi test atribut dari suatu node. Proses yang dilakukan saat klasifikasi adalah dataset dibagi menjadi dua bagian, data Training dan data Testing, kemudian menghitung Entropy dan Gain, sehingga menghasilkan pohon keputusan Decision Tree C4.5. Dari proses sebelumnya menghasilkan hasil klasifikasi dari data Testing. Dataset diambil dari https://www.kaggle.com/datasets/denih1dayat/obesitas. Jumlah data yang digunakan untuk penelitian berjumlah 355.Berdasarkan hasil klasifikasi di uji menggunakan Confusion Matrix untuk menghitung Accuracy, Precision, Recall, F1_Score. Model berhasil mendeteksi sekitar 92% dari semua contoh kelas yang sebenarnya ada dalam dataset dan hasil *f1-score* adalah 0.89 yang berarti *f1-score* bernilai 89%.

Kata kunci: klasifikasi;Decision tree C4.5; Obesitas, confusion matrix

PENDAHULUAN

Obesitas merupakan masalah kesehatan yang semakin meningkat secara global dan menjadi perhatian utama dalam bidang kesehatan masyarakat [1]. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), obesitas telah mencapai tingkat epidemiologi yang mengkhawatirkan, dengan prevalensi yang meningkat pesat di berbagai negara, termasuk Indonesia. Obesitas tidak hanya meningkatkan risiko berbagai penyakit kronis seperti diabetes, penyakit jantung, dan stroke, tetapi juga berdampak pada kualitas hidup seseorang dan meningkatkan biaya perawatan kesehatan [2].

Pengelolaan obesitas memerlukan pendekatan yang holistik dan multidisiplin, dimulai dari identifikasi individu yang berisiko tinggi mengalami obesitas. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi risiko obesitas adalah dengan mempertimbangkan berat badan individu. Penentuan kategori obesitas berdasarkan berat badan biasanya mengacu pada indeks massa tubuh (Body Mass Index/BMI), yang dihitung berdasarkan perbandingan antara berat badan (kg) dengan tinggi badan (m) kuadrat[3]. Penelitian penelitian sebelumnya meliputi: melakukan klasifikasi dengan metode decision tree fuzzy yang diterapakan pada objek data penjualan menghasilkan akutrasi dibawah 85% [4], metode pengelompokan k-Means pertama-tama digunakan untuk mempartisi instans pelatihan menjadi k kluster menggunakan kesamaan jarak Euclidean dimana setiap kluster, yang mewakili wilayah kepadatan instans normal atau anomali, kami membangun pohon keputusan menggunakan algoritma pohon keputusan C4.5 menghasilkan akurasi 88% [5]. Pada saat yang sama, perkembangan dalam bidang ilmu komputer telah membuka peluang baru dalam analisis data dan prediksi. Salah satu metode yang populer digunakan dalam klasifikasi data adalah metode decision tree [6]. Decision tree adalah model prediktif yang menggunakan struktur pohon keputusan untuk memetakan data input ke output dengan cara yang berbasis aturan [7]. Penerapan metode decision tree dalam klasifikasi berat badan obesitas memiliki potensi untuk menjadi alat yang efektif dalam mengidentifikasi individu yang berisiko tinggi mengalami obesitas berdasarkan berat badan mereka [8]. Dengan memahami hubungan antara berat badan dan kategori

obesitas secara lebih terperinci, intervensi dan tindakan preventif yang tepat dapat diambil untuk mengurangi risiko obesitas dan penyakit terkaitnya. penelitian ini akan difokuskan pada beberapa pertanyaan pokok yang akan menjadi fokus utama dalam penelitian. bagaimana metode decision tree dapat diterapkan dalam klasifikasi berat badan obesitas dan bagaimana akurasi aplikasi hasil klasifikasi berat badan obesitas menggunakan metode decision tree dalam konteks penanganan dan pencegahan obesitas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan metode decision tree dalam klasifikasi berat badan obesitas, dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode analisis yang lebih efektif dalam penanganan masalah obesitas serta bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi metode decision tree dalam klasifikasi berat badan obesitas, serta untuk menyumbangkan pengetahuan baru dalam pengembangan strategi pengelolaan obesitas yang lebih efektif. Memiliki kontribusi dalam Bidang Kesehatan Masyarakat: Penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang penggunaan metode decision tree dalam klasifikasi berat badan obesitas. Informasi ini dapat menjadi dasar bagi para praktisi kesehatan masyarakat untuk mengidentifikasi individu yang berisiko tinggi mengalami obesitas dan mengambil tindakan pencegahan yang sesuai [9]. Kontribusi dalam Pengembangan Ilmu Pengetahuan: Penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang analisis data dan kesehatan masyarakat. Temuan dan metodologi yang dihasilkan dari penelitian ini dapat menjadi sumbangan berharga bagi pengetahuan yang ada dan menjadi dasar untuk penelitian lanjutan di masa depan. Dengan manfaat-manfaat tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan dampak positif yang signifikan dalam upaya penanganan dan pencegahan obesitas, serta dalam pengembangan metodologi analisis data yang lebih efektif dan relevan dalam konteks kesehatan masyarakat.

METODE

Dalam penelitian ini menerapkan prediksi berat badan pada pasien yang nantinya dapat mengetahui beberapa pasien yang terkena berat badan obesitas atau tidak. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *Decision tree* untuk klasifikasi data berat badan obesitas. Didalam kalsifikasi ini terdapat berbagai proses yang dimulai dari data *input,* proses, dan *output* berupa informasi prediksi berat badan obesitas yang berguna untuk memudahkan kerja dokter saat melakukan pemeriksaan pada pasien yang mengalami obesitas [4]. Namun pada saat melakukan prediksi dibutuhkan terlebih dahulu yaitu alur atau tahapan-tahapan yang membantu jalannya penelitian, sehingga penelitian dapat berjalan sesuai renacana. Alur program untuk penelitian ini direpresentasikan pada diagram blok pada Gambar1.



Gambar 1. Desain sistem Penelitian

Dari Gambar 1, maka tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
1.Pengumpulan dataset.
2. Data di klasifikasi untuk menentukan label category obesitas
3. Melakukan pengujian menggunakan *confuison matrix*.
4. Menampilkan output dari hasil klasifikasi.

1. Pengumpulan dataset

Dataset berat badan obesitas yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari https://www.kaggle.com/datasets/denih1dayat/obesitas Dataset ini mencakup informasi tentang parameter–parameter seperti jenis kelamin,, berat badan, tinggi badan, label. Jumlah data yang tersedia dalam dataset ini berjumlah 500, dataset berat badan obesitas disajikan dalam table berikut :

Tabel 1. Dataset Obesitas

id	Jenis Kelamin	Tinggi Badan	Berat Badan	Label
1	Laki - Laki	170	60	1
2	Laki - Laki	190	80	1
3	Perempuan	150	80	4
4	Perempuan	165	50	1
5	Laki - Laki	160	90	5
6	Perempuan	170	70	2
7	Laki - Laki	180	80	2
……	…….	……	……	……..
494	Perempuan	160	40	1
495	Laki - Laki	178	81	3
496	Perempuan	160	80	4
497	Perempuan	172	73	3
498	Laki - Laki	168	70	3
499	Perempuan	170	60	2
500	Laki - Laki	160	100	5

2. Klasifikasi Algoritma Decision Tree

Melakukan Klasifikasi dengan menggunakan algoritma *Decision Tree.* Pengolahan data berat badan menggunakan algoritma *Decision Tree*[10]. Data Obesitas diambil dari Kaggle. Tahapan proses *Decision Tree* di jelaskan pada gambar di bawah



Gambar 2. Kasifikasi Decision Tree

Langkah-langkah atau alur dalam penyelesaian perhitungan manual data mining menggunakan *Decision Tree* sebagai berikut

Alur Algoritma Decision Tree dan contoh perhitungan manualnya

Langkah 0 : Menggunakan Atribut Jenis kelamin, tinggi badan, berat badan dan label

Langkah 1 : Memasukkan sampel data sebagai bahan perhitungan

Tabel 2. Sampel Data

1d	Jenis Kelamin	Tinggi Badan	Berat Badan	Label
1	Laki – Laki	174	96	4
2	Laki – laki	189	87	2
3	Perempuan	185	110	4
4	Perempuan	195	104	3
5	Laki – Laki	149	61	3



Gambar 3 Label kategori obesitas

Langkah 2 : Menghitung *entropy* dari "total" jumlah kasus. Menghitung *entropy* total menggunakan rumus maka akan akan kembali ke awal memasukkan sampel data [5].

Entropy (S) = $\sum_{i=1}^{n} - pi^* pi$ .....(1)

Rumus menghitung nilai entropy

Keterangan :

S : himpunan kasus

A : fitur

n : Jumlah partisi S

pi : proporsi dari Si terhadap S

Gain merupakan salah satu *attribute selection measure* yang digunakan

Entropy (total) = (- 3/14*(10/14))+(- 11/14*(4/14)) = 1.524

Langkah 3 : Klasifikasi data dari atribut :

- id (urutan) : id 0 sampai id 13.
- Jenis kelamin : 0 = laki laki ,1 = perempuan
- Tinggi badan : dari tinggi 147 cm sampai 195 cm
- Berat badan : 51 Kg sampai 111Kg

Langkah 4 : Klasifikasi jumlah kasus, totalnya ada 14 jumlah kasus yang terdiri dari :
id : 0 = 1 kasus, 1-4 = 3 kasus, 5-8 = 4 kasus, 9 = 1 kasus, 10 = 0 kasus, 11-12 = 2 kasus, 13 = 0 kasus Jenis Kelamin 0 = 6 kasus, 1 = 5 kasus
Tinggi Badan 149 – 175 = 7 kasus, 176 – 195 = 4 kasus
Berat badan 50 -70 = 1 kasus, 71 – 90 = 2 kasus, 91 – 120 = 8 kasus,

Langkah 5 : - Klasifikasi ya dan tidak dari 14 total jumlah kasus yang terdiri
dari 11 y dan 3 tidak dari atribut : id 0 = 1 y, 1 = 1 T, 2 – 4 = 3 y, 5 – 8 = 4 y, 9 – 13 = 3 ia dan 2 tidak. Jenis kelamin 0 = 6 ia dan 3 tidak, 1 = 5 ia
Tinggi badan 147 = 1 y, 149 = 1 y, 154 = 1 y, 155 = 1 T, 159 = 1 y, 1= 1 y, 174 = 2 y, 185 = 1 y, 189 = 1 y 1 tidak, 192 = 1 y, 195 = 1 y, 132= 1 tidak,
Berat badan 50 – 70 = 1 , 1 tidak, 71 – 90 = 2 tidak, 91 – 120 = 8 y.

Langkah 6 : Menghitung *entropy id* tiap atribut, Menghitung gain tiap atribut.

3. Pengujian Menggunakan Confusion Matrix

Melakukan pengujian menggunakan *confision matrix* [11], [12]. Pada pengukuran kinerja menggunakan *confusion matrix*, terdapat 4 istilah sebagai tersebut adalah *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Negative* (FN). Nilai *True Negative* (TN) merupakan data negatif yang terdeteksi benar kelas negatif, sedangkan *False Negative* (FN) merupakan kebalikan dari *False Positive*, sehingga data negatif, namun terdeteksi sebagai data positif. Sementara itu, *True Positive* (TP) merupakan data positif yang terdeteksi benar kelas positif, sedangkan *False Positive* (FP) merupakan kebalikan dari *False Negative*, sehingga data postif, namun terdeteksi sebagai data negatif[13], [14]. Berikut cara untuk menghitung *confusion matrix* :

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} * 100\%$$

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{FP+TP} * 100\%$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{FN+TP} * 100\%$$

$$\text{F1-score} = 2 * \frac{(recall*presisi)}{(recall+presisi)} * 100\%$$

Dimana :

- TP adalah *True positive*, yaitu jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar adalah data postif oleh sistem.
- TN adalah *True Negative*, yaitu jumlah data negatif yang terklasifikasi dengan benar data negatif oleh sistem.
- FN adalah *False Negative*, yaitu jumlah data negatif namun terklasifikasi data postif oleh sistem.
- FP adalah *False Positive*, yaitu jumlah data positif namun terklasifikasi data negatif oleh sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembagian Dataset

Data dalam penelitian akan dibagi menjadi 2 bagian. Yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* nantinya akan digunakan untuk melatih algoritma dalam mencari model yang terbaik. Model tersebut akan diterapkan pada data testing. Hal ini bertujuan untuk menguji kinerja algoritma. Proporsi data *training* dalam *machine learning* umumnya mempuyai komposisi yang lebih besar dari pada data *testing*. Dalam hal ini besaran data yang akan di ambil sebagai data *training* adalah sebanyak 80% dari total data. Sementara itu, data testing memiliki proporsi yang lebih sedikit jika dibandingkan data *training*. Dari kesuluruhan dataset digunakanlah 20% data untuk data testing.

Data *Training*

Menampilkan data *training* pengujian untuk melakukan klasifikasi dari program seperti berikut:

Tabel 3. Data *training*

Id	Jenis kelamin	Tinggi badan	Berat badan
60	1	191	54
226	0	166	70
180	1	162	74
280	0	193	65
17	0	140	129
....	....	....	....
188	1	161	134

71	0	178	117
106	0	166	160
270	0	145	130
102	0	161	155

Dari tabel 3 diatas yang di tampilkan di program hanya *head* dan *tail* nya saja yaitu 5 teratas dan 5 terbawah. Data *training* adalah fase pada data yang digunakan untuk membangun sebuah model. Data *training* yang berasal dari file *.csv*, kemudian dataset berhasil dibagi ke data training, maka program akan menampilakan sebuah tabel yang berisi data training sebesar 80%, sehingga didapat sebanyak 268 data *training* dan data yang dihasilkan dari program urutanya acak.

Data *Testing*

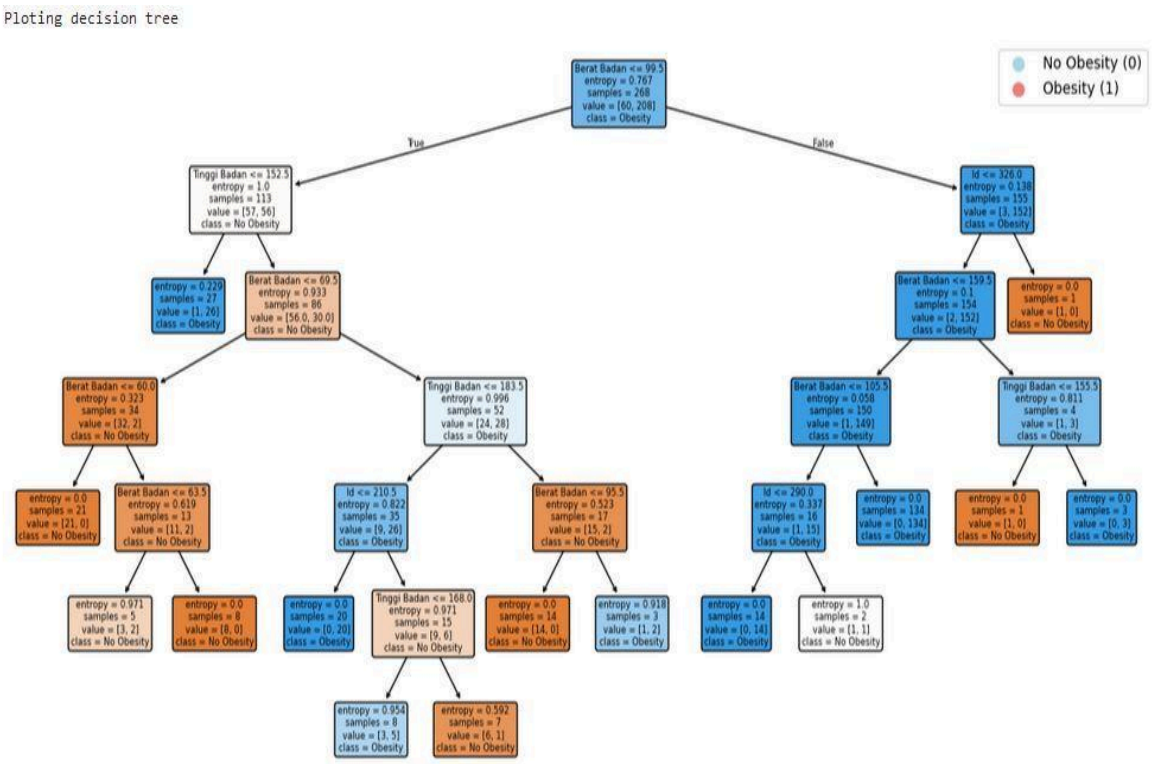
Menampilkan data *testing* pengujian dari program untuk melakukan klasifikasi seperti berikut:

Tabel 4 Data *testing*

id	Jenis kelamin	Tinggi badan	Berat badan
25	1	151	64
109	0	149	66
76	0	165	104
196	0	157	74
57	0	178	127
....	....	....	....
298	1	187	92
294	1	168	143
116	1	165	57
78	1	176	122
244	1	183	50

Dari Tabel 4. diatas yang di tampilkan di program hanya *head* dan *tail* nya saja yaitu 5 teratas dan 5 terbawah. Proses *testing* merupakan sebuah proses pengujian dimana data yang tidak diketahui kelasnya dimasukkan kedalam program yang telah di bentuk pada saat proses *training* data yang bertujuan untuk prediksi apakah tergolong dalam kelas-kelas obesitas yang telah ditentukan. Pada saat proses data testing ini juga dilakukan dengan menggunakan data yang berasal dari suatu file yang formatnya *.csv,* lalu setelah dataset berhasil dibagi ke data *testing*, maka program akan menampilakan sebuah tabel yang berisi data *testing* sebesar 20%, sehingga didapat sebanyak 67 data *testing* dan data yang dihasilkan dari program urutanya acak.

Menampilkan hasil plot gambar pohon keputusan *decision tree C4.5* dari program seperti berikut :



Gambar 3. Pohon hasil keputusan decision tree C4.5 pada penelitian ini

Menampilkan hasil klasifikasi pada data testing dari program seperti berikut:

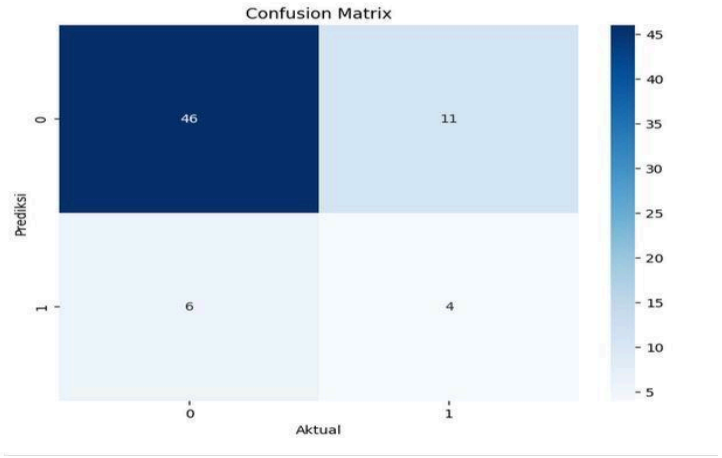
Tabel 5 Hasil klasifikasi

No	Id Acak	Jenis kelamin	Tinggi badan	Berat badan	Label	Predict
1	25	1	151	64	0	1
2	109	0	149	66	1	1
3	76	0	165	104	1	1
4	196	0	157	74	1	1
5	57	0	178	127	1	1
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	298	1	187	92	0	0
7	294	1	168	143	1	1
8	116	1	165	57	0	0
9	78	1	176	122	1	1
10	244	1	183	50	0	0

Dari tabel 5 diatas yang di tampilkan di program hanya *head* dan *tail* nya saja yaitu 5 teratas dan 5 terbawah. Pada saat proses data testing ini juga dilakukan dengan menggunakan data yang berasal dari suatu file yang formatnya *.csv*. Proses klasifikasi pada data testing menghasilkan data yang berbeda, misalnya pada data nomor 25 pasien sebelumnya tidak masuk kedalam kategori obesitas di hasil (label) tapi setelah di klasifikasi ternyata pasien menunjukkan angka 1 di *predicted* yang berarti pasien nomor 25 masuk kedalam kategori obesitas dan seterusnya. Kemudian kita akan menguji hasil klasifikasi menggunakan metode *confusion matrix*.

Confusion Matrix

Hasil implementasi algoritma dapat dilihat melalui *confusion matrix*. Gambar berikut menunjukkan hasil uji algoritma yang ditampilkan dalam *confusion matrix* berikut.



Gambar 4. Hasil pengujian dengan confusion Matrik

Dari gambar *matrix* tersebut dapat diketahui dari 67 data terdapat 37 data yang masuk kedalam kategori obesitas dan 30 data yang tidak masuk kedalam kategori obesitas. Berikut hasil pengujian algoritma yang ditunjukkan sebagai berikut:

$$\text{Accuracy} = \frac{(46+11)}{(46+4+6+11)} = 0,85$$

$$\text{Precision} = \frac{46}{(6+46)} = 0,88$$

$$\text{Recall} = \frac{46}{(4+46)} = 0,92$$

$$\text{F1_Score} = 2 * \frac{(0,92*0,88)}{(0,92+0,88)} = 0,89$$

Precision adalah 0.88, yang berarti dari semua prediksi yang model buat sekitar 88% adalah benar. Hasil *recall* adalah 0.92, yang berarti model berhasil mendeteksi sekitar 92% dari semua contoh kelas yang sebenarnya ada dalam dataset. Semakin tinggi nilai *f1-score* maka model semakin baik. Hasil *f1-score* adalah 0.89. akurasi adalah 0.85, yang berarti model Anda memprediksi dengan benar sekitar 85% dari semua contoh dalam dataset pengujian.

KESIMPULAN

Algoritma mengklasifikasi dengan benar saat hasil uji menggunakan confusion matrix menunjukkan nilai *Accuracy* 0,85 yang menunjukkan klasifikasi dataset pengujian ini sebesar 85% dan 15% tidak terklasifikasi dengan benar. Secara kesuluruhan, algoritma mengklasifikasi dataset berat badan obesitas dengan baik. Hal ini di indikasikan dengan nilai rata rata seperti precision 0,88 yang berarti dari semua prediksi yang model dibuat sekitar 88% adalah benar, kemudian hasil *recall* adalah 0.92, yang berarti model berhasil mendeteksi sekitar 92% dari semua contoh kelas yang sebenarnya ada dalam dataset dan hasil *f1-score* adalah 0.89 yang berarti *f1-score* bernilai 89%, semakin tinggi nilai *f1-score* maka model semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Glass *et al.*, "Management and impact of obesity in Canada: A real-world survey of people with obesity and their physicians," *Obesity Pillars*, vol. 14, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.obpill.2025.100171.

[2] T. Indriyani, M. Kurniawan, G. Yuliastuti, C. Prabiantissa, and R. Kembang, "An Improve KNN Method for Classification of Sexually Transmitted Diseases," *2023 Sixth International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)*, vol. 3, pp. 315–319, Sep. 2023.

[3] S. Christensen and C. Nelson, "Chronicity of obesity and the importance of early treatment to reduce cardiometabolic risk and improve body composition," *Obesity Pillars*, p. 100175, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.obpill.2025.100175.

[4] Y. Li, E. Herrera-Viedma, G. Kou, and J. A. Morente-Molinera, "Z-number-valued rule-based decision trees," *Inf Sci (N Y)*, vol. 643, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.ins.2023.119252.

[5] A. P. Muniyandi, R. Rajeswari, and R. Rajaram, "Network anomaly detection by cascading k-Means clustering and C4.5 decision tree algorithm," in *Procedia Engineering*, 2012, pp. 174–182. doi: 10.1016/j.proeng.2012.01.849.

[6] P. Li, F. Xiong, X. Huang, and X. Wen, "Construction and optimization of vending machine decision support system based on improved C4.5 decision tree," *Heliyon*, vol. 10, no. 3, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e25024.

[7] A. P. Muniyandi, R. Rajeswari, and R. Rajaram, "Network anomaly detection by cascading k-Means clustering and C4.5 decision tree algorithm," in *Procedia Engineering*, 2012, pp. 174–182. doi: 10.1016/j.proeng.2012.01.849.

[8] T. Mahmudiono *et al.*, "Integrating Traffic Light Diet System via food analysis in Android app for adolescent nutrition education: A strategy to reduce sugar, salt, and fat consumption," *Clinical Nutrition Open Science*, vol. 59, pp. 206–215, Feb. 2025, doi: 10.1016/j.nutos.2024.10.014.

[9] M. Ng *et al.*, "National-level and state-level prevalence of overweight and obesity among children, adolescents, and adults in the USA, 1990–2021, and forecasts up to 2050," *The Lancet*, Dec. 2024, doi: 10.1016/S0140-6736(24)01548-4.

[10] H. Bin Wang and Y. J. Gao, "Research on C4.5 algorithm improvement strategy based on MapReduce," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2021, pp. 160–165. doi: 10.1016/j.procs.2021.02.045.

[11] T. Indriyani, I. Utoyo, and R. Rulaningtyas, "Comparison of image edge detection methods on potholes road images," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Sep. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1613/1/012067.

[12] T. Indriyani, S. Nurmuslimah, A. Taufiqurrahman, R. K. Hapsari, C. N. Prabiantissa, and A. Rachmad, "Steganography on Color Images Using Least Significant Bit (LSB) Method," 2023, pp. 39–48. doi: 10.2991/978-94-6463-174-6_5.

[13] T. Indriyani, M. I. Utoyo, and R. Rulaningtyas, "A New Watershed Algorithm for Pothole Image Segmentation," *Studies in Informatics and Control*, vol. 30, no. 3, pp. 131–139, 2021, doi: 10.24846/v30i3y202112.

[14] K. Qazanfari and R. Safabakhsh, "A new steganography method which preserves histogram: Generalization of LSB++," *Inf Sci (N Y)*, vol. 277, pp. 90–101, Sep. 2014, doi: 10.1016/j.ins.2014.02.007.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7091

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

PERBANDINGAN PERFORMA GENERATOR DC DAN GENERATOR STEPPER UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) SKALA MICRO DI SIDOARJO

Ferrary Faisal Husein[1], Riny Sulistyowati[2*], Hari Agus Sujono[3] dan Nariyah Silviana Erwanti[4]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: riny.971073@itats.ac.id

ABSTRACT

The increasing global energy consumption necessitates the development of efficient renewable energy solutions, given the limitations of fossil fuels. This study aims to compare the performance of DC generators and stepper generators in micro-scale wind power plants (PLTB) in Sidoarjo. The research methods include wind energy potential analysis based on BMKG wind speed data, prototype design, equipment testing, and result analysis. The DC generator produced an average voltage of 3.2 V and current of 0.41 A, while the stepper generator produced a voltage of 3.02 V and current of 0.09 A. After passing through the boost converter, the DC generator produced 11.87 V and 0.41 A, whereas the stepper generator produced 11.9 V and 0.09 A. This study is expected to significantly contribute to the development of renewable energy technologies in Indonesia, particularly for micro-scale wind energy applications.

Keywords: *Wind Power Plant; Stepper Generator; DC Generator; Prototype; Renewable Energy.*

ABSTRAK

Konsumsi energi global yang terus meningkat memicu kebutuhan akan pengembangan energi terbarukan yang efisien, mengingat keterbatasan energi fosil. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa generator DC dan generator stepper pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) skala mikro di Sidoarjo. Metode penelitian meliputi analisis potensi energi angin berdasarkan data kecepatan angin dari BMKG, perancangan prototipe, pengujian alat, dan analisis hasil. Generator DC menghasilkan tegangan rata-rata 3,2

V dan arus 0,41 A, sedangkan generator stepper menghasilkan tegangan 3,02 V dan arus 0,09 A. Setelah melewati boost converter, generator DC menghasilkan tegangan 11,87 V dan arus 0,41 A, sementara generator stepper menghasilkan tegangan 11,9 V dan arus 0,09 A. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi energi terbarukan di Indonesia, khususnya pada pemanfaatan energi angin skala mikro.

Kata kunci: PLTB; Generator Stepper; Generator DC; Prototipe; Energi Terbarukan.

PENDAHULUAN

Energi merupakan elemen esensial dalam kehidupan manusia, berperan sebagai sumber pendapatan negara, bahan bakar, dan penggerak aktivitas ekonomi. Namun, kebutuhan energi yang terus meningkat tidak diiringi oleh ketersediaan sumber energi yang memadai, sehingga mendorong pengembangan energi terbarukan sebagai solusi keberlanjutan. Salah satu potensi energi terbarukan yang menjanjikan di Indonesia adalah energi angin. Di wilayah Tanjung Perak, Surabaya, kecepatan angin laut berkisar antara 2 hingga 10 m/s, yang ideal untuk mengoperasikan turbin angin skala kecil [1].

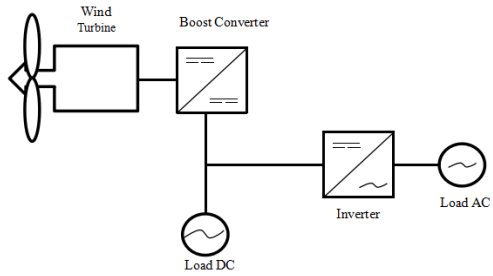
Turbin angin sumbu vertikal (VAWT) menjadi alternatif yang menjanjikan dibandingkan turbin angin sumbu horizontal (HAWT), terutama karena kemampuannya untuk memulai rotasi pada kecepatan angin rendah dan menghasilkan torsi yang lebih tinggi [2]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa generator DC shunt yang digerakkan oleh kecepatan angin antara 10,033 hingga 13,7662 r/s mampu menghasilkan tegangan keluaran 67,75–91,04 V dengan rata-rata 78,5 V [3]. Penelitian lain mengungkapkan hubungan signifikan antara kecepatan angin dan tegangan keluaran generator, di mana kecepatan angin 5–42 km/jam menghasilkan tegangan antara 0,8 hingga 31,2 V[4].

Meskipun teknologi turbin angin telah menunjukkan potensi besar, tantangan seperti kestabilan tegangan dan efisiensi sistem masih perlu diatasi. Inovasi seperti penggunaan rangkaian regulator dan boost converter telah berhasil meningkatkan keandalan sistem pembangkit listrik tenaga angin [4][7][8]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan membandingkan keluaran energi dari pembangkit listrik tenaga angin skala mikro berbasis motor stepper hybrid dan motor DC 24 V, guna menentukan solusi optimal untuk aplikasi skala kecil yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari [5][6].

METODE

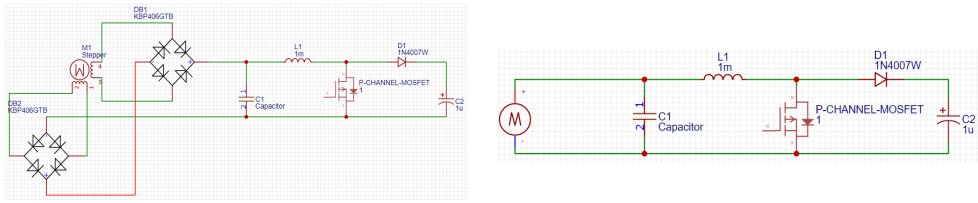
Diagram Sistem

Blok diagram pada Gambar 1 dibawah ini menggambarkan prinsip kerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) yang dirancang untuk mengonversi energi kinetik angin menjadi energi listrik. Turbin angin berfungsi mengubah energi angin menjadi energi mekanik untuk memutar rotor, yang kemudian menghasilkan energi listrik. Tegangan keluaran dari turbin diteruskan ke boost converter, yang berperan meningkatkan dan menstabilkan tegangan DC agar sesuai dengan kebutuhan sistem. Tegangan ini kemudian dapat diubah menjadi tegangan AC melalui inverter untuk beban yang membutuhkan tegangan AC, seperti lampu, atau digunakan langsung untuk lampu DC. Diagram ini menjelaskan integrasi komponen utama dalam sistem guna memastikan efisiensi konversi energi dari sumber terbarukan hingga aplikasi pada beban akhir.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem.

Rangkaian turbin angin pada sistem hybrid Wind-PV dirancang untuk menghasilkan listrik dengan memanfaatkan generator. Berdasarkan Gambar 2 (a) dan Gambar 2 (b), terdapat dua konfigurasi utama. Pertama, rangkaian dengan generator stepper (Gambar 2 (a)), di mana output generator dihubungkan ke dioda bridge untuk mengonversi tegangan menjadi DC. Tegangan DC ini kemudian disimpan dalam kapasitor dan diteruskan ke boost converter untuk meningkatkan tegangan, sebelum akhirnya diubah menjadi tegangan AC oleh inverter. Kedua, rangkaian menggunakan generator DC (Gambar 2 (b)), di mana outputnya langsung dihubungkan ke kapasitor, dilanjutkan ke boost converter untuk meningkatkan tegangan, dan diakhiri dengan inverter untuk mengonversinya menjadi AC[9-12]. Kedua rangkaian ini dirancang untuk mendukung efisiensi pengubahan energi kinetik angin menjadi listrik yang dapat digunakan dalam berbagai kebutuhan sistem.



(a) (b)

Gambar 2. a) Rangkaian Generator Stepper, b) Rangkaian Generator DC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Prototype

Prototipe sistem pembangkit listrik tenaga angin mikro dirancang dengan mengintegrasikan turbin angin, generator DC, generator stepper, boost converter, dan inverter. Gambar 3 menunjukkan prototipe yang telah dirakit. Sistem ini dirancang untuk membandingkan performa kedua jenis generator berdasarkan variasi kecepatan angin yang diukur menggunakan anemometer.



Gambar 3. Prototipe sistem pembangkit listrik tenaga angin mikro.

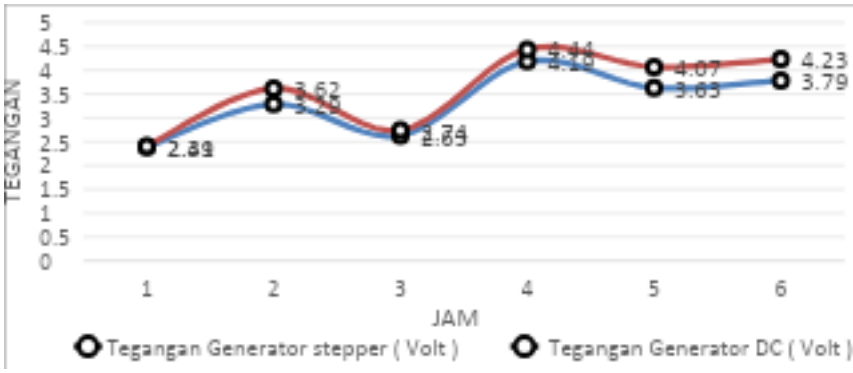
Hasil Pengujian

1. Hari Pertama

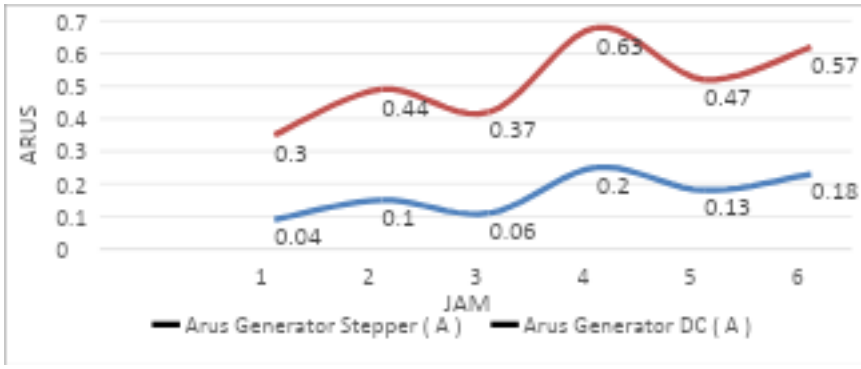
Pada hari pertama, kecepatan angin berkisar antara 1.5 m/s hingga 3.5 m/s. Generator DC menghasilkan tegangan maksimum sebesar 4.44 V dan arus 0.63 A, sementara generator stepper menghasilkan tegangan maksimum sebesar 4.19 V dan arus 0.2 A. Performa kedua generator ditunjukkan dalam Tabel 1. Grafik perbandingan tegangan dan arus dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 1. Hasil pengujian generator DC dan stepper pada hari pertama

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V) Stepper	Tegangan (V) DC	Arus (A) Stepper	Arus (A) DC
1	1.5	2.39	2.41	0.04	0.3
4	3.5	4.19	4.44	0.2	0.63



Gambar 4. Grafik perbandingan tegangan kedua generator pada hari pertama.

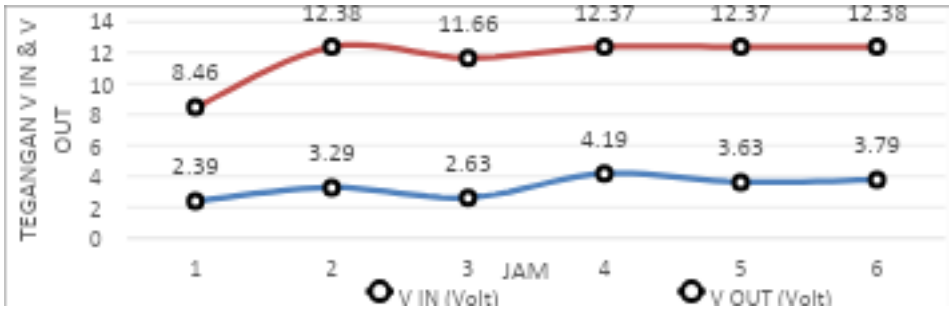


Gambar 5. Grafik perbandingan arus kedua generator pada hari pertama.

Boost converter mampu meningkatkan tegangan keluaran menjadi maksimum 12.38 V untuk kedua generator, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Tegangan keluaran boost converter pada hari pertama

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Generator Stepper (V)	Generator DC (V)
1	1.5	8.46	11.66
4	3.5	12.38	12.38



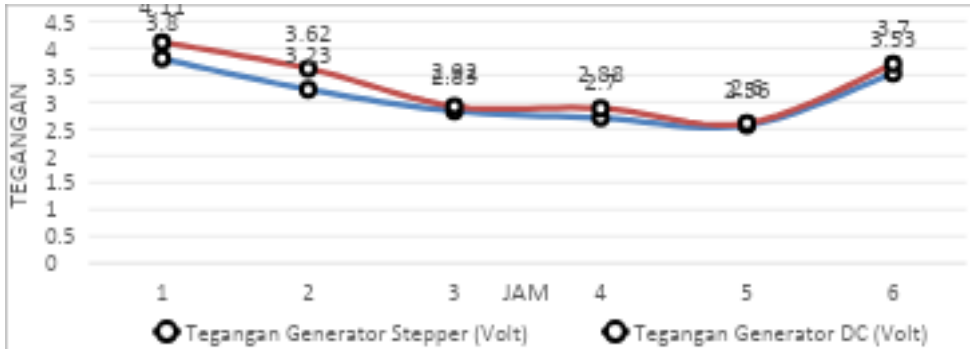
Gambar 5. Grafik tegangan keluaran boost converter pada hari pertama.

2. Hari Kedua

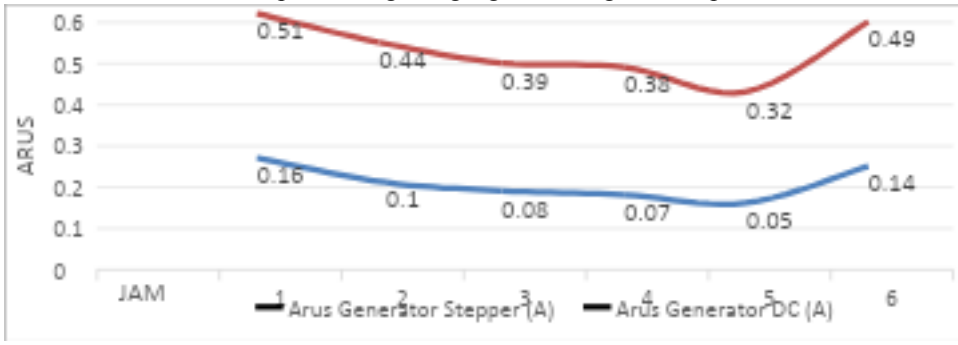
Pada hari kedua, kecepatan angin berkisar antara 1.6 m/s hingga 3 m/s. Generator DC menghasilkan tegangan maksimum sebesar 4.11 V dengan arus 0.51 A, sementara generator stepper menghasilkan tegangan maksimum sebesar 3.8 V dengan arus 0.16 A. Performa ditunjukkan dalam Tabel 3 dan divisualisasikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Tabel 3. Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator stepper dan DC pada hari kedua

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Generator Stepper (V/A)	Generator DC (V/A)
1	3.0	3.8/0.16	4.11/0.51
5	1.6	2.56/0.05	2.6/0.32



Gambar 6. Grafik perbandingan tegangan kedua generator pada hari kedua.

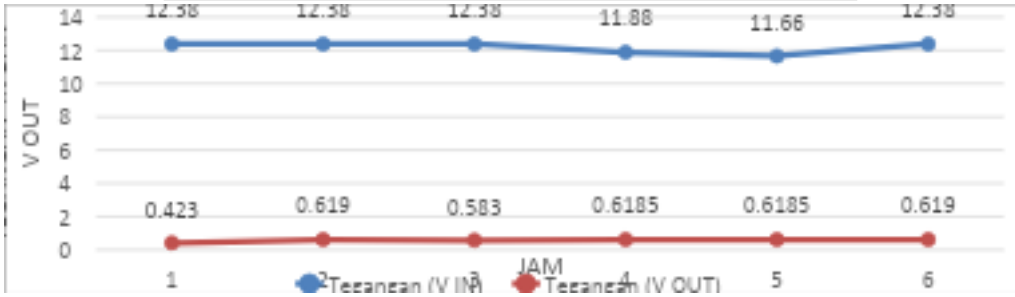


Gambar 7. Grafik perbandingan arus kedua generator pada hari kedua.

Boost converter menghasilkan tegangan keluaran maksimum sebesar 12.38 V, sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 4 dan Gambar 8.

Tabel 4. Tegangan keluaran boost converter pada hari kedua

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Generator Stepper (V/A)	Generator DC (V/A)
1	3.0	12.38	12.38
5	1.6	11.66	12.38



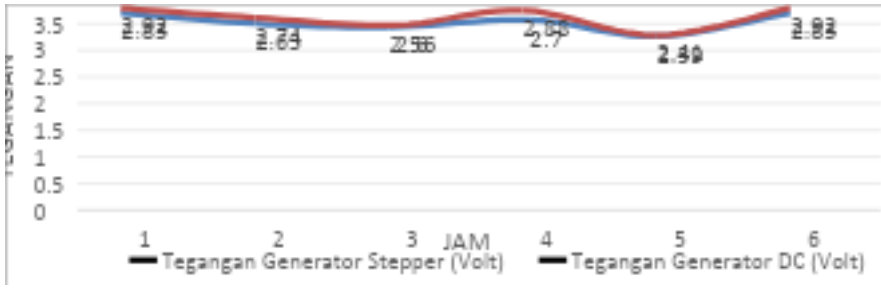
Gambar 8. Grafik tegangan keluaran boost converter pada hari kedua.

3. Hari Ketiga

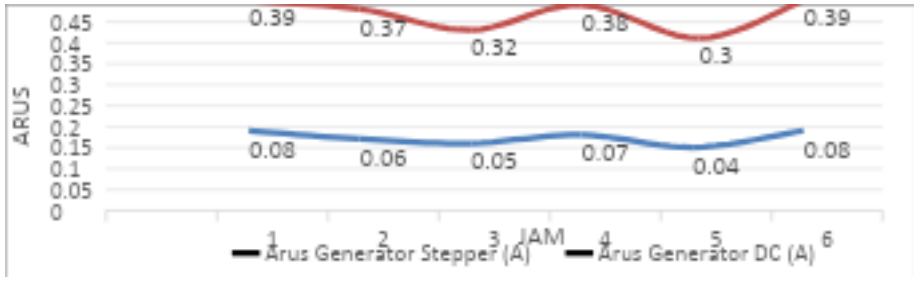
Pada hari kedua, kecepatan angin berkisar antara 1.6 m/s hingga 3 m/s. Generator DC menghasilkan tegangan maksimum sebesar 4.11 V dengan arus 0.51 A, sementara generator stepper menghasilkan tegangan maksimum sebesar 3.8 V dengan arus 0.16 A. Performa ditunjukkan dalam Tabel 5 dan divisualisasikan pada Gambar 9 dan Gambar 10.

Tabel 5. Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator stepper dan DC pada hari kedua

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Generator Stepper (V/A)	Generator DC (V/A)
1	3.5	3.93/0.15	4.32/0.6
5	2.0	3.12/0.1	3.7/0.5



Gambar 9. Grafik perbandingan tegangan kedua generator pada hari ketiga.

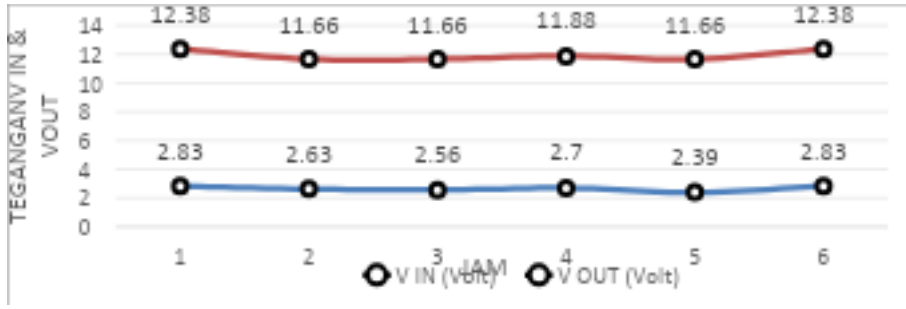


Gambar 10.Grafik perbandingan arus kedua generator pada hari ketiga.

Boost converter tetap menjaga tegangan keluaran pada nilai maksimum 12.38 V, seperti ditunjukkan dalam Tabel 6 dan Gambar 11.

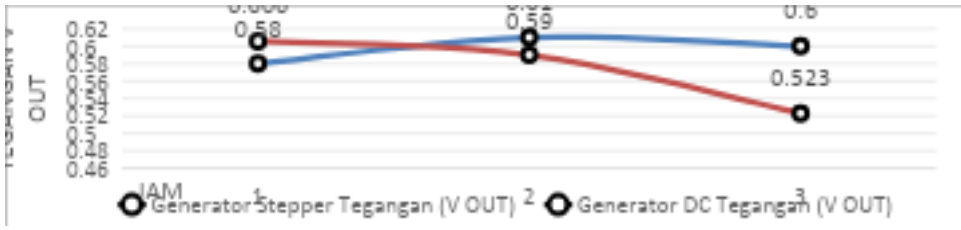
Tabel 6. Tegangan keluaran boost converter pada hari ketiga

Jam	Kecepatan Angin (m/s)	Generator Stepper (V/A)	Generator DC (V/A)
1	3.5	12.38	12.38
5	2.0	11.66	12.38



Gambar 11. Grafik tegangan keluaran boost converter pada hari ketiga.

Pengujian menunjukkan bahwa generator DC lebih unggul dibandingkan generator stepper dalam menghasilkan tegangan dan arus. Tegangan maksimum generator DC adalah 4.44 V (hari pertama), 4.11 V (hari kedua), dan 4.32 V (hari ketiga), dengan arus rata-rata 0.57 A. Generator stepper menghasilkan tegangan maksimum sebesar 4.19 V (hari pertama), 3.8 V (hari kedua), dan 3.93 V (hari ketiga), dengan arus rata-rata 0.15 A. Boost converter berhasil menjaga tegangan keluaran pada nilai 12.38 V, mendukung stabilitas sistem. Generator DC lebih cocok untuk aplikasi pembangkit listrik mikro dengan kecepatan angin yang bervariasi, sementara generator stepper lebih stabil pada kecepatan angin rendah. Kombinasi keduanya dapat dioptimalkan untuk meningkatkan keandalan sistem.



Gambar 12. Grafik perbandingan rata-rata tegangan dan arus kedua generator selama tiga hari pengujian

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian perancangan alat, dapat disimpulkan bahwa generator DC lebih unggul dibandingkan generator stepper dalam aplikasi pembangkit listrik tenaga angin. Dalam pengujian selama tiga hari, generator stepper menghasilkan tegangan rata-rata 3,02 V dan arus 0,09 A, sedangkan generator DC menghasilkan tegangan 3,2 V dan arus 0,41 A. Setelah menggunakan boost converter, generator stepper menghasilkan tegangan output 11,9 V dengan arus 0,09 A, sementara generator DC menghasilkan tegangan output 11,87 V dengan arus 0,41 A. Pada pengujian inverter, generator stepper menghasilkan tegangan input 11,9 V dan output 0,6 V, sedangkan generator DC menghasilkan tegangan input 11,1 V dan output 0,572 V. Hasil ini menunjukkan bahwa generator DC lebih efisien dalam menghasilkan tegangan dan arus, sehingga lebih cocok untuk digunakan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Lestariningsih and M. Choifin, "Rancang Bangun Inverter Berbasis Mikrokontroler Stm32F303Vct6 Discovery Pada Turbin Angin Tipe Horizontal Axis," *J. Teknol. Terap. G-Tech*, vol. 3, no. 1, pp. 183–187, 2020, doi: 10.33379/gtech.v3i1.359.

[2] S. Hasibuan, Susilo, B. Widodo, and R. Purba, "Rancang Bangun Prototype Turbin Angin Guna Menentukan Perbandingan Efisiensi Yang Dihasilkan Dari Jumlah Blade 8 Dan Jumlah Blade 4," *Lektrokom J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, 2018, doi: 10.33541/lektrokom.v1i1.3367.

[3] M. Amiruddin, S. H. Prabowo, and ..., "Simulasi Output Generator Dc Pada Perubahan Kecepatan Angin Di Kota Semarang Pada Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga …," *... Nas. Sci. ...*, vol. 4, no. Sens 4, pp. 570–578, 2019.

[4] G. Aditya and M. Safril, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pembaruan Menggunakan Tenaga Generator Ac," *MeSTErI J.*, pp. 33–40, 2022.

[5] L. N. Rahayu and J. Windarta, "Tinjauan Potensi dan Kebijakan Pengembangan PLTA dan PLTMH di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 2, pp. 88–98, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13327.

[6] A. K. Saputro, "Journal renewable energy electronics and control," *J. Renew. Energy Electron. Control*, no. 100, pp. 18–26, 2021, [Online]. Available: http://ejurnal.itats.ac.id/jreec/article/view/1802.

[7] M. Adam, P. Harahap, and M. R. Nasution, "Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3648.

[8] F. I. Pasaribu and M. Reza, "Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP," *R E L E (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 46–55, 2021.

[9] HA Sujono, RinySulistyowati, H Suryoatmojo Static Photovoltaic Array Partially Shaded Condition With Boost Converter Using Perturb & Observe Algorithm, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 462 (1), 012011, 2019.

[10] I Ilham, R Sulistyowati, HA Sujono, NS Erwanti, Rancang Bangun PID Controlled Buck Boost Converter Sebagai Penstabil Tegangan Pembangkit Listrik Picohydro Portable, Sinar FE 7, 2024

[11] Randi Windanu, Simulation Of Pju Lights Based On Pv And Wind Turbine On Tambak Cemandi Road, Journal of Renewable Energy, Electronics and Control, 2021.

[12] RinySulistyowati, RS Wibowo, DC Riawan, M Ashari, Optimum Placement of Measurement Devices on Distribution Networks using Integer Linear K-Means Clustering Method, PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY 96 (10), 5 halaman, 2020.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 Juni 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7092

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

DESAIN PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA PONDOK PESANTREN MAHASISWA KHOIRUL HUDA SURABAYA

Alfi Nur Ubaidilah[1], Riny Sulistyowati[2*], Hari Agus Sujono[3], dan Nariyah Silviana Erwanti[4]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: riny.971073@itats.ac.id

ABSTRACT

Solar Power Plants (PLTS) are energy systems that utilize renewable energy in the form of solar radiation as the primary energy source. This technology employs solar panels to convert solar energy into electrical energy. This study focuses on the design of a solar power system for the Khoirul Huda Student Islamic Boarding School in Surabaya. The objectives include analyzing the solar irradiance intensity that can be optimized by the PLTS system, designing solar panel configurations to support sustainable energy supply, and evaluating the technical requirements for implementing a rooftop solar power system at the boarding school. The findings of this research are expected to provide an efficient, environmentally friendly, and sustainable energy solution to meet the electricity demands of the study site.

Keywords: *Renewable Energy; Solar Power Plant; Solar Panels; Plts Design; Sustainable Energy.*

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan berupa radiasi matahari sebagai sumber energi utama. Teknologi ini memanfaatkan panel surya, yang berfungsi untuk mengonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Dalam penelitian ini, dilakukan kajian tentang desain perencanaan PLTS untuk Pondok Pesantren Mahasiswa Khoirul Huda Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis intensitas cahaya yang dapat dioptimalkan oleh sistem PLTS, merancang konfigurasi panel surya untuk mendukung pasokan energi listrik yang

berkelanjutan, serta mengevaluasi kebutuhan teknis terkait implementasi PLTS di atap pondok pesantren tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi energi yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk mendukung kebutuhan listrik di lokasi kajian.

Kata kunci: Energi Terbarukan; Pembangkit Listrik Tenaga Surya; Panel Surya; Desain Plts; Energi Berkelanjutan.

PENDAHULUAN

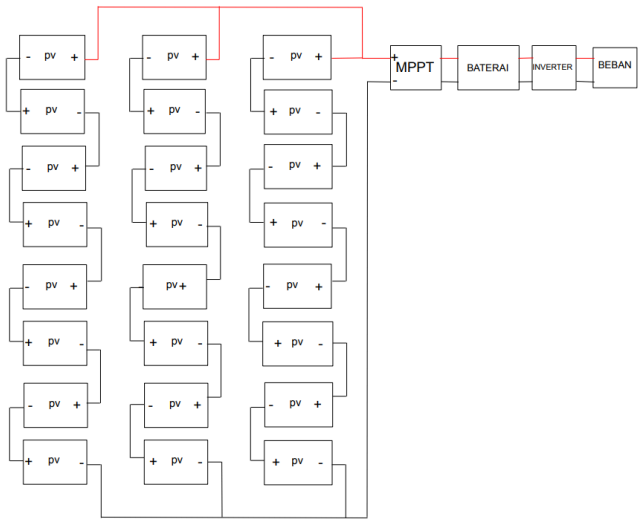
Pertumbuhan populasi yang pesat secara langsung berdampak pada meningkatnya kebutuhan energi listrik. Sebagai negara tropis yang dilalui garis khatulistiwa, Indonesia menerima paparan sinar matahari melimpah sepanjang tahun, dengan intensitas rata-rata mencapai 1600–2000 W/m² [1], [2]. Dalam kondisi ini, fotovoltaik (PV) menjadi solusi energi terbarukan yang potensial. PV adalah sumber energi yang bersih, rendah pemeliharaan, dan bebas emisi karbon [3]. Ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara menghadapi tantangan serius, termasuk penipisan cadangan dan dampak lingkungan [4]. Untuk mengatasi hal ini, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi alternatif yang menjanjikan. Teknologi ini memungkinkan konversi energi radiasi matahari menjadi listrik yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti gedung perkantoran, pabrik, perumahan, dan penerangan jalan umum[5]. Potensi energi matahari sangat besar; suplai sinar matahari yang diterima seluruh permukaan bumi diperkirakan mencapai 3×10^{16} joule per tahun. Energi ini setara dengan 2×10^{12} watt, atau cukup untuk memenuhi kebutuhan energi dunia hingga 10.000 kali lipat [6]. Dengan menutupi 0,1% permukaan bumi menggunakan panel surya berefisiensi 10%, kebutuhan listrik global dapat terpenuhi [7]. Namun, efisiensi rata-rata panel surya saat ini hanya sekitar 5–16%, yang menghambat adopsi teknologi ini secara luas [8].

Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa optimalisasi orientasi panel surya, pemilihan komponen berkualitas tinggi, dan pemanfaatan teknologi pelacak matahari (solar tracking) dapat meningkatkan efisiensi konversi energi hingga 25% [9], [10],[14]. Sebagai langkah awal, instalasi PLTS rooftop menawarkan efisiensi tinggi dan penggunaan lahan minimal, karena memanfaatkan atap bangunan [11]. Pondok Pesantren Mahasiswa Khoirul Huda di Surabaya adalah lokasi strategis untuk penerapan teknologi ini. Dengan suhu harian rata-rata mencapai 28–40°C, iradiasi matahari di kawasan ini sangat mendukung instalasi PLTS [12]. Selain itu, desain bangunan dengan kerangka baja aluminium dan orientasi atap yang menghadap utara-selatan memastikan akses optimal terhadap sinar matahari [13].Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem PLTS rooftop yang mampu memenuhi kebutuhan energi listrik Pondok Pesantren Mahasiswa Khoirul Huda. Hasilnya diharapkan dapat memberikan solusi energi yang efisien dan berkelanjutan, sekaligus mendukung upaya pengurangan emisi karbon di sektor energi.

METODE

Single Line Diagram PLTS

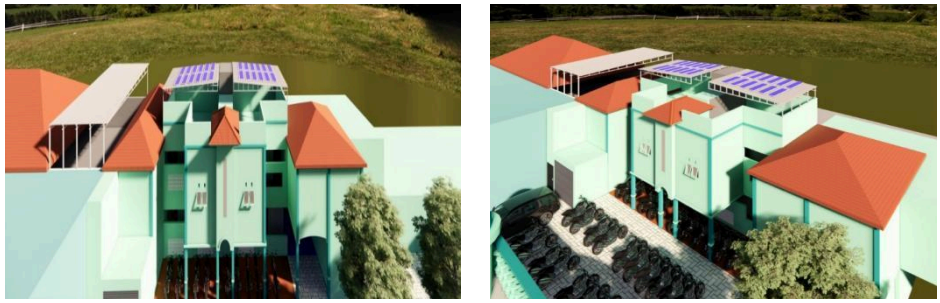
Gambar 1, dibawah ini menunjukkan desain PLTS dengan 24 modul surya berkapasitas 300 Wp, dirangkai dalam konfigurasi 8 panel seri dan 3 rangkaian paralel. Sistem ini menggunakan Solar Charge Controller (SCC) 10.000 W, inverter 10.000 W, dan lima baterai 12 V 200 Ah. Panel surya dipasang menghadap selatan dan utara, disesuaikan dengan atap gedung. Kombinasi seri dan paralel dirancang untuk memenuhi kebutuhan tegangan, arus, dan daya sistem secara optimal, memastikan daya yang andal untuk penerangan tambak udang dan bandeng.



Gambar 1. single line diagram PLTS

Perancangan Desain PLTS

Perancangan PLTS bertujuan menentukan jumlah panel surya yang dapat dipasang pada rooftop Pondok Pesantren Mahasiswa Khoirul Huda Surabaya. Sistem ini meliputi panel surya sebagai penyerap energi matahari, Solar Charger Controller (MPPT Sepic Converter) untuk pengisian baterai, inverter untuk konversi tegangan DC ke AC, dan panel kontrol untuk distribusi daya. Panel surya dipasang di rooftop, mengalirkan energi ke ruang kontrol untuk diolah sebelum disalurkan ke beban seperti lampu, komputer, kulkas, dan AC. Panel kontrol dilengkapi MCB untuk mengatur suplai daya dari PLN dan PLTS. Gambar 2a menunjukkan desain gedung, sedangkan Gambar 2b menunjukkan desain rooftop untuk instalasi PLTS.



(a) (b)

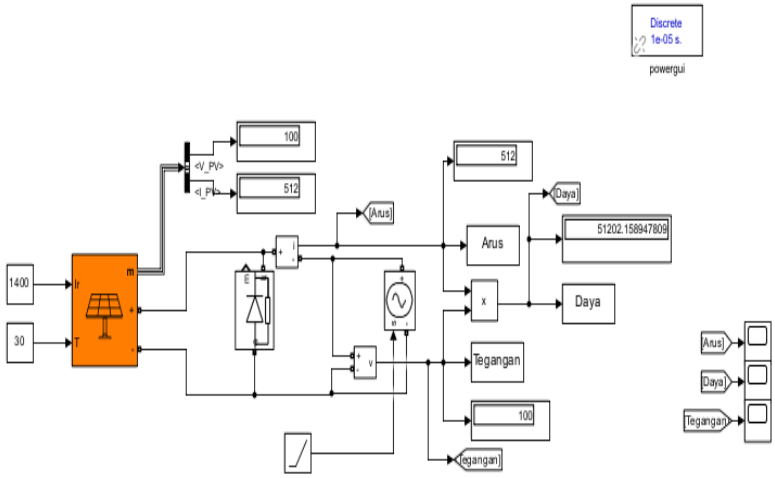
Gambar 2. (a). Desain gedung PPM khoirul Huda Surabaya, (b). Desain Rooftop PPM Khoirul Huda Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *Photovoltaic (PV)*

Pengujian photovoltaic (PV) dilakukan untuk mengevaluasi kinerja modul surya dengan berbagai tingkat iradiasi mulai dari 600 hingga 1200 W/m². Rangkaian pengujian ditunjukkan pada Gambar 3 berikut akan menggambarkan konfigurasi sistem pengujian simulasi PV. Pada

pengujian ini, daya dihitung berdasarkan hasil perkalian tegangan konstan sebesar 30 V dan arus yang dihasilkan.



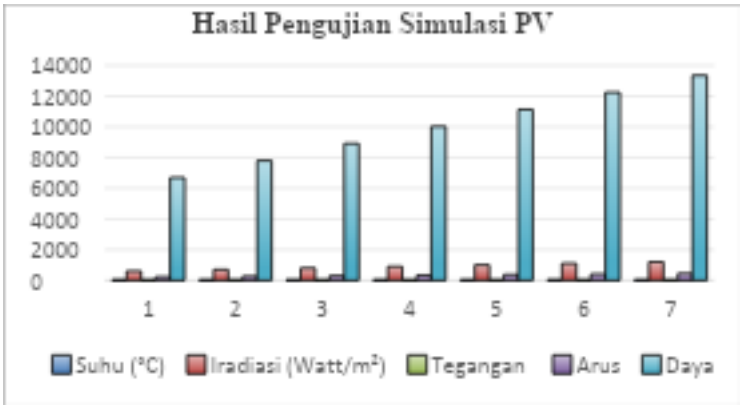
Gambar 3. Rangkaian Pengujian Simulasi PV.

Hasil pengujian, dirangkum dalam Tabel 1 dibawah ini, yang menunjukkan bahwa daya maksimum tercapai pada iradiasi 1200 W/m² dengan output daya sebesar 13.351 Wp, diikuti iradiasi 1100 W/m² sebesar 12.242 Wp, dan seterusnya hingga daya minimum pada iradiasi 600 W/m² sebesar 6.688 Wp. Tegangan tetap stabil pada 30 V, sementara arus meningkat seiring dengan kenaikan iradiasi. Hal ini menunjukkan bahwa daya maksimum yang dihasilkan modul PV berbanding lurus dengan nilai iradiasi, sedangkan tegangan tetap konstan dengan arus yang bertambah sesuai iradiasi yang diterapkan.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Simulasi PV

No	Suhu (°C)	Iradiasi (Watt/m²)	Tegangan	Arus	Daya
1	31	600	30	223	6688
2	31	700	30	260	7801
3	31	800	30	297	8912
4	31	900	30	334	10023
5	31	1000	30	371	11133
6	31	1100	30	408	12242
7	31	1200	30	445	13351

Hasil pengujian tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4 di bawah ini. Grafik ini menunjukkan hubungan antara iradiasi dan daya yang dihasilkan oleh modul PV. Semakin tinggi nilai iradiasi, semakin besar daya yang dihasilkan. Tegangan modul tetap konstan pada 30 V, sementara arus meningkat secara linier dengan kenaikan iradiasi.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Simulasi PV.

KESIMPULAN

Pemanfaatan energi surya di Pondok Pesantren Mahasiswa Khoirul Huda Surabaya menghasilkan beberapa kesimpulan penting terkait desain dan implementasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dalam rancangan ini, sebanyak 24 panel surya dengan kapasitas masing-masing 300 WP dipadukan dengan sebuah inverter berkapasitas 10 kW yang dirancang untuk dipasang pada area seluas 75 m². Berdasarkan analisis teknis, sistem ini mampu menghasilkan daya output bulanan sebesar 1.552,1 kilowatt-jam, dengan daya output tahunan mencapai 19.000,02 kilowatt-jam. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem PLTS yang dirancang memiliki potensi signifikan untuk mendukung penyediaan energi listrik secara berkelanjutan pada kawasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Gifson, M. Rt Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid Di Ecopark Ancol."

[2] M. R. Wicaksana, I. N. S. Kumara, I. A. D. Giriantari, and R. Irawati, "Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 Kwp Pada Kantor Gubernur Bali," 2019.

[3] "Energy Production Estimation and Data Monitoring System In 300 kWp Rooftop Solar Power Plant XYZ, Inc."

[4] · Book, *BUKU TEKNOLOGI PHOTOVOLTAIC*. 2019. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/341909134

[5] M. I. Fadriantama and R. M. Sisdarmanto Adinandra, "Analisis Perbandingan Kinerja Algoritme Perturb And Observe (P&O) Dan Incremental Conductance (Ic) Pada Sistem Kendali Maximum Power Point Tracker (Mppt) Untuk Sistem Photovoltaic (Pv) ParaleL."

[6] M. Effendy, N. A. Mardiyah, and K. Hidayat, "Implementasi Maximum Power Point Tracking pada Photovoltaic Berbasis P&O-Fuzzy," 2017.

[7] M. Qurniatun, S. Dwi Riyanto, and M. Yusuf, "Optimalisasi Daya Output Pada Photovoltaic Penggunakan Sistem Tracking dan Fuzzy Logic Controller," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 1, pp. 14–22, Jan. 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i1.1583.

[8] C. Rangkuti and J. Teknik Mesin, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti," *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2016.

[9] A. Gifson, M. Rt Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid Di Ecopark Ancol."

[10] M. R. Wicaksana, I. N. S. Kumara, I. A. D. Giriantari, and R. Irawati, "Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 Kwp Pada Kantor Gubernur Bali," 2019.

[11] A. Goeritno and Y. Herutama, "Prototipe Sistem Elektronis Berbantuan PC untuk Pemantauan Kondisi Pasokan Daya Listrik," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 14, no. 2, Aug. 2018, doi: 10.17529/jre.v14i2.10904.

[12] J. Teknik Elektro, M. B. Arif Mohamadarifbaihaqiy, U. Jember, U. Jember Bambang Sri Kaloko, U. Jember Moch Gozali, and U. Jember Bambang Sujanarko, "Rancang Bangun Sepic Converter Untuk Panel Surya Dengan MPPT Incremental Conductance Sebagai Pengisian Baterai Sepeda Listrik."

[13] A. Goeritno and Y. Herutama, "Prototipe Sistem Elektronis Berbantuan PC untuk Pemantauan Kondisi Pasokan Daya Listrik," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 14, no. 2, Aug. 2018, doi: 10.17529/jre.v14i2.10904.

{14] RinySulistyowati, Dedet Candra Riawan, Mochamad Ashari, Clustering Based Optimal Sizing and Placement of PV-DG Using Neural Network, Advanced Science Letters 23 (3), 2373-2375, 2017

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025,
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7107

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Produksi berbasis Website menggunakan Framework Scrum guna meningkatkan Profit pada PT. XYZ

Tri Agustina Nugrahani, Karina Nine Amalia

Universitas Jember

e-mail: tina@unej.ac.id, karina@unej.ac.id

ABSTRACT

Website-based information systems are a collection of pages that can display information, in the form of text, images, sound, and animations to form a series of information [1]. The existence of website-based and mobile information systems has helped a lot in work, namely the field of material production management. Material production management is a case study at PT. XYZ. This company is a business field to manage the management of production, purchasing, and material inventory. In its daily life, there are several problems, namely the frequent differences between production, purchasing and material inventory. Material production management is one of the case studies at PT. XYZ. This company is a business field to manage the management of production, purchasing, and material inventory. In its daily life, there are several problems, namely the frequent differences between production, purchasing and material inventory. So based on the problems, an information system is needed to record production management in the company. Based on the results of the information system design using the Scrum framework and has met the Definition of Done. So that the features that have been designed are in accordance with the needs of the Company. The use of the Scrum framework has the advantage that it can be done with task prioritization. From here it is concluded that the design of the production management information system using scrum has been in accordance with user needs, so that it can increase profits and reduce the difference in budget costs in the Company.

Keywords: material, scrum, information system, website

ABSTRAK

Sistem informasi berbasis website merupakan kumpulan dari sebuah halaman yang dapat menampilkan informasi, berupa teks, gambar, suara, dan animasi sehingga membentuk sebuah rangkaian informasi [1]. Dengan adanya sistem informasi berbasis website maupun mobile sudah banyak membantu dalam pekerjaan, yaitu bidang manajamen produksi material. Manajemen produksi material merupakan studi kasus yang terdapat pada PT. XYZ. Perusahaan ini merupakan bidang usaha untuk mengatur manajemen sebuah produksi, pembelian, dan persediaan material. Dalam kesehariannya terdapat beberapa permasalahan yaitu seringnya terjadi selisih antara produksi, pembelian dan persediaan material. Manajemen produksi material merupakan salah satu studi kasus yang terdapat pada PT. XYZ. Perusahaan ini merupakan bidang usaha untuk mengatur manajemen sebuah produksi, pembelian, dan persediaan material. Dalam kesehariannya terdapat beberapa permasalahan yaitu seringnya terjadi selisih antara produksi, pembelian dan persediaan material. Sehingga berdasarkan permasalahan, maka diperlukannya sistem informasi untuk mencatat manajemen produksi dalam perusahaan. Berdasarkan hasil perancangan system informasi dengan menggunakan framework Scrum dan sudah memenuhi Definition of Done. Sehingga fitur yang sudah dirancang sudah sesuai dengan kebutuhan Perusahaan. Penggunaan framework Scrum memiliki kelebihan yaitu dapat dikerjakan dengan adanya prioritasi task. Dari sinilah didapatkan kesimpulan yaitu bahwa rancang bangun system informasi manajemen produksi dengan menggunakan scrum telah sesuai dengan kebutuhan user, sehingga dapat meningkatkan profit dan mengurangi selisih biaya anggaran dalam Perusahaan.

Kata kunci: material, scrum, sistem informasi, website

PENDAHULUAN

Sistem informasi saat ini menjadi populer dengan berkembangnya waktu dan teknologi. Sistem informasi berbasis website merupakan kumpulan dari sebuah halaman-halaman yang dapat menampilkan informasi, berupa teks, gambar, suara, dan animasi sehingga membentuk sebuah rangkaian informasi [1]. Sebuah sistem informasi dapat juga dipergunakan untuk membantu dalam kehidupan sehari misalnya yaitu sistem informasi manajemen pendaftaran pasien, sistem informasi manajemen produksi, sistem informasi untuk penunjang pengambilan keputusan, sistem informasi pencatatan surat masuk dan keluar, dan berbagai macam sistem informasi lainnya. Sistem informasi ini dapat berupa mobile maupun website. Dengan adanya sistem informasi berbasis website maupun mobile sudah sangat banyak membantu dalam bidang pekerjaan, salah satunya yaitu bidang manajamen produksi material.

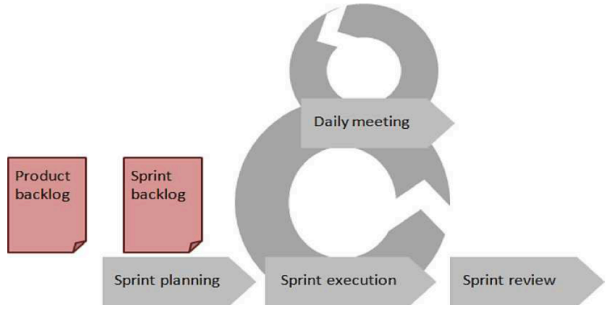
Manajemen produksi material merupakan salah satu studi kasus yang terdapat pada PT. XYZ. Perusahaan ini merupakan bidang usaha untuk mengatur manajemen sebuah produksi, pembelian, dan persediaan material. Dalam kesehariannya terdapat beberapa permasalahan yaitu seringnya terjadi selisih antara produksi, pembelian dan persediaan material. Sehingga berdasarkan permasalahan yang ada, maka diperlukannya sistem informasi untuk mencatat manajemen produksi dalam perusahaan tersebut. Saat ini, proses pencatatan, pengumpulan data, dan pelaporan masih dilakukan dengan cara mencatat secara langsung pada dokumen sheet. Hal ini menjadi tantangan karena akan terjadi migrasi data dan akan terjadi integrasi dengan komputer. Untuk mendukung proses tersebut maka diperlukan sebuah solusi yaitu perancangan sistem informasi berbasis website untuk manajemen produksi.

Perancangan UIUX merupakan solusi awal untuk membangun sebuah website. Dalam perancangan sistem informasi ini menggunakan framework Scrum. Perancangan sistem informasi ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dalam proses pembuatan perangkat lunak [2]. Perangkat lunak atau sistem informasi berbasis web dengan menggunakan Scrum dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kecepatan dan fleksibilitas sebuah sistem informasi [3]. Framework Scrum merupakan jenis atau turunan dari metodologi Agile [3]. Dalam pengerjaannya Scrum dikerjakan sesuai dengan sprint atau membagi dalam sebuah modul-modul fitur dari sistem informasi. Setiap sprint yang dibuat merupakan fitur yang berbeda dari sprint

yang lain, sehingga dalam pengerjaannya menjadi lebih cepat, dan lebih dahulu mengerjakan fitur yang paling utama. Sehingga dari proses pengerjaan sistem informasi dapat meningkatkan profit perusahaan.

METODE

Framework Scrum merupakan salah satu pengembangan dari framework Agile, yang merupakan metode pengembangan sistem dengan iterasi yang pendek dan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi [4]. Metode Scrum pertama kali diperkenalkan pada tathun 1997 dan dirancang untuk sebagai kerangka kerja dalam pengembangan perangkat lunak [5]. Dalam penerapannya, Scrum melibatkan beberapa elemen utama seperti product backlog, sprint backlog, sprint planning, daily meeting, sprint execution, dan sprint review. Untuk memastikan proses Scrum berjalan dengan baik, dibutuhkan tim yang terdiri atas Product Owner (PO), Scrum Master, dan Development Team [3]. Dalam Scrum terdapat product backlog yang memiliki prioritas yang didasarkan pada kebutuhan sistem yang sangat penting terlebih dahulu [6]. Selain itu didalam Scrum juga terdapat sprint backlog yang merupakan pengembangan dari product backlog. Pada sprint backlog terdapat persyaratan ataupun kebutuhan dari awal pengembangan produk sampai selesai. Berikut adalah framework Scrum yang terdapat pada Gambar 1. Yang merupakan tahapan dari Scrum [7].

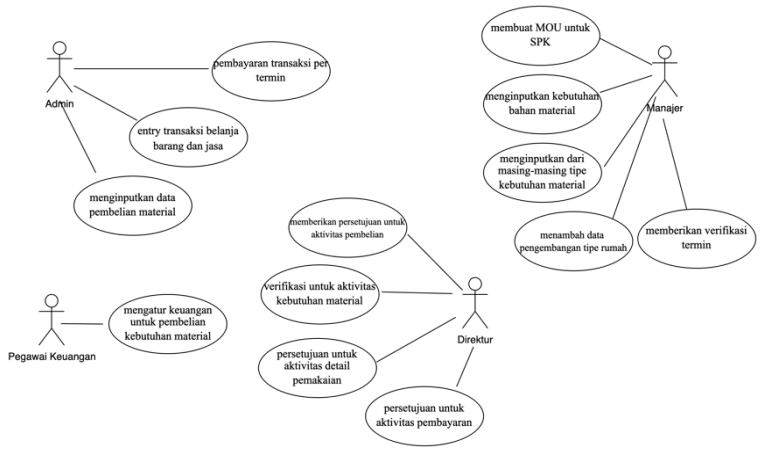


Gambar 1. Scrum Proses (Wangenheim, Savi, Borgatto, 2013)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan implementasi framework Scrum yaitu dengan menganalisis kebutuhan user. Dari tiap user maka akan didefinisikan tugas atau role dari sebuah fitur sistem. Setelah role user terbentuk dan kebutuhannya sudah tercatat maka akan dilakukan pengelompokan proses dalam iterasi sprint dalam pengembangan perangkat lunak.

Role user yang terdapat dalam sistem informasi ini yaitu admin, direktur, manajer, dan pegawai keuangan. Kebutuhan fitur berdasarkan user tergambar dalam sebuah use case diagram Gambar 2. **Use case diagram.**



Gambar 2. Use case diagram

Tabel 1. Role User

No	Hak Akses	Akses User (Role User)
1	Admin	Dapat memiliki akses untuk pembayaran transaksi per termin Dapat memiliki akses untuk entry transaksi belanja barang dan jasa Dapat menginputkan data pembelian material
2	Direktur	Dapat memberikan persetujuan untuk aktivitas pembelian Dapat memberikan verifikasi untuk aktivitas kebutuhan material Dapat memberikan persetujuan untuk aktivitas detail pemakaian Dapat memberikan persetujuan untuk aktivitas pembayaran
3	Manajer	Dapat membuat MOU untuk SPK Dapat menginputkan kebutuhan bahan material Dapat menginputkan dari masing-masing tipe kebutuhan material Dapat menambah data pada saat pengembangan tipe rumah Dapat memberikan verifikasi termin
4	Pegawai Keuangan	Dapat mengatur keuangan untuk pembelian kebutuhan material

Product backlog merupakan tahapan untuk mengelompokkan kebutuhan sistem informasi yang akan dikembangkan. Product backlog yang dikelompokan berdasarkan kebutuhan yang sudah sesuai dengan role user. Dalam product backlog dapat dilihat dari urgensi kebutuhan fitur dari user sebagai prioritas yang high yaitu pembelian material, tingkatan medium yaitu pembayaran dan tingkatan low adalah verifikasi pembayaran.

Setelah tahapan product backlog yaitu tahapan sprint. Tahapan sprint dimulai dari pengerjaan fitur dengan priorotas utama atau high. Sprint akan dijabarkan kedalam detail task

atau DoD (Definition of Done). Tahapan sprint beserta DoD dapat dilihat pada Tabel 2 Sprint task

Tabel 2. Sprint Task

No	Fitur	Task
1	Pembelian Material	a. Pada user admin dapat menginputkan data pembelian material b. Pada user direktur dapat menginputkan kebutuhan bahan material c. Pada user manajer dapat menginputkan dari masing-masing tipe kebutuhan material d. Pada user manajer dapat menambah data pada saat pengembangan tipe rumah e. Pada user pegawai keuangan dapat mengatur keuangan untuk pembelian kebutuhan material
2	Pembayaran	a. Pada user admin dapat melakukanpembayaran transaksi per termin b. persetujuan untuk aktivitas pembayaran
3	Verifikasi pembayaran	a. Direktur dapat memberikan verifikasi untuk aktivitas kebutuhan material

Sprint execution merupakan tahapan yang sesuai dengan sprint tas dan definition of done yang telah disepakati. Berikut adalah hasil dari sprint execution yang dilakukan, terdapat dalam Tabel 3. Sprint Execution

Tabel 3. Sprint Execution

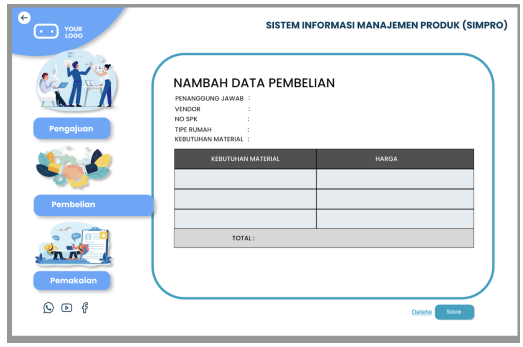
No	Fitur	Prioritas	Status
1	Pembelian Material	a. Pada user admin dapat menginputkan data pembelian material	Done
		b. Pada user direktur dapat menginputkan kebutuhan bahan material	Done
		c. Pada user manajer dapat menginputkan dari masing-masing tipe kebutuhan material	Done
		d. Pada user manajer dapat menambah data pada saat pengembangan tipe rumah	Done
		e. Pada user pegawai keuangan dapat mengatur keuangan untuk pembelian kebutuhan material	Done
2	Pembayaran	a. Pada user admin dapat melakukanpembayaran transaksi per termin	Done
		b. persetujuan untuk aktivitas pembayaran	Done
3	Verifikasi pembayaran	a. Direktur dapat memberikan verifikasi untuk aktivitas kebutuhan material	Done

Sprint Review merupakan tahapan setelah sprint execution dan hasil dari DoD. Tahapan ini adalah tahapan terahir dari pengembangan sistem informasi yang berupa perancangan user

interface dari masing-masing fitur. Berikut adalah gambarn user interface dari masing-masing fitur yang sudah sesuai dengan DoD.



Gambar 3. Menu Sistem



Gambar 4. Input pembelian material

Gambar 3 merupakan bagian awal sistem sehingga dapat terlihat menu yang nantinya dapat membantu user untuk memilih sesuai dengan kebutuhannya. Untuk Gambar 4 merupakan halaman untuk menginputkan pembelian material. Dari semua fitur yang sudah disepakati juga sudah terbentuk user interface dari masing-masing fitur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan system informasi dengan menggunakan framework Scrum dan sudah memenuhi Definition of Done. Sehingga fitur yang sudah dirancang sudah sesuai dengan kebutuhan Perusahaan. Penggunaan framework Scrum memiliki kelebihan yaitu dapat dikerjakan dengan adanya prioritasi task. Dari sinilah didapatkan keimpulan yaitu bahwa rancang bangun system informasi manajemen produksi dengan menggunakan scrum telah sesuai dengan kebutuhan user, sehingga dapat meningkatkan profit dan mengurangi selisih biaya anggaran dalam Perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Tabrani Muhamad, Suhardi, Priyandaru Hananda, "Sistem Informasi Manajemen Berbasis Website pada UNL Studio Dengan Menggunakan Framework Codeigniter", 2021, Jurnal Ilmiah M-Progress, Vol.11, No.1, Januari 2021
[2] Ken Schwaber, 2004. "Agile Project Management with Scrum, Microsoft Press.
[3] Nugrahani TA, Amalia KN, "Implementasi Scrum dalam Perancangan Aplikasi Pembelajaran Budaya Nusantara berbasis Mobile", 2022, Informatics Journal, Vol.7 No. 3(2022)
[4] Rafianto Naufal; Dimas; Saifullah; " Penerapan Metode Scrum pada Pembuatan User Experience Landing Page Sistem Informasi Lentera", Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi, Vol 3 No.2, Agustus 2021
[5] Hron Michal,; Obwegeser Nikolaus.: " Scrum In Practice: An overview of Scrum Adaptions", Hawai International Conference on System Sciences 2018
[6] Kurniawan Ikhwansayah.; Sani R.R; " Pemodelan SCRUM dalam pengembangan System Informasi Kesehatan pada Klinik Ar-Rokhim Sragen Kabupaten Sragen", Journal of Information System, Vol 4, No.1, Mei 2019
[7] Wangenheim C.G.V. Savi Rafael.; Borgatto A.F; " SCRUMIA-An Educational Game For Teaching SCRUM In Computers Courses", Elsevier The journal of Systems and Software 86 (2013)

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7113

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rekomendasi Destinasi Cerdas Wisata di Kabupaten Jember

Diah Ayu Retnani Wulandari[1], Hafiz Ardi[2], dan Muhamad Arief Hidayat[3]

Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember[123]

e-mail: diah.retnaniw@unej.ac.id

ABSTRACT

This study aims to develop a tourism recommendation system based on the Simple Additive Weighting (SAW) and Borda methods to address challenges in providing tourism information in Jember Regency. The system is designed to assist tourists in determining destinations that suit their needs, both individually and in groups. The research methodology includes data collection through interviews and surveys with the Jember Tourism Office and processing tourism data based on criteria such as distance, price, and rating. Analysis using the SAW method shows that destinations with the highest scores, such as Papuma Beach and Nanggelan Beach, are the primary recommendations for individual tourists. For group tourists, the Borda method integrates preferences among members, resulting in top recommendations for Papuma Beach (Borda score of 80), followed by Nanggelan Beach (Borda score of 78). The system demonstrates its capability to provide accurate and efficient recommendations and holds potential for supporting sustainable tourism development in Jember.

Keywords: *tourism; information; system;* SAW; Borda

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi wisata menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) dan Borda, guna mengatasi kendala dalam penyediaan informasi pariwisata di Jember yaitu menentukan destinasi wisata sesuai kebutuhan, baik secara individu maupun kelompok. Metode penelitian meliputi pengumpulan data melalui wawancara dan survei kepada Dinas Pariwisata Jember, serta pengolahan data pariwisata berdasarkan kriteria jarak, harga, dan rating. Hasil analisis menggunakan metode SAW menunjukkan bahwa destinasi dengan nilai tertinggi, seperti Pantai Papuma dan Pantai Nanggelan, menjadi rekomendasi utama bagi wisatawan individu. Metode Borda mengintegrasikan preferensi berbagai anggota, menghasilkan rekomendasi dengan peringkat tertinggi untuk Pantai Papuma (nilai Borda 80), diikuti oleh Nanggelan (nilai Borda 78) untuk wisata berkelompok. Sistem ini terbukti mampu memberikan rekomendasi yang akurat dan efisien.

Kata kunci: pariwisata; informasi; system; SAW; Borda

PENDAHULUAN

Tantangan dalam pengembangan pariwisata di Jember adalah keterbatasan sistem informasi yang mampu memberikan rekomendasi destinasi wisata secara personalisasi. Permasalahan menjadi lebih kompleks ketika wisatawan datang secara berkelompok, di mana setiap anggota memiliki preferensi berbeda terhadap objek wisata yang ingin dikunjungi. Perbedaan pendapat ini seringkali menyulitkan pengambilan keputusan untuk menentukan destinasi wisata yang dapat mengakomodasi kebutuhan seluruh anggota kelompok. Sistem rekomendasi menjadi solusi potensial untuk mengatasi permasalahan tersebut, dengan memanfaatkan data dan informasi pariwisata yang diolah melalui algoritma tertentu untuk menghasilkan rekomendasi destinasi wisata yang sesuai dengan preferensi wisatawan. Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem rekomendasi menggunakan berbagai metode pengambilan keputusan seperti Simple Additive Weighting (SAW), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), dan metode Borda. Perkembangan sistem rekomendasi destinasi wisata berbasis metode pengambilan keputusan multi-kriteria telah menjadi fokus penelitian terkini dalam bidang pariwisata cerdas. Wicaksono et al. (2023) mengembangkan sistem rekomendasi wisata berbasis personalisasi dengan mengintegrasikan metode SAW dan algoritma collaborative filtering dengan menerapkan pendekatan hybrid yang mempertimbangkan preferensi dinamis wisatawan terhadap kriteria jarak, biaya, dan popularitas destinasi [1]. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan akurasi rekomendasi hingga 87% dibandingkan metode konvensional, dengan tingkat kepuasan pengguna mencapai 92%. Penelitian berikutnya mengimplementasikan sistem pendukung keputusan berbasis mobile untuk rekomendasi destinasi wisata di Jawa Timur dengan menerapkan kombinasi metode Fuzzy-SAW untuk mengatasi ketidakpastian dalam preferensi wisatawan. Evaluasi terhadap 150 pengguna menunjukkan pendekatan ini mampu meningkatkan relevansi rekomendasi hingga 78% dan mempercepat proses pengambilan keputusan wisatawan sekitar 65% dibandingkan metode manual [2]. Dalam konteks pengambilan keputusan kelompok, Pramono et al. (2024) mengembangkan model pengambilan keputusan kelompok untuk perencanaan perjalanan wisata menggunakan metode Borda yang dimodifikasi dengan faktor bobot kepentingan anggota kelompok melibatkan 75 kelompok wisatawan ini menunjukkan pendekatan tersebut mampu mengurangi konflik preferensi antar anggota kelompok hingga 72% dan meningkatkan kepuasan keseluruhan kelompok sebesar 83% [3]. Penelitian berikutnya menganalisis pengaruh variasi jumlah kriteria dan subkriteria terhadap akurasi sistem rekomendasi berbasis SAW dan Borda. Dengan melakukan eksperimen pada dataset 150 destinasi wisata dan 300 pengguna, penelitian ini menemukan bahwa performa optimal dicapai dengan 5-7 kriteria utama dan maksimal 3 subkriteria per kriteria utama [4].

Berdasarkan tinjauan komprehensif terhadap penelitian terkini, teridentifikasi bahwa integrasi metode SAW dan Borda memiliki potensi signifikan untuk mengoptimalkan sistem rekomendasi destinasi wisata, khususnya untuk mengakomodasi preferensi wisatawan individu dan kelompok. Metode SAW dipilih karena kemampuannya dalam memberikan penilaian yang akurat berdasarkan bobot kepentingan kriteria, sedangkan metode Borda digunakan untuk mengakomodasi preferensi wisatawan yang datang secara berkelompok. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi destinasi wisata di Kabupaten Jember dengan mengintegrasikan metode SAW dan Borda untuk membantu wisatawan baik individu maupun kelompok.. Metode Simple Additive Weight (SAW), sering juga dikenal dengan istilah metode penjumlahan terbobot. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Adapun langkah-langkah metode Simple Additive Weighting (SAW) menurut Fishburn dan MacCrimmon [5] adalah menentukan kriteria yang akan menjadi acuan dalam perhitungan, menentukan rating

kecocokan setiap alternatif dengan cara memasukkan nilai dari masing-masing kriteria kedalam tabel rating kecocokan, membuat matriks keputusan, nilai dari hasil rating kecocokan kemudian dijadikan matriks keputusan, melakukan normalisasi matriks, dengan mengelompokkan kriteria kriteria tersebut kedalam dua jenis atribut yaitu atribut keuntungan (benefit) yaitu jika nilai terbesar adalah nilai terbaik dan atribut biaya (cost) jika nilai terkecil adalah nilai terbaik. Borda adalah metode yang digunakan untuk keputusan kelompok yang dilakukan dengan perkalian dari nilai referensinya dengan bobot dari rangking. Metode Borda umumnya digunakan untuk pengambilan keputusan secara voting, dan dalam penerapanya metode Borda selalu dikombinasikan dengan metode lainnya [5]. Metode BORDA yang dinilai mampu melakukan proses pemilihan dan seleksi alternatif terbaik sehingga akan mendapatkan hasil yang akurat dalam keputusan yang diambil seperti yang dilakukan penelitian sebelumnya pada dinas kelautan dan perikanan dalam memilih pemenang lomba masak ikan [6]. Metode SAW dipilih karena kemampuannya memberikan penilaian yang lebih akurat, berdasarkan bobot kepentingan yang telah ditetapkan sebelumnya. Sementara itu, metode Borda digunakan untuk menentukan alternatif terbaik dari sejumlah opsi keputusan yang tersedia [7]. Pada penelitian penilaian kelayakan topik skripsi adanya penilaian subjektif terhadap suatu topik oleh masing masing penilai agar lebih objective menggunakan metode Additive Weighting (SAW) dan untuk akumulasi nilai penilaian tim pakar menggunakan metode BORDA berhasil lebih objektive dalam menilai suatu kelayakan sehingga dapat menghasilkan rekomendasi topik yang diterima [8]. Teknik Borda bermanfaat karena secara efisien menggabungkan berbagai peringkat alternatif melalui kelompok pemungutan suara yang menggabungkan banyak preferensi. Pilihan kedua metodologi ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan solusi yang lebih efisien untuk masalah yang kompleks dengan memandu atau membuat keputusan lebih cepat dalam menyelesaikan masalah penentuan tempat wisata secara berkelompok sehingga kriteria masing masing orang terwakilkan [9] [10]

METODE

1. Pengumpulan Data Dan Akuisisi Pengetahuan

- **Wawancara dan survey** Dinas Pariwisata Jember untuk memperoleh data primer mengenai destinasi wisata di Jember, informasi jarak, harga tiket, fasilitas, dan rating pengunjung.
- **Akuisisi pengetahuan**: Dilakukan melalui proses identifikasi komponen utama penelitian, termasuk penentuan kriteria yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan (jarak, harga, dan rating), serta konseptualisasi model sistem.

2. Pengolahan Data

- **Pengelompokan data**: Data pariwisata, penginapan, dan tempat kuliner dikelompokkan berdasarkan jarak relatif dari lokasi awal wisatawan.
- **Standardisasi data**: Data jarak, harga, dan rating distandarisasi ke dalam bentuk yang seragam untuk memudahkan proses perhitungan.
- **Konversi ke bilangan fuzzy**: Data dari setiap kriteria dikonversi ke dalam bentuk bilangan fuzzy menggunakan rumus variabel ke-n / n, dimana n adalah jumlah kategori dalam kriteria tersebut. Misalnya, untuk kriteria jarak yang dibagi menjadi 5 kategori yaitu Sangat Jauh (80-100 km) = 1/5 = 0.2, Jauh (60-80 km) = 2/5 = 0.4, Menengah (40-60 km) = 3/5 = 0.6, Dekat (20-40 km) = 4/5 = 0.8, Sangat Dekat (0-20 km) = 5/5 = 1.0

3. Penerapan Metode SAW Dan Borda

A. Metode Simple Additive Weighting (SAW)

1. **Penentuan Kriteria dan Bobot**
   Mengidentifikasi kriteria dan bobot yang menjadi acuan dalam perhitungan (jarak, harga, dan rating) sesuai tingkat kepentingan
2. **Penyusunan Rating Kecocokan**

Memasukkan nilai dari masing-masing destinasi wisata untuk setiap kriteria ke dalam tabel rating kecocokan, Nilai-nilai ini dikonversi ke dalam bentuk bilangan fuzzy sesuai dengan kategori yang telah ditetapkan

3. **Pembuatan Matriks Keputusan**
   Mengorganisir nilai-nilai rating kecocokan ke dalam bentuk matriks keputusan X, Matriks ini berisi nilai dari setiap destinasi wisata untuk setiap kriteria
4. **Normalisasi Matriks**
   Mengelompokkan kriteria ke dalam dua jenis atribut dengan atribut keuntungan (benefit): jika nilai terbesar adalah nilai terbaik, dan atribut biaya (cost): jika nilai terkecil adalah nilai terbaik, melakukan normalisasi menggunakan persamaan (1)
5. **Perhitungan Nilai Akhir (V)**
   - Menghitung nilai akhir untuk setiap alternatif menggunakan persamaan (2)
6. **Perangkingan**
   - Mengurutkan nilai V dari yang tertinggi hingga terendah
   - Nilai V tertinggi menjadi rekomendasi utama destinasi wisata

B. Metode Borda

1. **Pengumpulan Preferensi Individual**
   - Setiap anggota kelompok memberikan preferensi terhadap destinasi wisata
   - Preferensi ini diolah menggunakan metode SAW untuk menghasilkan peringkat individu
2. **Pemberian Nilai Borda**
   - Setiap peringkat diberikan nilai Borda, dengan rumus: (n - r + 1)
   - Dimana n adalah jumlah alternatif dan r adalah peringkat alternatif
3. **Akumulasi Nilai Borda**
   - Nilai Borda dari setiap alternatif di semua preferensi individu dijumlahkan
4. **Penentuan Rekomendasi Kelompok**
   - Alternatif dengan nilai Borda tertinggi merupakan rekomendasi utama untuk kelompok

4. Pengujian Sistem

- **Akurasi**: Membandingkan hasil rekomendasi sistem dengan preferensi nyata pengguna melalui 50 skenario kasus berbeda
- **Kepuasan Pengguna**: Evaluasi tingkat kepuasan pengguna melalui survei usability

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penetapan Kriteria, Range, Bobot, dan Nilai Fuzzy

Tahap awal dalam menerapkan metode SAW dan Borda adalah penetapan kriteria, range, bobot, dan nilai fuzzy. Nilai range untuk setiap kriteria ditentukan berdasarkan sebaran data yang ada, dengan pembagian menjadi 5 kategori untuk memudahkan penilaian yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria, Range, Bobot, dan Nilai Fuzzy untuk Kriteria Jarak, ranting dan harga

No	Nama Kriteria	Range	Bobot	Fuzzy
1	Jarak	Sangat Jauh (80 - 100 km)	1	0.2
2		Jauh (60 - 80 km)	2	0.4
3		Menengah (40 - 60 km)	3	0.6
4		Dekat (20 - 40 km)	4	0.8
5		Sangat Dekat (0 - 20 km)	5	1.0
1	Harga	Sangat Mahal (>50.000)	1	0.2
2		Mahal (25.000 - 50.000)	2	0.4
3		Menengah (15.000 - 25.000)	3	0.6

4		Murah (5.000 - 15.000)	4	0.8
5		Sangat Murah (<5.000)	5	1.0
1		Sangat Tidak Populer (1)	1	0.2
2		Tidak Populer (2)	2	0.4
3	Rating	Cukup Populer (3)	3	0.6
4		Populer (4)	4	0.8
5		Sangat Populer (5)	5	1.0

2. Data Sampel Objek Wisata

Dari 41 objek wisata yang terdaftar dalam sistem, berikut adalah sampel 5 objek wisata yang digunakan untuk mengilustrasikan perhitungan dalam penelitian ini seperti pada tabel 2:

Tabel 2. Data Sampel Objek Wisata di Kabupaten Jember

No	Nama Objek Wisata	Jarak (km)	Harga (Rp)	Rating (1-5)
1	Papuma	46.4	15.000	5
2	Watu Ulo	44.5	7.500	4
3	Nanggelan	43.2	5.000	5
4	Puger	47.9	5.000	4
5	Payangan	43.8	5.000	5

3. Konversi Data ke Nilai Fuzzy

Tahap berikutnya adalah mengkonversi data objek wisata ke dalam nilai fuzzy sesuai dengan kategori yang telah ditetapkan. Konversi ini bertujuan untuk standardisasi nilai agar dapat digunakan dalam perhitungan SAW seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Konversi Data ke Nilai Fuzzy

No	Nama Objek Wisata	Jarak	Harga	Rating
1	Papuma	0.6	0.8	1.0
2	Watu Ulo	0.6	0.8	0.8
3	Nanggelan	0.6	1.0	1.0
4	Puger	0.6	1.0	0.8
5	Payangan	0.6	1.0	1.0

Keterangan:

- Jarak: Semua objek wisata berada dalam kategori Menengah (40-60 km) sehingga nilai fuzzy-nya 0.6
- Harga: Papuma dan Watu Ulo masuk kategori Murah (5.000-15.000) dengan nilai fuzzy 0.8, sisanya kategori Sangat Murah (<5.000) dengan nilai fuzzy 1.0
- Rating: Papuma, Nanggelan, dan Payangan dengan rating 5 memiliki nilai fuzzy 1.0 (Sangat Populer), sedangkan Watu Ulo dan Puger dengan rating 4 memiliki nilai fuzzy 0.8 (Populer)

4. Implementasi Metode SAW untuk Wisatawan Individu

Dalam implementasi metode SAW, sistem memungkinkan wisatawan untuk menetapkan preferensi mereka terhadap kriteria-kriteria yang ada. Untuk mensimulasikan preferensi wisatawan individu, digunakan contoh wisatawan dengan preferensi jarak: Sangat Jauh (bobot 0.2), harga : Sangat Murah (bobot 1.0), Rating: Sangat Populer (bobot 1.0). Berdasarkan preferensi ini, akan dilakukan normalisasi matriks dan perhitungan nilai akhir.

4.1 Normalisasi Matriks

Normalisasi matriks dilakukan dengan membedakan kriteria benefit dan cost. Dalam contoh ini seperti Jarak: Kriteria cost (nilai terkecil adalah terbaik), Harga: Kriteria benefit (nilai terbesar adalah terbaik), Rating: Kriteria benefit (nilai terbesar adalah terbaik) menggunakan rumus normalisasi persamaan 1 dan hasilnya pada tabel 4:

$$R_{ij} = \{\frac{X_{ij}}{MaxX_{ij}} \; jika\ j\ adalah\ atribut\ keuntungan\ (benefit) \quad \frac{MinX_{ij}}{X_{ij}} \qquad jika\ j\ adalah\ atribut\ biay$$

.....(1)

Dimana :
$R_{ij} = rating\ kinerja\ ter\ normalisasi Max X_{ij} = nilai\ maksimum\ dari\ setiap\ kolom\ dan\ baris Min X_{i}$

Tabel 4. Hasil Normalisasi Matriks

No	Nama Objek Wisata	Jarak	Harga	Rating
1	Papuma	0.6/0.6 = 1.0	0.8/1.0 = 0.8	1.0/1.0 = 1.0
2	Watu Ulo	0.6/0.6 = 1.0	0.8/1.0 = 0.8	0.8/1.0 = 0.8
3	Nanggelan	0.6/0.6 = 1.0	1.0/1.0 = 1.0	1.0/1.0 = 1.0
4	Puger	0.6/0.6 = 1.0	1.0/1.0 = 1.0	0.8/1.0 = 0.8
5	Payangan	0.6/0.6 = 1.0	1.0/1.0 = 1.0	1.0/1.0 = 1.0

4.2 Perhitungan Nilai Akhir (V)

Nilai akhir (V) untuk setiap objek wisata dihitung dengan rumus:

$$V_i = \sum_{j=1}^{n} W_j R_{ij} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana :
$V_i = nilai\ akhir\ dari\ alternatif W_j = bobot\ yang\ telah\ ditentukan R_{ij} = normalisasi\ matriks$

Perhitungan ini hasilnya dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5. Perhitungan Nilai Akhir (V)

No	Nama Objek Wisata	Perhitungan	Nilai V
1	Papuma	(0.2 * 1.0) + (1.0 * 0.8) + (1.0 * 1.0)	2.0
2	Watu Ulo	(0.2 * 1.0) + (1.0 * 0.8) + (1.0 * 0.8)	1.8
3	Nanggelan	(0.2 * 1.0) + (1.0 * 1.0) + (1.0 * 1.0)	2.2
4	Puger	(0.2 * 1.0) + (1.0 * 1.0) + (1.0 * 0.8)	2.0
5	Payangan	(0.2 * 1.0) + (1.0 * 1.0) + (1.0 * 1.0)	2.2

4.3 Perangkingan SAW

Berdasarkan nilai V yang diperoleh, dilakukan perangkingan untuk menentukan rekomendasi objek wisata bagi wisatawan individu seperti yang telrihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perangkingan Objek Wisata untuk Wisatawan Individu

Rank	Nama Objek Wisata	Nilai V
1	Nanggelan	2.2
1	Payangan	2.2
3	Papuma	2.0
3	Puger	2.0
5	Watu Ulo	1.8

5. Implementasi Metode Borda untuk Wisatawan Kelompok

Untuk menggambarkan implementasi metode Borda, diasumsikan terdapat kelompok yang terdiri dari 2 wisatawan dengan preferensi berbeda yaitu **Wisatawan 1:** Jarak: Sangat Jauh (bobot 0.2), Harga: Sangat Murah (bobot 1.0), Rating: Sangat Populer (bobot 1.0) dan **Wisatawan 2:** Jarak: Sangat Dekat (bobot 1.0), Harga: Murah (bobot 0.8), Rating: Populer (bobot 0.8). Hasil perangkingan SAW untuk kedua wisatawan direpresentasikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perangkingan SAW untuk Dua Wisatawan

Nama Objek Wisata	Ranking W1	Ranking W2
Papuma	3	5
Watu Ulo	5	2
Nanggelan	1	3
Puger	3	4
Payangan	1	1

5.1 Penerapan Metode Borda

Metode Borda menerapkan sistem bobot berdasarkan peringkat. Untuk n alternatif, peringkat ke-1 diberi bobot n-1, peringkat ke-2 diberi bobot n-2, dan seterusnya. Dalam contoh ini dengan 5 alternatif seperti pada tabel 8: Peringkat 1: bobot 4, Peringkat 2: bobot 3, Peringkat 3: bobot 2, Peringkat 4: bobot , Peringkat 5: bobot 0

Tabel 8. Perhitungan Nilai Borda

Nama Objek Wisata	Ranking W1	Bobot W1	Ranking W2	Bobot W2	Total Bobot
Papuma	3	2	5	0	2
Watu Ulo	5	0	2	3	3
Nanggelan	1	4	3	2	6
Puger	3	2	4	1	3
Payangan	1	4	1	4	8

5.2 Hasil Rekomendasi Borda

Berdasarkan total bobot Borda, perangkingan akhir kelompok wisatawan seperti pada tabel 9:

Tabel 9. Hasil Rekomendasi untuk Kelompok Wisatawan

Rank	Nama Objek Wisata	Total Bobot Borda
1	Payangan	8
2	Nanggelan	6
3	Watu Ulo	3
3	Puger	3
5	Papuma	2

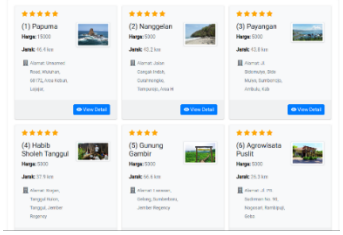
6. Pengujian Akurasi Sistem

Untuk menguji akurasi sistem rekomendasi, dilakukan eksperimen dengan melibatkan 30 kelompok wisatawan potensial yang dibagi menjadi 3 kategori: 10 kelompok wisatawan individu, 10 kelompok wisatawan kecil (2-3 orang), 10 kelompok wisatawan besar (4-8 orang). Setiap kelompok diminta untuk menentukan preferensi mereka terhadap kriteria yang disediakan, kemudian sistem akan menghasilkan rekomendasi destinasi wisata. Hasil rekomendasi kemudian dibandingkan dengan pilihan manual yang dilakukan oleh wisatawan untuk menghitung tingkat akurasi system seperti pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Akurasi Sistem

Kategori Wisatawan	Jumlah Kelompok	Kesesuaian Rekomendasi	Tingkat Akurasi
Wisatawan Individu	10	9	90%
Kelompok Kecil (2-3 orang)	10	8	80%
Kelompok Besar (4-8 orang)	10	7	70%
Total	**30**	**24**	**80%**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem rekomendasi memiliki tingkat akurasi keseluruhan sebesar 80%, dengan akurasi tertinggi pada wisatawan individu (90%) dan terendah pada kelompok besar (70%). Penurunan akurasi pada kelompok besar dapat dipahami karena semakin banyak anggota kelompok, semakin kompleks kebutuhan dan preferensi yang harus diakomodasi oleh system. Hasil system dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 menunjukkan hasil rekomendasi yang dihasilkan oleh sistem.

7. Analisis Kepuasan Pengguna

Untuk menilai tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem rekomendasi, dilakukan survei kepada 30 kelompok wisatawan yang terlibat dalam pengujian. Hasil survei menunjukkan bahwa 80%

responden merasa puas dengan rekomendasi yang diberikan oleh sistem, 10% merasa cukup puas, dan 5% merasa kurang puas seperti pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Survei Kepuasan Pengguna

Tingkat Kepuasan	Jumlah Responden	Persentase
Sangat Puas	9	30%
Puas	16	55%
Cukup Puas	3	10%
Kurang Puas	2	5%
Tidak Puas	0	0%
Total	**30**	**100%**

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa wisatawan individu dan kelompok kecil memiliki tingkat kepuasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok besar. Hal ini sejalan dengan hasil pengujian akurasi yang menunjukkan bahwa sistem rekomendasi cenderung lebih akurat untuk wisatawan individu dan kelompok kecil.

KESIMPULAN

1. Metode SAW efektif memberikan rekomendasi individual berdasarkan bobot kriteria.
2. Metode Borda berhasil mengakomodasi preferensi kelompok, menghasilkan skor tertinggi untuk destinasi yang paling diminati.
3. Sistem memiliki akurasi sebesar 80%, menunjukkan kinerja yang optimal dalam memberikan rekomendasi yang relevan dan mendukung kebutuhan wisatawan individu namun kelemahan dalam sistem ini masih pada rekomendasi kelompok yang semakin menurun ketika anggota dalam kelompok besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Ilmu Komputer yang mendanai kami

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. P. G. &. M. W. Wicaksono, “Pengembangan sistem rekomendasi wisata berbasis personalisasi dengan integrasi metode SAW dan algoritma collaborative filtering.,” urnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), pp. 74-83, 2023.

[2] N. &. D. A. Rohmah, “Implementasi sistem pendukung keputusan berbasis mobile untuk rekomendasi destinasi wisata di Jawa Timur.,” Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi, vol. 6, no. 1, pp. 110-125, 2024.

[3] A. J. W. D. R. &. S. H. P. Pramono, “Pengembangan model pengambilan keputusan kelompok untuk perencanaan perjalanan wisata.,” Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 1, no. 11, pp. 78-91, 2024.

[4] A. &. H. S. Kurniawan, “Analisis pengaruh variasi jumlah kriteria dan subkriteria terhadap akurasi sistem rekomendasi berbasis SAW dan Borda.,” Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika, vol. 2, no. 9, pp. 145-158, 2023.

[5] S. l. a. M. D. Andara, “Analisis pemilihan karyawan terbaik dengan metode simple additive weighting di klinik kecantikan,” Musytari : Jurnal Manajemen, Akuntansi, Dan Ekonomi, pp. 51-60, 2025.

[6] T. J. Tambunan, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pemenang Lomba Masak Serba Ikan Tingkat Provinsi Dengan Menerapkan Metode Borda,” Media Online),” KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer, vol. 1, no. 5, 2021.

[7] N. F. I. a. I. N. Cintya Resti, “Penerapan Metode Simple Additive Weighting (Saw) Dan Metode Borda Count Dalam Optimalisasi Pemilihan Kandidat Terbaik Penerima Beasiswa,” J. Ris. & Ap. Mat, vol. 6, no. 2, p. 179–192, 2022.

[8] -. Y. F. S. D. C. a. A. H. S. J. D. Meidelfi, "The Implementation of SAW and BORDA Method to Determine the Eligibility of Studentsâ€TM Final Project Topic," JOIV : International Journal on Informatics Visualization, vol. 5, no. 2, p. 144–149, 2021.

[9] B. S. a. J. E. S. Y. C. Puspita, "Multi-criteria Group Decision Making Model to Selecting the Most Appropriate Performance of Contract Employees Using the Weighted Aggregated Sum Product Assessment and Borda Methods," Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, p. 11077–11083, 2025.

[10] S. H. M. a. P. P. Wd. S. R. Naura, "APPLICATION OF GROUP DECISION MAKING IN DETERMINING CULINARY TOURISM WITH TOPSIS AND BORDA METHODS," JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer), vol. 9, no. 2, p. 236–246, 2024.

[11] H. A. a. N. S. Putri, "Deni Satria Group Decision Support System untuk Menentukan Kelayakan Penerima Bantuan Sosial dengan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) dan Borda," JITSI, 2022.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7132

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Evaluasi Manajemen Layanan TI pada PT. Mukti Adhi Sejahtera melalui Pengukuran Maturity Level ITIL V3

Jovan Rizky Andika[1], Adib Pakarbudi[2]

Insitut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: jovanrizky.a@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to evaluate the management of information technology (IT) services at PT. Mukti Adhi Sejahtera by measuring the maturity level using the ITIL V3 framework. In a rapidly evolving digital era, organizations need to adapt to advancements in information technology to enhance efficiency and competitiveness. This audit focuses on the Service Operation Domain, which includes Event Management, Incident Management, Request Fulfillment, Problem Management, and Access Management. Through measurements using the Maturity Model, the results indicate that all subdomains are at maturity level 2 (partially), suggesting the need for improvements in various aspects of IT service management. The recommended improvements include standardizing procedures, developing automated systems, and enhancing collaboration among teams. By implementing these suggestions, it is expected that PT. Mukti Adhi Sejahtera can enhance the maturity level of IT services and the overall operational quality of the company. Furthermore, this research also contributes significantly to understanding the importance of effective IT service management as a driver of organizational success.

Keywords: *Maturity model; information technology; ITIL; IT audit.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi manajemen layanan teknologi informasi (TI) pada PT. Mukti Adhi Sejahtera melalui pengukuran tingkat kematangan menggunakan framework ITIL V3. Di era digital yang berkembang pesat, organisasi perlu beradaptasi dengan kemajuan teknologi informasi untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing. Audit ini berfokus pada Domain *Service Operation*, yang meliputi *Event Management, Incident Management, Request Fulfillment, Problem Management, dan Access*

Management. Melalui pengukuran menggunakan *Maturity Model*, hasil menunjukkan bahwa semua subdomain berada pada tingkat kematangan level 2 (*partially*), yang mengindikasikan perlunya perbaikan dalam berbagai aspek pengelolaan layanan TI. Rekomendasi perbaikan yang dihasilkan mencakup standarisasi prosedur, pengembangan sistem otomatis, dan peningkatan kolaborasi antar tim. Dengan menerapkan saran tersebut, diharapkan PT. Mukti Adhi Sejahtera dapat meningkatkan tingkat kematangan layanan TI dan kualitas operasional perusahaan secara keseluruhan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi penting dalam memahami pentingnya pengelolaan layanan TI yang efektif sebagai pendorong kesuksesan organisasi.

Kata kunci: Maturity model; teknologi informasi; ITIL; Audit TI.

PENDAHULUAN

Di era modern saat ini, teknologi dan informasi berkembang pesat, memberikan dampak signifikan terhadap kemajuan dan peningkatan layanan di berbagai bidang. Perkembangan ini terlihat jelas dengan semakin banyaknya perusahaan yang beralih menuju digitalisasi untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing[1][2]. Dalam hal ini, sebuah organisasi bisnis perlu beradaptasi dengan perkembangan teknologi informasi yang terus bergerak maju. Teknologi informasi kini menjadi salah satu aspek krusial yang berperan sebagai faktor penentu kesuksesan dan keberhasilan sebuah perusahaan. Adaptasi yang tepat terhadap kemajuan teknologi memungkinkan organisasi untuk tetap kompetitif, memperkuat posisi di pasar, serta mencapai tujuan yang telah ditetapkan[3].

Teknologi informasi bukan hanya tentang penerapan perangkat atau sistem semata, melainkan juga mencakup manajemen layanan yang bertujuan untuk memastikan bahwa teknologi tersebut selaras dengan tujuan strategis organisasi. Manajemen layanan teknologi informasi ini berfungsi sebagai panduan penting dalam mengoptimalkan pemanfaatan teknologi sehingga mampu memberikan nilai tambah yang signifikan bagi organisasi, baik dalam hal efisiensi operasional maupun peningkatan daya saing[4][5]. Dengan demikian, pengelolaan teknologi informasi yang baik akan mendukung tercapainya tujuan organisasi secara efektif dan berkelanjutan[4]. Tujuan dari Audit TI adalah untuk mengukur tingkat kematangan (*maturity level*) layanan teknologi informasi di PT. Mukti Adhi Sejahtera dan memberikan rekomendasi perbaikan jika nilai kematangan yang dicapai masih berada di bawah target yang diharapkan oleh perusahaan[6]. Dengan demikian, rekomendasi yang dihasilkan akan membantu perusahaan dalam mencapai tingkat kematangan yang lebih tinggi dan meningkatkan kualitas layanan teknologi informasi secara keseluruhan[7].

Pengelolaan layanan TI merupakan suatu metode yang berfokus pada pengelolaan sistem teknologi informasi dengan pendekatan yang berpusat pada kebutuhan dan kepuasan konsumen, baik internal maupun eksternal, dalam kaitannya dengan bisnis perusahaan. Metode ini menekankan bahwa layanan TI tidak hanya dilihat sebagai dukungan teknis, tetapi sebagai elemen strategis yang berperan penting dalam pencapaian tujuan bisnis[8]. Dengan demikian, pengelolaan layanan TI bertujuan untuk memastikan bahwa semua sistem, aplikasi, dan infrastruktur teknologi yang digunakan di dalam perusahaan dapat memberikan nilai tambah yang nyata dan relevan dengan kebutuhan operasional dan strategis perusahaan. Dalam pengelolaan layanan TI sebuah organisasi dapat menggunakan kerangka kerja ITIL. ITIL memberikan panduan manajemen layanan TI yang terstruktur dan teruji yang dapat membantu bisnis mengoptimalkan penggunaan sumber daya TI yang dimiliki [9]. Namun hingga saat ini masih sangat sedikit penelitian yang fokus pada evaluasi manajemen layanan TI pada perusahaan jasa konstruksi, khususnya yang menggunakan framework ITIL.

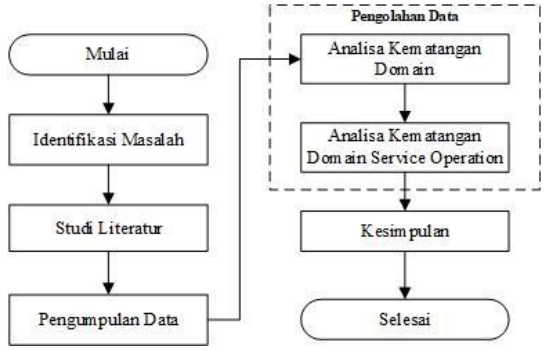
Sebagai salah satu perusahaan jasa konstruksi, PT. Mukti Adhi Sejahtera telah menerapkan teknologi informasi yang dirancang untuk membantu pengguna dalam melakukan

manajemen layanan dan pengolahan data administrasi perusahaan. Meskipun demikian, dalam penerapannya, sering kali muncul masalah yang dapat berdampak negatif pada operasional perusahaan. Permasalahan tersebut cenderung berulang, dengan jenis masalah yang sama muncul tanpa ada solusi yang efektif untuk menyelesaikannya. Kondisi ini menunjukkan bahwa layanan yang ada belum optimal dalam mendukung kebutuhan perusahaan dan memerlukan penanganan lebih lanjut agar permasalahan serupa tidak terus terjadi di masa mendatang. Upaya perbaikan yang terstruktur dan berkelanjutan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kinerja sistem teknologi informasi yang diimplementasikan, sehingga dampak buruk terhadap operasional dapat diminimalisir dan produktivitas perusahaan dapat terus meningkat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini akan melakukan evaluasi manajemen layanan Teknologi Informasi (TI) menggunakan *Framework* ITIL V3 pada PT. Mukti Adhi Sejahtera. Penerapan framework tepat karena fokus utama permasalahan berkaitan dengan pelayanan teknologi informasi. Penelitian ini akan berfokus pada *Domain Service Operation*, karena domain ini mencakup seluruh kegiatan operasional harian pengelolaan layanan TI, termasuk pengumpulan data yang relevan. Melalui evaluasi terhadap *Domain Service Operation*, diharapkan dapat diketahui sejauh mana efektivitas pengelolaan layanan TI, serta identifikasi area yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan yang diberikan oleh sistem teknologi informasi perusahaan[10][8].

METODE

Dalam penelitian ini metode yang digunakan mengacu pada kerangka kerja ITIL V3. Terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam melakukan Evaluasi manajemen layanan TI menggunakan *Maturity level*. Selain itu metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner dan wawancara. Langkah-langkah dalam proses tersebut disajikan melalui Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam studi kasus evaluasi manajemen layanan TI di PT Mukti Adhi Sejahtera dilakukan menggunakan dua metode, yaitu wawancara dan kuesioner. Pemilihan narasumber untuk wawancara dilakukan menggunakan metode RACI *Chart* agar mendapatkan narasumber yang valid. Wawancara ini bertujuan untuk memahami proses bisnis yang berjalan secara menyeluruh serta mengamati secara langsung pelaksanaan layanan TI yang telah diterapkan oleh perusahaan. Narasumber yang terlibat dalam wawancara meliputi staf TI, direktur, kepala bagian (Kabag) keuangan, Kabag cost control, Kabag operasional, dan pengguna layanan. Selain itu, kuesioner dimanfaatkan untuk mengidentifikasi praktik manajemen yang telah diterapkan dalam layanan TI yang disediakan oleh perusahaan.

Pengolahan Data

Pengolahan data dalam perhitungan *Maturity level* manajemen layanan TI pada PT. Mukti Adhi Sejahtera dilakukan dengan pengumpulan hasil kuesioner Setelah itu, dilakukan langkah analisa kematangan domain perhitungan level kematangan setiap subdomain menggunakan perhitungan yang dirumuskan seperti rumus 1 berikut [11]:

$$\textit{Level Subdomain} = (\Sigma CLA / \Sigma Po) \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan Rumus 1:

ΣCLa : Jumlah nilai dari masing-masing pertanyaan

ΣPo : Jumlah pertanyaan

Selanjutnya, jika dalam satu level terdapat beberapa proses penilaian, maka untuk menentukan level yang diharapkan harus dihitung rata-rata dari nilai proses penilaian yang diperoleh sebelumnya dengan menggunakan rumus 1, kemudian dihitung dengan rumus seperti pada rumus 2 berikut[11].

Kematangan *Subdomain* = ΣNilai *Assessment* / ΣProses *Assessment (2)*

Setelah dilakukan perhitungan tersebut, dilakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kematangan suatu domain yang ada pada bagian service operation ITIL dengan menggunakan perhitungan yang dirumuskan seperti pada rumus 3 berikut[11].

Kematangan Domain = *ΣNilai Subdomain / Σsubdomain* (3)

Tingkat kematangan suatu domain dihitung dengan menggunakan rumus seperti pada rumus 3. Rumus ini menjelaskan bahwa tingkat kematangan suatu domain ditentukan dengan menjumlahkan seluruh nilai subdomain yang ada, kemudian membaginya dengan jumlah subdomain tersebut. Setelah didapatkan hasil dari kematangan suatu domain maka dilakukan analisa untuk mengetahui tingkat kematangan seluruh domain service operation dengan melakukan rata-rata dari rentang nilai levelnya menggunakan rumus 4 sebagai berikut.

Kematangan Domain *Service Operation* = *ΣLevel Domain / ΣDomain Service Operation* (4)

Dengan demikian, rumus ini memberikan gambaran rata-rata tingkat kematangan dari seluruh domain service operation.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang telah dilakukan, berikut ini adalah analisis dan pembahasan yang disusun berdasarkan data yang diperoleh, mengacu pada metode *Maturity Level* ITIL sebagai kerangka evaluasi.

Analisa Kematangan Domain

Dalam penelitian ini, terdapat 5 domain yang dianalisis dan dihitung menggunakan rumus yang sudah dijabarkan pada pengolahan data untuk mengukur sejauh mana tingkat pencapaian proses dalam masing-masing domain, dengan tujuan mengevaluasi kesesuaian antara pelaksanaan proses dan standar yang telah ditetapkan. Hasil analisis tersebut memberikan gambaran mengenai tingkat kematangan setiap domain, yang dapat dijadikan dasar untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut.

Domain *Event Management*

Penilaian pada domain *Event Management* mencakup analisis terhadap nilai-nilai yang diperoleh, yang menggambarkan kemampuan PT Mukti Adhi Sejahtera dalam mendeteksi, mengelola, dan merespons kejadian-kejadian yang mempengaruhi layanan TI. Berikut merupakan hasil pengukuran nilai kematangan domain *Event Management* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran *Event Management*

Event Management				
No	**Atribut**	**Nilai**	**Skor**	**Jumlah Pertanyaan**
1.	*Performance Management*	50%	4	8
2.	*Work product Management*	11,54%	1,5	13
3.	*Process Definition*	22,22%	2	9
4.	*Process Deployment*	27,27%	3	11
	Level	25,61%	10,5	41

Berdasarkan Tabel 1, nilai kematangan domain *Event Management* tercatat sebesar 25,61%, yang menunjukkan bahwa domain ini belum dapat melanjutkan ke tahap berikutnya dan harus kembali ke level sebelumnya, yaitu level 2 (*partially*). Hal ini mengindikasikan bahwa proses *Event Management* di PT Mukti Adhi Sejahtera masih memerlukan perbaikan di beberapa area untuk mencapai tingkat kematangan yang lebih tinggi. Salah satu penyebab utamanya adalah kurangnya otomatisasi dan integrasi dalam pengelolaan insiden.

Domain *Incident Management*

Penilaian pada subdomain *Incident Management* bertujuan untuk mengidentifikasi, menangani, dan mengatasi insiden yang terjadi dalam layanan TI sehingga layanan tersebut dapat segera dikembalikan ke kondisi normal dan mengurangi dampak negatifnya terhadap bisnis. Berikut merupakan hasil pengukuran nilai kematangan domain *Incident Management* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran *Incident Management*

Incident Management				
No	**Atribut**	**Nilai**	**Skor**	**Jumlah Pertanyaan**
1.	*Performance Management*	46,67%	7,5	15
2.	*Work product Management*	25,00%	2	8
3.	*Process Definition*	22,22%	2	9
4.	*Process Deployment*	27,27%	3	11
	Level	32,56%	14	43

Berdasarkan Tabel 2, nilai kematangan subdomain Incident Management tercatat sebesar 32,56%, yang mengindikasikan bahwa subdomain ini belum dapat melanjutkan ke tahap berikutnya dan harus kembali ke level sebelumnya, yaitu level 2 (partially). Hal ini menunjukkan bahwa proses *Incident Management* di PT Mukti Adhi Sejahtera masih memiliki beberapa area yang perlu diperbaiki untuk mencapai tingkat kematangan yang lebih tinggi. Salah satu permasalahan utama adalah kurangnya dokumentasi prosedur menyebabkan tidak adanya panduan yang jelas dan terstruktur dalam menangani insiden, yang mengakibatkan variasi penanganan oleh setiap teknisi, sehingga kinerja sulit diukur dan perbaikan menjadi tidak konsisten.

Domain *Request Fulfillment*

Penilaian pada subdomain *request fullfilment* bertujuan untuk menangani permintaan layanan dari pengguna dengan cara menyediakan layanan yang dibutuhkan sesuai dengan permintaan mereka dalam waktu yang tepat dan efisien. Berikut merupakan hasil pengukuran nilai kematangan domain *Request Fulfillment* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran *Request Fulfillment*

Request Fulfillment				
No	**Atribut**	**Nilai**	**Skor**	**Jumlah Pertanyaan**
1.	*Performance Management*	94,44%	8,5	9
2.	*Work product Management*	20,00%	1	5
3.	*Process Definition*	22,22%	2	9

4.	*Process Deployment*	27,27%	3	11
	Level	42,65%	14,5	34

Berdasarkan Tabel 3, nilai kematangan subdomain *Request Fulfillment* tercatat sebesar 42,65%, yang mengindikasikan bahwa subdomain ini tidak dapat melanjutkan ke tahap berikutnya dan harus kembali ke level sebelumnya, yaitu level 2 (*partially*). Hal ini menunjukkan bahwa proses *Request Fulfillment* di PT Mukti Adhi Sejahtera masih memiliki beberapa area yang perlu ditingkatkan untuk mencapai tingkat kematangan yang lebih tinggi. Salah satu faktor utamanya adalah ketiadaan prosedur standar, definisi yang jelas terkait permintaan layanan, serta klasifikasi yang tidak sistematis menyebabkan proses menjadi tidak terstruktur.

Domain *Problem Management*

Penilaian pada subdomain *Problem Management* bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah TI yang berulang dan menerapkan solusi permanen untuk mencegah timbulnya masalah yang serupa di masa depan. Berikut merupakan hasil pengukuran nilai kematangan domain *Problem Management* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran *Problem Management*

Problem Management				
No	**Atribut**	**Nilai**	**Skor**	**Jumlah Pertanyaan**
1.	*Performance Management*	77,27%	8,5	11
2.	*Work product Management*	28,57%	2	7
3.	*Process Definition*	22,22%	2	9
4.	*Process Deployment*	27,27%	3	11
	Level	40,79%	15	38

Berdasarkan Tabel 4, nilai kematangan subdomain *Problem Management* tercatat sebesar 40,79%, yang menunjukkan bahwa subdomain ini belum dapat melanjutkan ke tahap berikutnya dan harus kembali ke level sebelumnya, yaitu level 2 (*partially*). Hal ini menandakan bahwa proses *Problem Management* di PT Mukti Adhi Sejahtera masih memerlukan perbaikan di beberapa area untuk mencapai tingkat kematangan yang lebih tinggi. Salah satu faktor utama adalah fokus yang lebih besar pada pemecahan insiden dibandingkan dengan analisis masalah mendasar. Organisasi lebih berfokus pada penyelesaian masalah yang terjadi saat ini tanpa melakukan investigasi mendalam terhadap akar penyebabnya.

Domain *Access Management*

Penilaian pada subdomain *Access Management* bertujuan untuk memastikan bahwa setiap individu yang memerlukan akses ke layanan atau informasi TI memiliki hak akses yang sesuai dengan peran dan tanggung jawab mereka, sambil menjaga keamanan sistem dan data. Berikut merupakan hasil pengukuran nilai kematangan domain *Access Management* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran *Access Management*

Access Management				
No	**Atribut**	**Nilai**	**Skor**	**Jumlah Pertanyaan**
1.	*Performance Management*	50,00%	3,5	7
2.	*Work product Management*	0%	0	6
3.	*Process Definition*	22,22%	2	9
4.	*Process Deployment*	27,27%	3	11
	Level	25,76%	8,5	33

Berdasarkan Tabel 5, nilai kematangan subdomain *Access Management* tercatat sebesar 25,76%, yang menunjukkan bahwa subdomain ini belum dapat melanjutkan ke tahap berikutnya dan harus kembali ke level sebelumnya, yaitu level 2 (*partially*). Hal ini menandakan bahwa

proses *Access Management* di PT Mukti Adhi Sejahtera masih memerlukan perbaikan di beberapa area untuk mencapai tingkat kematangan yang lebih tinggi. Salah satu faktor utama adalah tidak adanya prosedur standar yang jelas dan terdokumentasi untuk mengelola akses pengguna, serta ketiadaan definisi yang konsisten mengenai peran dan hak akses, menyulitkan pengelolaan akses secara efektif.

Analisa Kematangan Domain *Service Operation*

Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kematangan TI pada domain *Service Operation* dalam kerangka ITIL menunjukkan bahwa setiap subproses berada pada level yang sama berdasarkan tabel 6. Data ini diperoleh dari pengumpulan dan pengolahan informasi berdasarkan pengalaman pengguna yang menggunakan layanan TI di PT. Mukti Adhi Sejahtera.

Tabel 6. Hasil Pengukuran *Maturity Level*

ITIL *Service Operation*			
No	**Sub Proses**	**Nilai**	**Level**
1	*Event Management*	25,61 %	2
2	*Incident Management*	32,56 %	2
3	*Problem Management*	40,79 %	2
4	*Request Fulfilment*	42,65 %	2
5	*Access Management*	25,76 %	2
Maturity Level* Domain *Service Operation			**2**

Hasil pengukuran manajemen layanan TI domain service operation pada PT Mukti Adhi Sejahtera melalui pengukuran maturity level ITIL V3 menunjukkan nilai LEVEL 2. Tingkat kematangan ITIL pada domain *Service Operation* yang hanya mencapai Level 2 disebabkan oleh beberapa faktor utama yang menunjukkan bahwa PT. Mukti Adhi Sejahtera masih berada dalam tahap pengembangan proses dasar dan pengelolaan rutin.

Rekomendasi perbaikan tingkat kematangan TI domain *service operation*

untuk membantu organisasi dalam meningkatkan tingkat kematangan menuju level yang lebih tinggi. Saran ini mencakup upaya yang perlu dilakukan agar organisasi dapat mengelola layanan TI dengan lebih baik. Saat ini, posisi rata-rata tingkat kematangan di dunia berada pada level 2. berdasarkan hasil penilaian *maturity level* ITIL yang sudah dilakukan, peneliti akan memberikan saran perbaikan pada masing-masing subproses.

Event Management

Standarisasi prosedur dan kebijakan diperlukan untuk memastikan penanganan event dilakukan secara konsisten dan efisien. Untuk mendukung hal tersebut, implementasi alat pemantauan otomatis menjadi langkah penting karena mampu mempercepat respons dan meningkatkan efektivitas dalam menangani event. Selain itu, pelatihan berkelanjutan bagi tim manajemen event juga harus dilakukan guna meningkatkan kompetensi dan kesiapan tim dalam menghadapi berbagai situasi yang mungkin terjadi.

Incident Management

Perusahaan perlu membuat dokumentasi dan standarisasi prosedur untuk memastikan penanganan insiden dilakukan secara konsisten dan efisien. Untuk mendukung upaya tersebut, analisis akar masalah menjadi langkah penting guna mengidentifikasi penyebab utama insiden dan mencegah terulangnya di masa depan. Selain itu, implementasi sistem pelaporan insiden yang rinci dan real-time akan memperkuat kemampuan perusahaan dalam memantau dan melaporkan insiden secara efektif dan mempermudah pengambilan tindakan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan cepat.

Problem Management

Organisasi perlu melakukan analisis tren untuk mengidentifikasi potensi masalah sebelum menjadi insiden. Selain itu mengembangkan dan memelihara basis pengetahuan yang berisi solusi untuk masalah yang sering terjadi akan membantu dalam menyelesaikan masalah dengan lebih cepat.

Request Fulfillment

Perusahaan perlu pengembangan portal layanan mandiri yang memungkinkan pengguna untuk mengajukan dan melacak permintaan mereka sendiri perlu dilakukan agar beban pada tim TI berkurang, sehingga tim TI dapat fokus pada tugas-tugas yang lebih kritis. Organisasi juga perlu menggunakan metrik dan indikator kinerja untuk memantau serta meningkatkan efisiensi pemenuhan permintaan secara berkelanjutan, guna memastikan bahwa proses *request fulfillment* berjalan dengan baik.

Access Management

Perusahaan perlu merevisi dan memperkuat kebijakan akses untuk meningkatkan keamanan. Implementasi sistem manajemen akses otomatis juga penting untuk mengelola hak akses secara efisien dan aman. Selain itu, audit berkala diperlukan untuk memastikan kepatuhan terhadap kebijakan dan regulasi, mengidentifikasi area perbaikan, serta meningkatkan keamanan dan efisiensi manajemen akses.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kematangan ITIL V3 pada manajemen layanan TI di PT Mukti Adhi Sejahtera, ditemukan bahwa kurangnya data dan dokumentasi yang lengkap memengaruhi kinerja manajemen layanan TI, sehingga mengakibatkan rendahnya nilai tingkat kematangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat kematangan di domain *Service Operation* berada pada Level 2, yang menandakan bahwa perusahaan masih berada dalam tahap pengembangan proses dasar. Kekurangan dalam dokumentasi, standarisasi, dan pengelolaan pengetahuan menyebabkan ketidakkonsistenan dalam pelaksanaan. Selain itu, proses penyelesaian insiden cenderung reaktif dan kurang terencana. Metrik dan *Key Performance Indicators* (KPIs) juga belum diterapkan secara konsisten. Keterbatasan kompetensi tim TI, pengambilan keputusan yang berbasis intuisi, dan kurangnya integrasi dengan domain ITIL lainnya menjadi hambatan dalam mencapai manajemen layanan yang lebih proaktif dan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. Magdalena, “Analisis Problem Management pada IT Helpdesk dengan implementasi ITSM dan SLA (Studi Kasus : Citigroup Indonesia),” *J. Digit*, vol. 1, no. 2, pp. 97–112, 2011.

[2] A. Pakarbudi, E. Enjelina, A. Putra, P. Yoga, and H. A. Bayu, “Analisa_Kesiapan_Pt_Abc_Dalam_Penerapan_E-Manufact,” vol. 5, no. 1, pp. 59–71, 2023.

[3] G. B. Putri and T. Sutabri, “Analisis Manajemen Layanan Teknologi Informasi Menggunakan ITIL V3 Domain Service Operation Pada Perusahaan CV. Cemerlang Komputer Palembang,” *Indones. J. Multidiscip. Soc. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 162–167, 2023, doi: 10.31004/ijmst.v1i2.144.

[4] A. Rosano and D. Sudaradjat, “Pemeriksaan Maturitas Manajemen Infrastruktur Bagian Pusat Data Bank XYZ Menggunakan Kerangka Kerja ITIL V.3,” *Remik*, vol. 7, no. 2, pp. 884–895, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i2.12191.

[5] A. Aminudin, I. Carolina, and A. Supriyatna, “Pengukuran Tingkat Kematangan

Transportasi Online Menggunakan Maturity Model Proses Menetapkan dan Mengelola Mutu Layanan," *J. Infortech*, vol. 4, no. 1, pp. 39–44, 2022, [Online]. Available: https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech/article/view/12807

[6] A. Kusaini, N. D. Wulanndari, Muchtarruddin, J. N. Manuputty, and A. Pakarbudi, "Evaluasi Kinerja Tata Kelola TI Pada Perguruan Tinggi Melalui Penilaian Capability Level COBIT5 (Studi Kasus : di Universitas XYZ)," *SNESTIK (Seminar Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 319–325, 2022, [Online]. Available: http://ejurnal.itats.ac.id/snestik/article/view/2911%0Ahttp://ejurnal.itats.ac.id/snestik/article/download/2911/2305

[7] M. K. Anam, N. Lizarti, and A. N. Ulfah, "Analisa Tingkat Kematangan Sistem Informasi Akademik STMIK Amik Riau Menggunakan ITIL V3 Domain Service Operation," *Fountain Informatics J.*, vol. 4, no. 1, p. 8, 2019, doi: 10.21111/fij.v4i1.2810.

[8] Y. Pratama and T. Sutabri, "Service Operation ITIL V3 Pada Analisis dan Evaluasi Layanan Teknologi Informasi," *J. Nuansa Inform.*, vol. 17, no. 1, pp. 2614–5405, 2023, [Online]. Available: https://journal.uniku.ac.id/index.php/ilkom

[9] A. F. Deyantoro, R. Setyadi, and Y. Saintika, "Penerapan Framework Information Technology Infrastructure Library (ITIL) Versi 3 pada Domain Service Operation untuk menganalisa Manajemen Layanan Teknologi Informasi," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 3, p. 629, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i3.4232.

[10] M. A. Pratiwi and A. R. Tanaamah, "Analysis of IT Service Management in the Salatigaku Application Using the Framework Information Technology Infrastructure Library (ITIL) V3," *J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 33–43, 2020, doi: 10.33557/journalisi.v2i1.38.

[11] A. Hanifah, K. Kraugusteeliana, and Sarika, "Pengukuran Capability Level Pada Layanan Aplikasi JAKI (Jakarta Kini) Menggunakan Framework COBIT 5 Domain APO, DSS, dan MEA," *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apikasinya*, pp. 276–285, 2022.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7138

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Evaluasi Performa Filter Daya Aktif 3 Fasa 4 Lengan untuk Beban Area Bisnis

Maman Rukmana[1,2*], Ardyono Priyadi[1], Arwindra Rizqiawan[2], Tri Desmana Rachmildha[2], Philip Nathanael Erlangga Sitorus[2], Dimas Anton Asfani[1] dan I Made Yulistya Negara[1]

[1]Program Profesi Insinyur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60264 Indonesia
[2]Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung 40132 Indonesia
e-mail: mrukmana02@gmail.com

ABSTRACT

The increase in energy consumption in business sector electricity consumers causes an increasing number of non-linear loads in the form of single-phase rectifiers that produce harmonics. Harmonic current injection causes distortion of the system voltage waveform, overheating of electrical machines and failure of sensitive equipment. One way to overcome the harmonic problem is to install an active power filter in parallel. Parallel active power filters can eliminate harmonics and balance the load. This study aims to evaluate the performance of active power filters in a 3-phase 4-wire system to overcome current harmonics caused by non-linear loads in business area electricity consumers. The active power filter is tasked with injecting oscillatory active power components, reactive power and zero sequence active power into the load. So that the source only injects the average active power component into the load. By using the instantaneous power theory, the simulation results show that the active power filter is successful in reducing the current THD, the current in the source is sinusoidal and balanced.

Keywords: *Active power filter, harmonics, inverter, instantaneous power theory, non linear load*

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi pada konsumen listrik sektor bisnis menyebabkan semakin banyaknya beban non-liner berupa rectifier satu fasa yang menghasilkan harmonik. Injeksi harmonik arus menyebabkan terjadinya distorsi bentuk gelombang tegangan sistem, pemanasan berlebih pada mesin listrik dan kegagalan peralatan sensitif. Salah satu cara untuk menanggulangi masalah harmonik adalah dengan memasang filter daya aktif secara paralel. Filter daya aktif paralel dapat menghilangkan harmonik dan menyeimbangkan beban. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa filter daya aktif pada sistem 3 fasa 4 kawat untuk mengatasi harmonik arus yang disebabkan oleh beban non-linier pada konsumen listrik area bisnis. Filter daya aktif bertugas untuk menginjeksikan komponen daya aktif osilasi, daya reaktif dan daya aktif urutan nol ke dalam beban. Sehingga sumber hanya menginjeksikan komponen daya aktif rata-rata ke dalam beban. Dengan menggunakan teori daya instantaneous, hasil simulasi menunjukkan bahwa filter daya aktif berhasil menurunkan THD arus, arus pada sumber bersifat sinusoidal dan seimbang.

Kata kunci: Beban non linear, filter daya aktif, harmonik, inverter, teori daya instantaneous

PENDAHULUAN

Konsumen listrik PLN sektor bisnis pada tahun 2022 mengonsumsi energi sebesar 50.532,19 GWh atau 18,46% dari total konsumsi energi seluruh konsumen [1]. Pada tahun 2023, konsumen listrik PLN sektor bisnis mengonsumsi energi sebesar 57.112,00 GWh atau 19,80% dari total konsumsi energi seluruh konsumen [2]. Hal tersebut menunjukkan peningkatan konsumsi energi oleh konsumen sektor bisnis. Peningkatan konsumsi energi dipengaruhi dengan meningkatnya beban pada konsumen sektor bisnis. Dengan perkembangan teknologi elektronika daya, peralatan seperti komputer, monitor, lampu LED, pengeras suara, proyektor, *charger*, dan pendingin ruangan pada konsumen sektor bisnis memiliki komponen rectifier 1 fasa yang termasuk beban non-linier. Meningkatnya konsumen sektor bisnis menyebabkan semakin banyaknya beban non-liniar yang terhubung ke sistem tenaga [3]. Beban non-linier berupa rectifier 1 fasa tersebut menyebabkan banyak permasalahan kualitas daya, salah satunya masalah harmonisa arus [4], [5]. Pada sistem 3 fase 4 kawat, arus harmonisa mengalir melalui kawat netral. Rectifier 1 fasa pada ssitem 3 fasa 4 kawat menyebabkan harmonik arus, ketidakseimbangan beban serta munculnya arus netral pada kawat netral. Komponen arus urutan nol yang mengalir pada kawat netral merupakan kelipatan dari komponen arus orde ketiga, sehingga menyebabkan panas berlebih pada kabel dan transformator [6]. Selain itu, injeksi harmonik injeksi harmonik arus pada sistem tenaga tidak hanya menurunkan efisiensi sistem, tetapi menyebabkan panas berlebih pada mesin listrik berputar dan kegagalan pada peralatan sensitif seperti relay [7], [8]. Dari permasalahan tersebut, diperlukanlah suatu solusi untuk menyelesaikan permasalahan harmonisa untuk sistem dengan beban non-linier berupa rectifier 1 fasa.

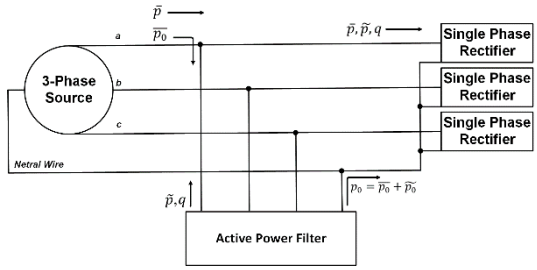
Beberapa metode telah digunakan untuk mengatasi masalah arus harmonisa, seperti memasang filter pasif dan filter daya aktif. Filter pasif ditune untuk frekuensi tunggal atau pita frekuensi tertentu yang mengurangi harmonik dengan menyediakan jalur resistansi rendah ke arus harmonik yang ditune. Namun, filter pasif menyebabkan terjadinya resonansi antara reaktansi saluran dan kurangnya kemampuan kompensasif dinamis [3]. Filter aktif berbasis arus efektif bekerja dengan cara menyuntikkan komponen harmonik dari arus beban tiap fasa sehingga tampak sinusoidal jika dilihat dari sisi sumber. Namun filter aktif ini tidak dapat mengatasi ketidakseimbangan pada sisi sumber dan tidak dapat mengatur faktor daya sehingga menyebabkan arus netral sumber tidak mencapai nol [9].

Filter daya aktif telah dikembangkan dengan teori daya instantaneous, yang memaksa sumber untuk menyediakan daya aktif instantaneous yang konstan dan daya reaktif nol sehingga bentuk gelombang di sisi sumber akan menjadi sinusoidal. Teori daya instantaneous yang diperkenalkan oleh Akagi melibatkan penyeimbangan arus sumber, yang tidak dapat dicapai dengan filter aktif berbasis arus, dan menghilangkan arus netral di sisi sumber dengan

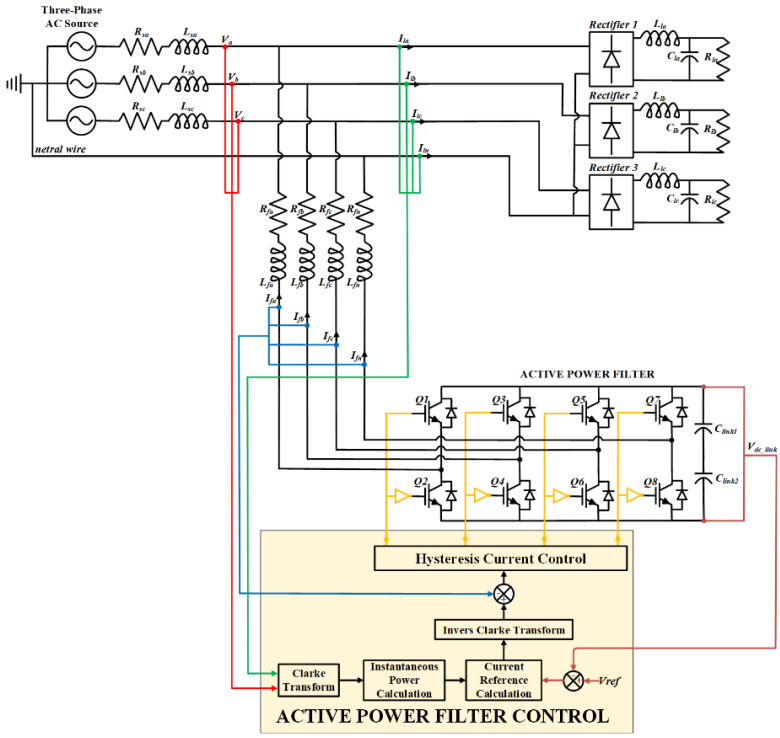
menambahkan daya aktif urutan nol yang diserap oleh beban yang akan disediakan oleh sumber melalui saluran fasa [10]. Dengan demikian, filter daya aktif ini lebih efisien, fleksibel terhadap variasi beban, tidak beresonansi dengan sistem daya, dapat mengkompensasi daya reaktif, bekerja secara independen sesuai dengan karakteristik impedansi sistem, dan dapat mengkompensasi harmonik selektif. Makalah ini bertujuan untuk mengevaluasi performa filter daya aktif pada sistem 3 fasa 4 kawat untuk mengatasi harmonik arus yang disebabkan oleh beban non-linier pada konsumen listrik sektor bisnis.

METODE

Pada sistem 3 fasa 4 kawat, sumber 3 fasa mengirim daya aktif instantaneous, daya reaktif instantaneous dan daya aktif urutan nol instantaneous ke beban non linear. Sesuai dengan Gambar 1, dengan filter daya aktif yang dihubungkan paralel dengan beban non linear, sumber 3 fasa hanya mengirimkan daya aktif rata-rata $\overline{p}$ dan daya aktif urutan nol rata-rata $\overline{p_0}$. Daya aktif osilasi $\widetilde{p}$, daya reaktif q, dan daya aktif urutannol osilasi $\widetilde{p_0}$ dikirim oleh filter daya aktif. Gambar 2 menunjukkan rangakaian dan kendali sistem filter daya aktif.



Gambar 1. Sistem 3 Fasa 4 Kawat dengan Filter Daya Aktif



Gambar 2. Rangkaian dan Kendali Filter Daya Aktif

Berdasarkran Gambar 2 diatas, sumber tegangan 3 fasa dengan tegangan fasa-fasa rms 380 V dan sistem frekuensi 50 Hz terhubung ke beban non linear dan tidak seimbang. Beban berupa 3 buah rectifier satu fasa. Filter daya aktif 3 fasa 4 kawat memiliki 2 topology, yaitu konverter PWM 4 jembatan dan konverter PWM 4 jembatan [11]. Pada topologi konverter PWM 3 lengan, kawat netral terhubung yang memisahkan dua kapasitor. Sedangkan topologi konverter PWM 4 lengan memiliki lengan keempat untuk mengkompensasi arus netral. Pada makalah ini, digunakan konverter PWM 4 lengan, sehingga memiliki total 8 komponen saklar elektronik berupa IGBT. Tiap lengan memiliki 2 IGBT yang saling berlawanan. Konverter disuplai dua kapasitor DC dengan kapasitansi masing-masing 2700 uF. Konverter berupa *Voltage Source Converter* (VSC) sehingga output konverter harus dihubungkan dengan induktor sebelum terhubung ke jaringan. Filter daya aktif membutuhkan beberapa parameter dari sistem seperti arus beban (garis berwarna hijau), tegangan (garis berwarna merah) dan arus konverter (garis berwarna biru).

Dalam makalah ini, teori daya instantaneous p–q–0 digunakan untuk mengkompensasi arus harmonik. Tegangan dan arus beban diubah dari sistem 3 fasa menjadi sistem α–β–0 dengan transformasi Clarke [12]. Persamaan dibawah menunjukkan transformasi Clarke untuk tegangan (v) dan arus (i). Variabel X_{α}, X_{β}, and X_{0} merupakan tegangan (v) atau arus (i).

$$\begin{bmatrix} X_{\alpha} X_{\beta} X_{0} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_a X_b X_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

Daya aktif instantaneous, daya reaktif instantaneous dan daya aktif urutan nol instantaneous dihitung berdasarkan tegangan dan arus beban pada sistem α–β–0 yang ditunjukkan dengan persamaan (2), (3) dan (4).

$$p = v_{\alpha} i_{\alpha} + v_{\beta i_{\beta}} \tag{2}$$

$$q = v_{\alpha} i_{\beta} - v_{\beta} i_{\alpha} \tag{3}$$

$$p_0 = v_0 i_0 \tag{4}$$

Daya instantaneous dibagi menjadi dua komponen, yaitu komponen rata-rata dan komponen osilasi yang ditunjukkan dengan persamaan (5), (6) dan (7).

$$p = \bar{p} + \tilde{p} \tag{5}$$

$$q = \bar{q} - \tilde{q} \tag{6}$$

$$p_0 = \overline{p_0} + \tilde{p}_0 \tag{7}$$

Proses switching pada konverter memerlukan daya aktif yang kontinu, sehingga tegangan DC link dipertahankan lebih besar daripada tegangan puncak pada bus. Hal tersebut menyebabkan rugi-rugi. Kendali PI digunakan untuk mempertahankan tegangan DC link konstan. Arus referensi dalam kerangka α–β–0 dihitung dengan mempertimbangkan komponen daya yang harus diinjeksikan filter daya aktif ke jaringan sesuai persamaan (8) dan (9). Arus referensi dalam sistem α–β–0 diubah kembali ke sistem 3 fasa dengan invers transfromasi Clarke.

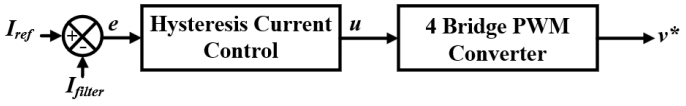
$$\begin{bmatrix} i_{ref_\alpha} \; i_{ref_\beta} \end{bmatrix} = \frac{1}{v_{\alpha}^{\,2} + v_{\beta}^{\,2}} \begin{bmatrix} v_{\alpha} & -v_{\beta} \; v_{\beta} & v_{\alpha} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \overline{p_0} - \tilde{p} - q \end{bmatrix} \tag{8}$$

$$i_{ref_0} = i_0 \tag{9}$$

$$\begin{bmatrix} i_{a_ref} \; i_{b_ref} \; i_{c_ref} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha_ref} \; i_{\beta_ref} \; i_{0_ref} \end{bmatrix} \tag{10}$$

$$i_{n_ref} = -\left(i_{a_ref} + i_{b_ref} + i_{c_ref} \right) \tag{11}$$

Untuk menghasilkan sinyal PWM, kendali arus hysteresis digunakan. Kendali arus hysteresis memiliki keunggulan berupa implementasi yang mudah, kendali yang cepat, kuat dan dinamika yang baik [13]. Dalam makalah ini, lebar pita kendali arus hysteresis yang digunakan sebasar 0,02 A. Kendali arus hysteresis membandingkan arus referensi dan arus konverter aktual. Perbedaan antara arus referensi dan arus filter aktual adalah *error* (e). *Error* dilewatkan melalui kendali histeresis untuk memperoleh sinyal kendali u yang akan memberikan perintah switching ke IGBT untuk menghasilkan bentuk gelombang tegangan keluaran yang diinginkan.

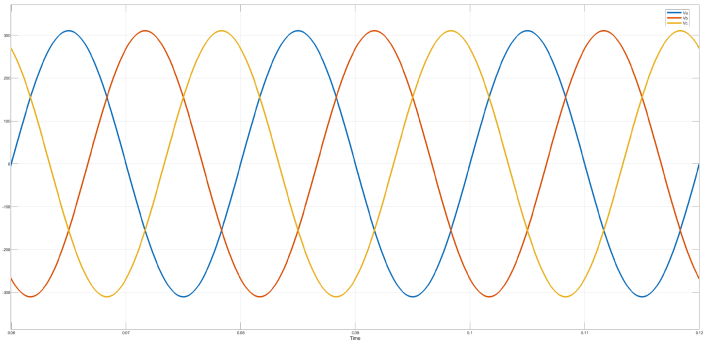


Gambar 3. Diagram Blok Kendali Arus Hysteresis

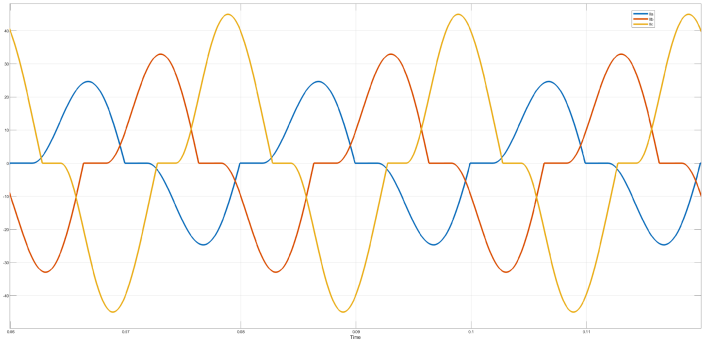
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 menunjukkan profil tegangan dengan tegangan rms fasa-netral sebesar 219,3 V, 219,4 V, dan 219,4 V. Sedangkan Gambar 5 menunjukkan profil beban yang tidak seimbang

pada masing-masing fasa. Arus beban fasa A, B, dan C dengan nilai rms berturut-turut 14,54 A, 19,45 A, dan 27,15 A.

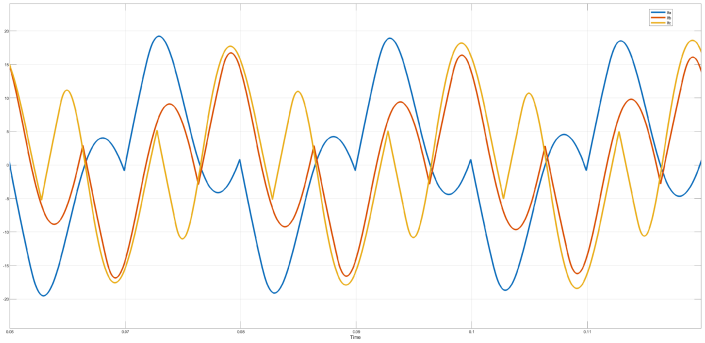


Gambar 4. Bentuk Gelombang Tegangan

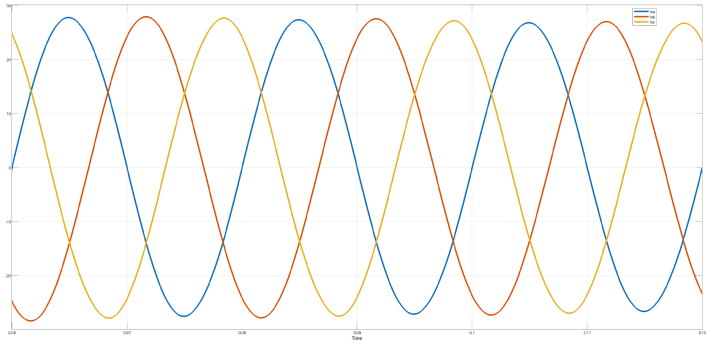


Gambar 5. Bentuk Gelombang Arus Beban

Dengan pemasangan filter daya aktif, Gambar 6 memperlihatkan arus yang diinjeksikan oleh filter daya aktif ke dalam sistem untuk memaksa arus sumber berbentuk sinusoidal. Pada Gambar 5 sebelumnya memperlihatkan arus pada sisi beban harmonik dan tidak seimbang. Namun dengan pemasangan filter daya aktif, arus di sumber menjadi seimbang dan sinusoidal seperti pada Gambar 7. Arus sumber fasa A, B, dan C dengan nilai rms masing-masing 19,28 A, 19,49 A, dan 19,33 A.

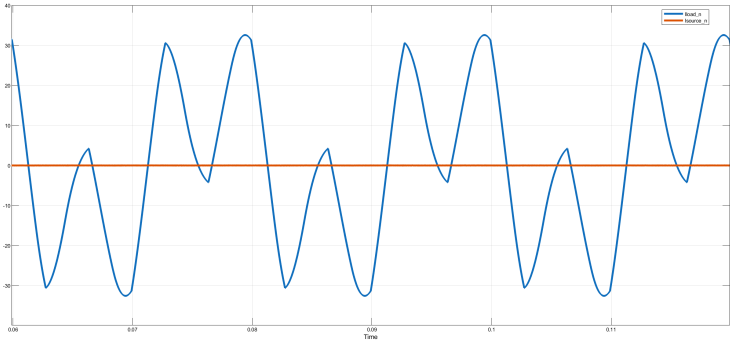


Gambar 6. Arus yang diinjeksikan Filter Daya Aktif



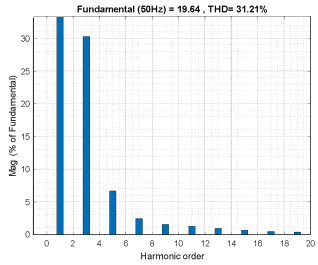
Gambar 7. Bentuk Gelombang Arus Sumber

Gambar 8 dibawah menunjukkan arus netral. Karena beban tidak seimbang maka menghasilkan nilai arus beban netral, dengan gelombang berwarna biru, yang berosilasi sesuai dengan nilai rms sebesar 19,94 A. Namun, pemasangan filter daya aktif berhasil mengompensasi arus netral di sis sumber yang ditunjukkan pada garis berwarna merah yang nilainya konstan nol.

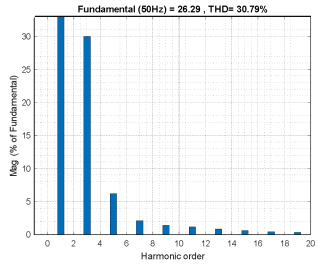


Gambar 8. Bentuk Gelombang Arus Netral tanpa (warna biru) dan dengan Filter Daya Aktif (warna merah)

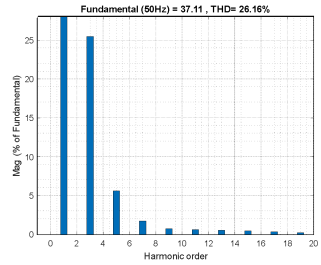
Gambar 9 menunjukkan THD arus sumber untuk setiap fasa. Tanpa filter daya aktif, THD arus sumber mengandung sejumlah besar harmonik ke-1, ke-3, ke-5 dan sejumlah kecil harmonik yang lebih tinggi. THD tertinggi terjadi pada fasa A sebesar 31,21%. Dengan pemasangan filter daya aktif, sisi arus sumber mengalami penurunan THD secara signifikan. THD tertinggi terjadi pada fasa C sebesar 0,94%.



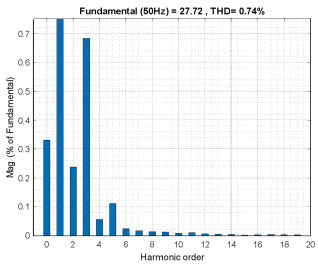
(a) Fasa A tanpa Filter



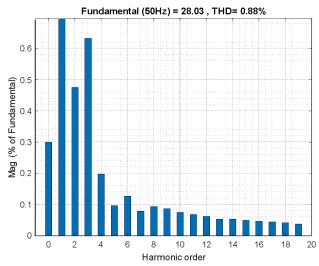
(b) Fasa B tanpa Filter



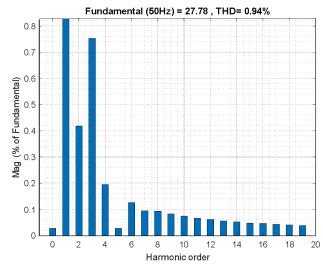
(c) Fasa C tanpa Filter



(d) Fasa A dengan Filter



(e) Fasa B dengan Filter



(f) Fasa C dengan Filter

Gambar 9. THD Arus Sumber tanpa Filter Daya Aktif dan dengan Filter Daya Aktif

Dari Gambar 9 diatas, dapat dirangkum pada tabel di bawah ini yang menunjukkan perbandingan THD arus pada sistem tanpa dan dengan pemasangan filter daya aktif.

Tabel 1. Perbandingan THD tanpa dan dengan Filter Daya Aktif

Kondisi	THD Fasa A	THD Fasa B	THD Fasa C
Tanpa Filter Daya Aktif	31,21 %	30,79 %	26,16 %
Dengan Filter Daya Aktif	0,74%	0,88%	0,94%

Sebelum pemasangan filter daya aktif dengan beban yang tidak seimbang, daya aktif instantaneous berfluktuasi dengan nilai tertinggi sebesar 16,52 kW dan nilai terendah sebesar 9,04 kW. Daya aktif rms yang dibutuhkan beban adalah sebesar 13,35 kW. Sedangkan daya reaktif rms sebesar 4,58 kVAR. Dengan pemasangan filter daya aktif, daya aktif yang dikirim oleh sumber ke beban relatif konstan sebesar 12,64 kW dan daya reaktif yang dikirim oleh sumber ke beban mendekati nol. Hal ini menunjukkan bahwa filter daya aktif telah berhasil menginjeksikan komponen osilasi daya aktif, semua komponen daya reaktif dan komponen osilasi daya aktif urutan nol. Efek dari sumber hanya mengirim daya aktif rata-rata dan daya aktif urutan nol rata-rata yaitu arus pada sisi sumber menjadi seimbang dan sinusoidal.

KESIMPULAN

Makalah ini mengevaluasi performa filter daya aktif untuk sistem kelistrikan 3 fasa 4 kawat dengan topologi *voltage source converter*. Dengan menggunakan teori daya instantaneous p-q-0, filter daya aktif bertugas untuk menginjeksikan daya aktif komponen osilasi, seluruh komponen daya reaktif dan daya aktif urutan nol komponen osilasi. Arus referensi yang diperoleh dari teori daya instantaneous dibandingkan dengan arus filter aktual dengan kendali arus hysteresis. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pemasangan filter daya aktif berkontribusi dalam menurunkan THD arus, arus pada sumber menjadi sinusoidal, dan arus netral bernilai nol.

DAFTAR PUSTAKA

[1] PLN, “Statistik PLN 2022,” Jakarta, Jun. 2023. Accessed: Jan. 17, 2025. [Online]. Available: https://web.pln.co.id/statics/uploads/2023/05/Statistik-PLN-2022-Final-2.pdf

[2] PLN, “Statistik PLN 2023,” Jakarta, Jun. 2024. Accessed: Jan. 17, 2025. [Online]. Available: https://web.pln.co.id/statics/uploads/2024/07/Laporan-Statistik-2023-Ind.pdf

[3] M. Iqbal *et al.*, “Neural Networks Based Shunt Hybrid Active Power Filter for Harmonic Elimination,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 69913–69925, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3077065.

[4] T. D. Rachmildha, "Optimized Combined System of Shunt Active Power Filters and Capacitor Banks," *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*, vol. 3, no. 3, pp. 326–335, Sep. 2011, doi: 10.15676/ijeei.2011.3.3.5.

[5] L. L. Desouza, N. Rocha, D. A. Fernandes, R. P. R. De Sousa, and C. B. Jacobina, "Grid Harmonic Current Correction Based on Parallel Three-Phase Shunt Active Power Filter," *IEEE Trans Power Electron*, pp. 1–1, 2021, doi: 10.1109/TPEL.2021.3107399.

[6] R. Sharma, N. Goel, and S. Chacko, "Performance Investigation of Fractional PI Controller in Shunt Active Filter for a Three Phase Four Wire System," in *2018 4th International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA)*, IEEE, Dec. 2018, pp. 1–7. doi: 10.1109/CCAA.2018.8777576.

[7] Y. Hoon, M. A. M. Radzi, M. K. Hassan, and N. F. Mailah, "Operation of Three-Level Inverter-Based Shunt Active Power Filter Under Nonideal Grid Voltage Conditions With Dual Fundamental Component Extraction," *IEEE Trans Power Electron*, vol. 33, no. 9, pp. 7558–7570, Sep. 2018, doi: 10.1109/TPEL.2017.2766268.

[8] V. N. Jayasankar and U. Vinatha, "Backstepping Controller With Dual Self-Tuning Filter for Single-Phase Shunt Active Power Filters Under Distorted Grid Voltage Condition," *IEEE Trans Ind Appl*, vol. 56, no. 6, pp. 7176–7184, Nov. 2020, doi: 10.1109/TIA.2020.3025520.

[9] T. D. Rachmildha and Y. Haroen, "Angle based fast direct power control approach applied on 3-phase 4-wire active power filter," in *2009 International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS)*, IEEE, Nov. 2009, pp. 812–815. doi: 10.1109/PEDS.2009.5385817.

[10] T. D. Rachmildha, A. Llor, M. Fadel, P. A. Dahono, and Y. Haroen, "Comparison of direct power control with hybrid approach on 3-Phase 4-wire active power filter between p-q-0 and p-q-r power theory," in *2008 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, IEEE, Jun. 2008, pp. 2270–2275. doi: 10.1109/ISIE.2008.4677282.

[11] L. F. A. Maciel, J. L. M. Morales, D. C. Gaona, and J. G. M. Pimentel, "A Study of a Three-Phase Four-Wire Shunt Active Power Filter for Harmonics Mitigation," in *2018 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)*, IEEE, Nov. 2018, pp. 1–6. doi: 10.1109/ROPEC.2018.8661416.

[12] "The Instantaneous Power Theory," in *Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning*, Wiley, 2017, pp. 37–109. doi: 10.1002/9781119307181.ch3.

[13] I. A. Altawil, K. A. Mahafzah, and A. A. Smadi, "Hybrid active power filter based on diode clamped inverter and hysteresis band current controller," in *2012 2nd International Conference on Advances in Computational Tools for Engineering Applications (ACTEA)*, IEEE, Dec. 2012, pp. 198–203. doi: 10.1109/ICTEA.2012.6462865.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7156

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis Rancang Ulang Proses Bisnis Pada Sektor Logistik Menggunakan Metode Business Process Business Process Reengineering (Studi Kasus : PT. Bina Baru Malanti)

Karina Nine Amalia[1], Hesty Anggeini Tyas[2], dan Tri Agustina Nugrahani[3]

[1,2,3] [3]Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember

e-mail: karina@unej.ac.id

ABSTRACT

This research analyzes business process reengineering in the logistics sector, with a case study at PT. Malanti New Building. The main goal is to increase the efficiency and effectiveness of the company's business processes through Business Process Reengineering (BPR) with the application of information technology. The background to this research shows that the era of globalization and technological progress forces courier companies to continue to improve the quality of their services. PT. Bina Baru Malanti, a shipping company that sends goods to all islands in Indonesia, is facing challenges in its existing business processes and requires improvements to improve service and operational efficiency. The research methodology includes problem identification through interviews and analysis of current business processes (As-Is), as well as designing proposed business processes (To-Be). New business processes are proposed based on time and resource utilization. Simulation and comparative analysis between As-Is and To-Be business processes were carried out using the Bizagi application to evaluate the effectiveness of proposed improvements. The research results show that business process reengineering improves time efficiency and resource utilization. This change also increases user comfort in the company's business processes. This research provides a significant contribution to PT. Bina Baru Malanti in improving operational performance..

Keywords: *Redesign, Business Process, Business Process Reengineering (BPR), Bizagi.*

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis rekayasa ulang proses bisnis di sektor logistik, dengan studi kasus pada PT. Bina Baru Malanti. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses bisnis perusahaan melalui Business Process Reengineering (BPR) dengan penerapan teknologi informasi. Latar belakang penelitian ini menunjukkan bahwa era globalisasi dan kemajuan teknologi memaksa perusahaan kurir untuk terus meningkatkan kualitas layanannya. PT. Bina Baru Malanti, sebuah perusahaan pelayaran yang mengirim barang ke seluruh pulau di Indonesia, menghadapi tantangan dalam proses bisnis yang ada dan membutuhkan perbaikan untuk meningkatkan layanan dan efisiensi operasional. Metodologi penelitian meliputi identifikasi masalah melalui wawancara dan analisis proses bisnis saat ini (As-Is), serta perancangan usulan proses bisnis (To-Be). Proses bisnis baru diusulkan berdasarkan pemanfaatan waktu dan sumber daya. Simulasi dan analisis komparatif antara proses bisnis As-Is dan To-Be dilakukan menggunakan aplikasi Bizagi untuk mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rekayasa ulang proses bisnis meningkatkan efisiensi waktu dan pemanfaatan sumber daya. Perubahan ini juga meningkatkan kenyamanan pengguna dalam proses bisnis perusahaan. Hasil dari penelitian ini berupa rekomendasi proses bisnis baru bagi PT. Bina Baru Malanti dalam meningkatkan kinerja operasional.

Kata kunci: Rancang Ulang, Proses Bisnis, *Business Process Reengineering* (BPR), Bizagi.

PENDAHULUAN

Di era teknologi ini, perusahaan jasa pengiriman dihadapkan pada tuntutan untuk terus meningkatkan mutu layanan informasi sepanjang proses pengiriman, mulai dari permintaan hingga barang diterima. Pemahaman perusahaan mengenai pentingnya teknologi informasi menjadi krusial [1]. PT. Bina Baru Malanti, yang bergerak dalam bidang Usaha Jasa Pengurusan Transportasi, didirikan pada 2 Mei 2001 dengan kantor pusat di Surabaya, Jawa Timur, dan memiliki beberapa kantor cabang. Perusahaan ini menawarkan jasa pengiriman barang antar pulau menggunakan kapal laut ke pulau-pulau seperti Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Mereka memiliki armada truk yang tersebar di Surabaya, Banjarmasin, Makassar, Samarinda, dan Balikpapan untuk mendukung operasional [2].

Menurut wawancara dengan Bapak H selaku manager, proses bisnis pengiriman dimulai dari pemesanan oleh pengirim hingga penerimaan barang oleh customer. Informasi mengenai status pengiriman disampaikan kepada customer melalui WhatsApp. Namun, PT. Bina Baru Malanti menghadapi kendala utama berupa kurangnya koneksi langsung antara divisi-divisi, yang mengakibatkan minimnya pemantauan dalam pengiriman barang. Pelanggan sering kali mengalami keterlambatan dalam memperoleh informasi status pengiriman. Masalah lain adalah pengaturan proses bisnis pengiriman barang, yang menyulitkan pelanggan dan pegawai dalam melacak barang [2]. Untuk mengidentifikasi masalah dan mengevaluasi proses bisnis yang berlangsung, diperlukan Analisis Proses Bisnis, diikuti dengan perancangan ulang proses bisnis [3]. Pendekatan ini melibatkan analisis faktor-faktor permasalahan menggunakan Value Chain analysis dan pendekatan As-Is untuk memetakan proses bisnis saat ini. Setelah permasalahan diidentifikasi, rekomendasi To-Be digunakan untuk merancang kembali proses bisnis. Redesain proses mencakup perubahan substansial dan disengaja dari proses bisnis, termasuk aspek operasional dan perilaku. Selanjutnya, Business Process Reengineering (BPR) diterapkan dengan mengembangkan prototipe sebagai solusi untuk masalah yang telah diidentifikasi.

Business Process Reengineering adalah proses dimana komputerisasi diterapkan dalam organisasi untuk meningkatkan kematangan proses bisnis, sehingga dapat meningkatkan kinerja bisnis organisasi tersebut [4]. Dalam pendekatan ini, proses bisnis dievaluasi melalui analisis faktor-faktor masalah menggunakan analisis Rantai Nilai (Value Chain). Ada beberapa metode untuk menganalisis dan mengklasifikasikan proses bisnis, salah satunya adalah pendekatan As-Is [5]. Setelah masalah diidentifikasi melalui analisis As-Is, langkah selanjutnya adalah memberikan rekomendasi untuk merancang ulang proses bisnis yang diinginkan, yang dikenal sebagai To-Be. Redesain proses ini merupakan perubahan substansial dan disengaja dari proses bisnis, mencakup aspek operasional dan perilaku. Setelah proses bisnis didesain ulang, tahap berikutnya melibatkan Business Process Reengineering (BPR), yang mencakup rekayasa ulang proses bisnis dalam konteks ini, dengan mengembangkan prototipe sebagai solusi konkret untuk mengatasi masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Dalam pendekatan ini, proses bisnis dievaluasi melalui analisis faktor-faktor masalah menggunakan analisis Rantai Nilai (Value Chain). Redesain proses ini merupakan perubahan substansial dan disengaja dari proses bisnis, mencakup aspek operasional dan perilaku. Setelah proses bisnis didesain ulang, tahap selanjutnya melibatkan Business Process Reengineering (BPR), yang mencakup rekayasa ulang proses bisnis dengan mengembangkan prototipe sebagai solusi konkret untuk mengatasi masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya.

METODE



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Pada gambar berikut merupakan metode serta alur pengerjaan pada penelitian. Jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah pendekatan kualitatif. Objek pada penelitian ini adalah perusahaan PT. Bina Baru Malanti yang bergerak dibidang ekspedisi pengiriman *Container*. Penelitian ini mempergunakan pendekatan studi literatur dari sumber buku, artikel jurnal serta beberapa sumber yang bereputasi dengan tujuan mengidentifikasi beragam teori yang relevan dengan isu yang sedang dianalisis dalam lingkup penelitian ini. Tahapan pengenalan situasi perusahaan dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi misi, visi dan tujuan strategis perusahaan. Permodelan proses bisnis akan dilakukan dengan format BPMN (Business Process Model Notation) yang telah umum digunakan pada permodelan proses bisnis sebagaimana dilakukan oleh ketiga penelitian terdahulu. Berikutnya mengidentifikasi aktivitas dalam proses bisnis yang tidak memberikan nilai tambah pada aktivitas bisnis maupun layanan yang diberikan oleh perusahaan. Tahapan selanjutnya ini akan ditunjukkan beberapa perubahan dalam tiga aspek pembuatan proses bisnis yaitu waktu, pemanfaatan sumber daya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

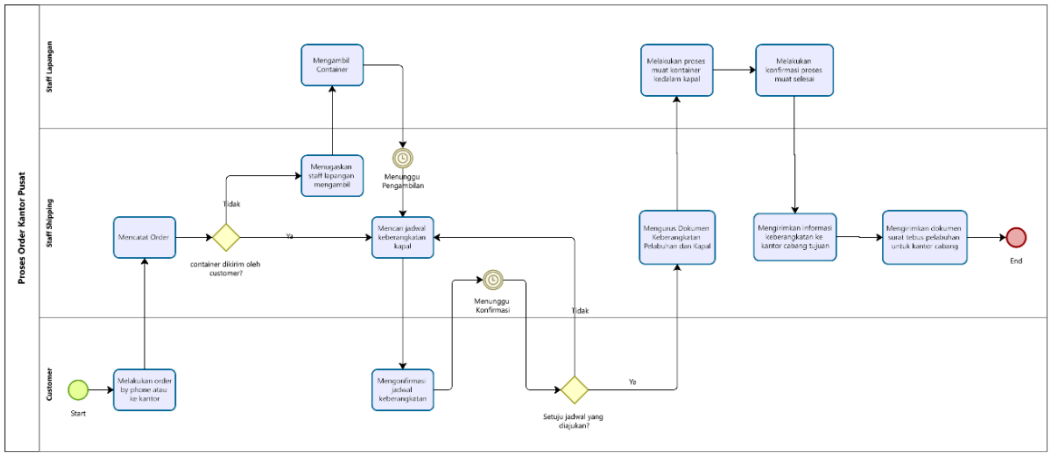
Pengenalan Situasi Perusahaan

Identifikasi visi, misi, dan proses utama perusahaan dilakukan untuk memahami situasi perusahaan. PT Bina Baru Malanti memiliki komitmen untuk menjalin kerjasama yang nyaman

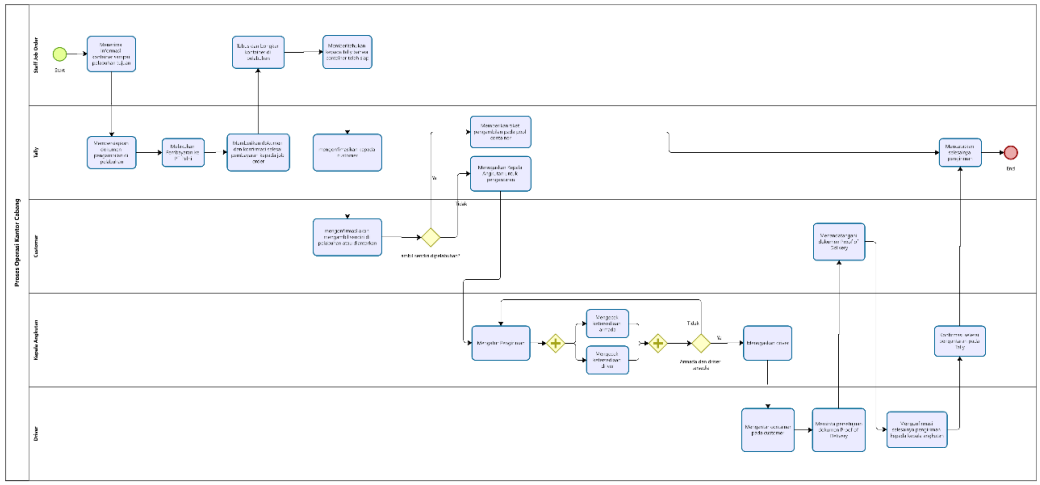
dan aman serta memastikan kelancaran pengiriman barang yang selalu menjadi prioritas utama. Visi dan misi Perusahaan.

Permodelan Proses Bisnis Saat Ini (As-is)

Peneliti memodelkan proses bisnis menggunakan format BPMN (Business Process Model Notation) dengan aplikasi Bizagi Modeler versi 4.0. Permodelan BPMN saat ini didasarkan pada rincian aktivitas yang terdapat di Tabel 3 dan 4. Hasil dari pemodelan BPMN ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 BPMN As-is Kantor Pusat



Gambar 3 BPMN As-is Kantor Cabang

Hasil Simulasi Proses Bisnis As-is

Proses bisnis as-is pengiriman PT. Bina Baru Malanti yang telah dibuat kemudian disimulasikan dengan memasukkan komponen-komponen pada setiap aktivitas, seperti sumber daya yang terlibat dan durasi waktu aktivitas. Tabel 6 menyajikan data hasil simulasi penghitungan sumber daya dalam BPMN untuk Proses Order Kantor Pusat dan Proses Operasi Kantor Cabang.

Hasil persentase penggunaan sumber daya pada setiap divisi pegawai tergolong rendah dan optimal. Ini menunjukkan bahwa tidak ada kelompok pegawai yang memiliki beban kerja yang terlalu tinggi.

Berikutnya untuk waktu paling singkat yang dibutuhkan untuk menjalankan Proses Order di kantor pusat adalah 530 menit. Durasi proses ini dapat bervariasi, dengan waktu maksimal yang diperlukan adalah 4310 menit dan rata-rata durasi proses adalah 2365,45 menit. Untuk proses operasi pengiriman di kantor cabang, waktu paling singkat adalah 400 menit, sedangkan waktu terlama adalah 1635 menit, dengan rata-rata durasi waktu 916,48 menit.

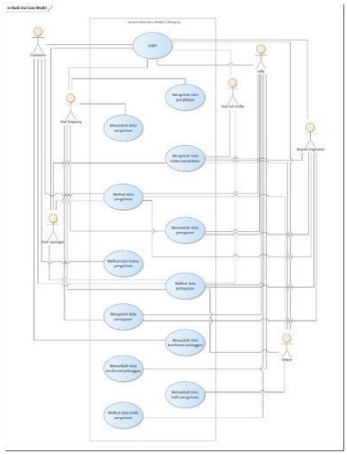
Identifikasi Masalah (Value Chain Analysis)

Proses identifikasi masalah diawali dengan analisis rantai nilai (value chain) untuk mengidentifikasi aktivitas utama dan pendukung. Aktivitas utama langsung terkait kebutuhan pelanggan, sedangkan aktivitas pendukung bersifat tidak langsung. Analisis ini mengidentifikasi aktivitas non-value added seperti penundaan konfirmasi keberangkatan atau proses muat, yang mengakibatkan waktu tunggu dan menurunkan efisiensi. Keterlambatan komunikasi juga menjadi kendala utama. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti mengusulkan sistem pengelolaan pengiriman kontainer baru di PT. Bina Baru Malanti, yang didukung rancangan BPMN to-be untuk proses bisnis yang lebih efisien. Efektivitas sistem diukur dengan membandingkan simulasi As-Is dan To-Be.

Rancangan sistem yang diusulkan

1. Use Case Diagram

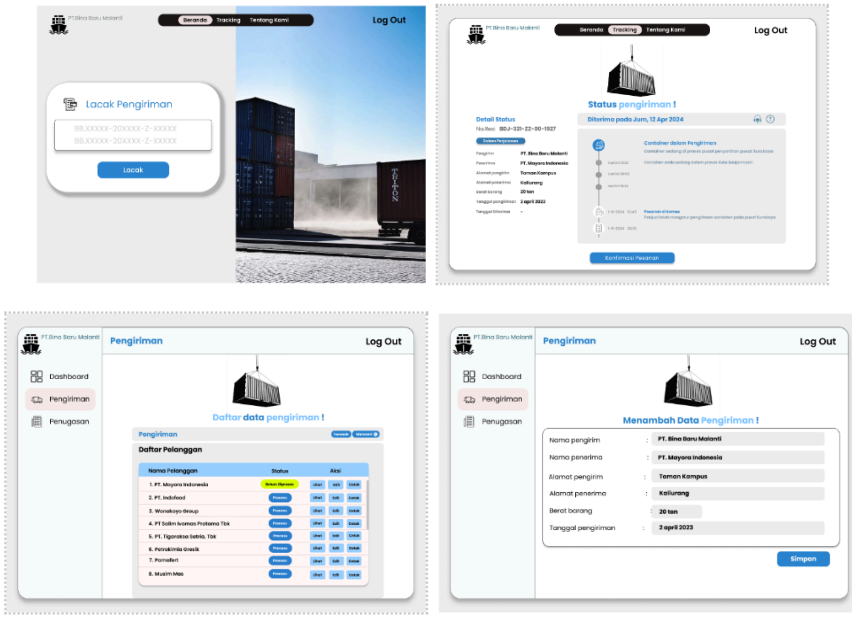
   Sistem yang dirancang memiliki kemampuan untuk mengelola data terkait pengiriman, mengelola data penugasan staf, dan mengelola data konfirmasi pelanggan. Melalui rancangan sistem yang diusulkan, staf shipping dan tally dapat menugaskan staf lain untuk mengurus pengiriman kontainer.



Gambar 4 Use Case Diagram

2. Mockup

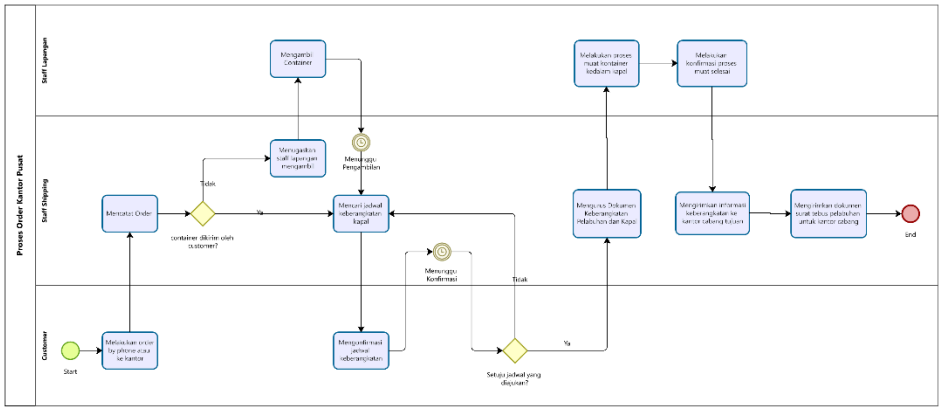
   Rancangan sistem digambarkan dengan mockup serta prototipe menggunakan aplikasi Figma. Gambar 6 menampilkan gambaran hasil rancangan mockup.



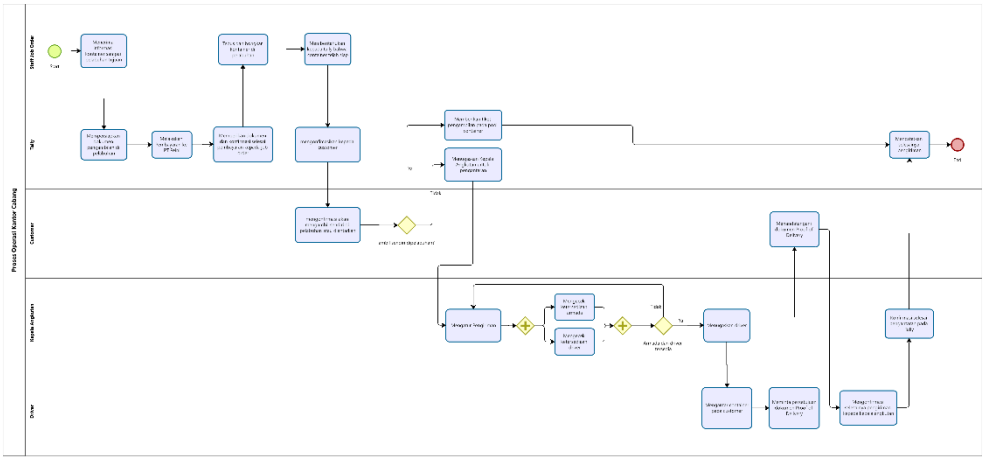
Gambar 5 Gambaran Mockup

Permodelan BPMN To-be

BPMN To-be adalah representasi dari proses bisnis yang telah dimodifikasi dari kondisi as-is untuk mengatasi masalah yang teridentifikasi. Proses ini dibangun berdasarkan rancangan prototype sistem yang diajukan. Untuk mengukur dampak penerapan sistem, dilakukan perhitungan alokasi waktu pada proses yang terpengaruh melalui wawancara ulang di PT. Bina Baru Malanti, di mana prototype sistem ditampilkan dan disimulasikan sebagai bagian dari proses evaluasi.



Gambar 6 BPMN To-Be Kantor Pusat



Gambar 7 BPMN To-Be Kantor Cabang

Hasil simulasi BPMN To-Be

Simulasi BPMN To-be dilakukan dalam lingkungan simulasi yang serupa dengan BPMN As-is, dengan perubahan-perubahan. Data hasil simulasi untuk penghitungan sumber daya dalam BPMN Proses Order Kantor Pusat dan Proses Operasi Kantor Cabang

Hasil simulasi sumber daya menunjukkan bahwa tidak ada pegawai yang mengalami tingkat utilisasi atau beban kerja yang terlalu tinggi. Dari Tabel 11 terlihat bahwa dalam proses bisnis yang diajukan (To-Be), waktu minimum yang dibutuhkan untuk menjalankan Proses Order di kantor pusat adalah 285 menit. Durasi proses dapat bervariasi, dengan waktu maksimal yang diperlukan mencapai 3525 menit, dan rata-rata durasi proses adalah 1855,9 menit. Untuk proses operasi pengiriman di kantor cabang, waktu minimum yang dibutuhkan adalah 325 menit, dengan waktu maksimal mencapai 1750 menit, dan rata-rata durasi proses adalah 875,57 menit.

Perbandingan Hasil Simulasi BPMN As-is dan To-be

Simulasi proses bisnis memiliki peran yang krusial dalam menerapkan perubahan atau merancang proses baru. Hasil dari simulasi dapat memberikan gambaran apakah sebuah perubahan akan sukses atau tidak sebelum menerapkan proses bisnis baru atau perubahan lainnya (Choudhary & Riaz, 2023). Perbandingan waktu dan resource simulasi antara BPMN As-is dan To-be ditampilkan dalam Tabel 12 dan 13.

Berdasarkan desain BPMN yang telah disusun, pada kondisi saat ini (as-is), rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh tugas pada Proses Order Kantor Pusat adalah 2365,45 menit atau sekitar 39 jam dan 25 menit. Sementara itu, dalam proses bisnis yang diusulkan (to-be), rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh tugas pada Proses Order Kantor Pusat adalah 1855,9 menit atau sekitar 30 jam dan 56 menit. Perubahan yang diusulkan menghasilkan pengurangan waktu pelaksanaan pada Proses Order Kantor Pusat sebesar 21,55%.

Untuk kondisi saat ini (as-is) dari Proses Operasi Kantor Cabang, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh tugas adalah 916,48 menit atau sekitar 15 jam dan 16 menit. Sedangkan pada proses bisnis yang diusulkan (to-be), rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh tugas pada Proses Operasi Kantor Cabang adalah 875,57 menit atau sekitar 14 jam dan 35 menit. Perubahan yang diusulkan menghasilkan pengurangan waktu pelaksanaan pada Proses Operasi Kantor Cabang sebesar 4,47%.

Perbandingan utilisasi resource antara kondisi as-is dan to-be menunjukkan efisiensi dalam proses bisnis terlihat dari data utilisasi staf pada Job Order yang tetap stabil, sementara utilisasi resource lain seperti Tally, Customer, Kepala Angkutan, Driver, Staf Shipping, dan Staf Lapangan mengalami penurunan. Ini menunjukkan beban kerja yang lebih ringan dan proses yang lebih efisien. Penurunan utilisasi terbesar terjadi pada Kepala Angkutan (7,83%) dan Staf Shipping (4,34%), menunjukkan adanya redistribusi tugas atau optimisasi proses yang signifikan.

Tabel 1 Perbandingan Hasil Simulasi Waktu (time) As-is dan To-be

Kondisi	Nama Proses	Min. time (m)	Max. time (m)	Avg. time (m)	Total time waiting resource (m)
As-is	Proses Order Kantor Pusat	530	4310	2365.45	82330
	Proses Operasi Kantor Cabang	400	1635	916.48	20015
To-be	Proses Order Kantor Pusat	285	3525	1855.9	63795
	Proses Operasi Kantor Cabang	325	1750	875.57	20885

KESIMPULAN

Dalam kondisi proses bisnis saat ini (As-is), waktu simulasi tercepat untuk menyelesaikan Proses Order di kantor pusat adalah 530 menit, dengan rata-rata waktu mencapai 2365,45 menit. Sementara itu, di kantor cabang, waktu simulasi tercepat adalah 400 menit dengan rata-rata waktu 916,48 menit. Dalam proses bisnis yang diusulkan (To-be), waktu simulasi tercepat untuk Proses Order di kantor pusat berkurang menjadi 285 menit, dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan adalah 1855,9 menit. Di kantor cabang, waktu simulasi tercepat menjadi 325 menit, dengan rata-rata waktu 875,57 menit.

Berdasarkan analisis BPMN saat ini (as-is), rata-rata waktu untuk menyelesaikan Proses Order di Kantor Pusat adalah 2365,45 menit (sekitar 39 jam 25 menit). Dengan implementasi proses bisnis yang diusulkan (to-be), waktu tersebut menurun menjadi 1855,9 menit (sekitar 30 jam 56 menit), mengurangi waktu pelaksanaan sebesar 21,55%. Untuk Proses Operasi di Kantor Cabang, rata-rata waktu saat ini (as-is) adalah 916,48 menit (sekitar 15 jam 16 menit), dan dalam proses bisnis yang diusulkan (to-be), waktu tersebut berkurang menjadi 875,57 menit (sekitar 14 jam 35 menit), mengurangi waktu pelaksanaan sebesar 4,47%.

Selain itu, terjadi perubahan dalam utilisasi sumber daya dari kondisi As-is ke To-be, yang menunjukkan peningkatan efisiensi dan produktivitas dengan beban kerja yang lebih ringan pada sebagian besar sumber daya. Perbaikan yang paling signifikan terlihat pada Kepala Angkutan dan Staf Shipping, mengindikasikan redistribusi tugas yang efektif dan proses yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. N. Waluyo, E. Suhendar, and H. A. Suprapto, “Rancang Ulang Proses Bisnis Dengan Metode Business Process Reengineering Pada TLS Cargo,” *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 12, no. 3, p. 161, 2021, doi: 10.22303/csrid.12.3.2020.161-169.

[2] PT. Bina Baru Malanti, “Company Profile PT.Bina Baru Malanti.”

[3] N. Wisayani, “Analisis Business Process Reengineering Untuk Mengevaluasi, Merekayasa Ulang, Dan Memperbaiki Monitoring Kontrak Pada Pt Pln (Persero) Dist.

Jatim Area Malang.," *J. Adm. Bisnis S1 Univ. Brawijaya*, vol. 8, no. 1, p. 79497, 2014.

[4] S. Nookhao and S. Kiattisin, "Achieving a successful e-government: Determinants of behavioral intention from Thai citizens' perspective," *Heliyon*, vol. 9, no. 8, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18944.

[5] W. & dkk. Khristianto, *Sistem Informasi Manajemen: Tujuan Sistem Informasi Manajemen*, no. April. 2022. [Online]. Available: http://max21487.blogspot.com/2012/04/tujuan-sistem-informasi-manajemen.html

[6] L. P. Lopez-Arredondo, C. B. Perez, J. Villavicencio-Navarro, K. E. Mercado, M. Encinas, and P. Inzunza-Mejia, "Reengineering of the software development process in a technology services company," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 26, no. 2, pp. 655–674, 2020, doi: 10.1108/BPMJ-06-2018-0155.

[7] C. Battilani *et al.*, "Business Process Re-engineering in Public Administration: The case study of Western Ligurian Sea Port Authority," *Sustain. Futur.*, vol. 4, no. October 2021, p. 100065, 2022, doi: 10.1016/j.sftr.2022.100065.

[8] S. Mamrot, "Application of business process modelling and reengineering to law making process in Poland," *eJournal eDemocracy Open Gov.*, vol. 15, no. 1, pp. 144–168, 2023, doi: 10.29379/jedem.v15i1.736.

[9] T. Buadit, A. Ussawarujikulchai, K. Suchiva, S. Papong, and C. Rattanapan, "Green productivity and value chain analysis to enhance sustainability throughout the passenger car tire supply chain in Thailand," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 9, no. 3, p. 100108, 2023, doi: 10.1016/j.joitmc.2023.100108.

[10] Marimin, M. A. Darmawan, Machfud, M. P. Islam Fajar Putra, and B. Wiguna, "Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: A case study," *J. Clean. Prod.*, vol. 85, pp. 201–211, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.01.098.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7667

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Sistem Kontrol Kadar Klorin Pada Kolam Air Tawar Dilengkapi Sistem Monitoring Berbasis Web

Tukadi, Anisatul Muhdiyah, Misbahul Munir, Ahmad Fahruzi

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

tukadi@itats.ac.id

ABSTRACT

Water quality, the most important factor in fish maintenance, depends on several variables, including acidity level, temperature, oxygen, chlorine, and others. One of the most crucial factors is chlorine levels, as chlorine is a toxic chemical for fish that can damage protein cells and enzyme systems. Therefore, a device that can neutralize chlorine levels in water is necessary. This research aims to design and build a chlorine level neutralization system by combining filters such as mechanical, biological, and chemical filters. A web server can monitor them. This system can decrease fish mortality due to excessive chlorine levels in water. The device uses an ME3-CL2 electrochemical gas sensor due to its stable reading sensitivity. Arduino Uno microcontroller processes the sensor readings, and the NodeMCU ESP8266 sends data to the web server. The results showed that this chlorine level neutralization device successfully read chlorine levels in water through gas vapors detected by the sensor. The researcher collected experiment data 10 times by varying the chlorine content. LCD successfully displays the chlorine sensor data that could be monitored on the web server using the same network as the device. The average sensor reading error in 10 trials reached 0.11%.

Keywords: *gas sensor, chlorine level in water, monitoring, web server*

ABSTRAK

Kualitas air merupakan faktor terpenting dalam pemeliharaan ikan, yang dipengaruhi oleh beberapa variabel, termasuk tingkat keasaman, suhu, oksigen, klorin, dan lainnya. Salah satu faktor yang paling krusial adalah kadar klorin, karena klorin merupakan bahan kimia beracun bagi ikan yang dapat merusak sel

protein dan sistem enzim. Oleh karena itu, diperlukan alat yang memungkinkan untuk menetralkan kadar klorin dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penetral kadar klorin menggunakan beberapa kombinasi *filter* seperti filter mekanis, biologi dan juga *filter* kimia yang nantinya dapat dimonitor melalui *webserver*. Sistem ini dapat digunakan sebagai pencegahan peningkatan angka kematian ikan akibat kadar klorin yang berlebih dalam air. Alat yang dirancang pada penelitian ini menggunakan sensor gas *electrochemical ME3–CL2* karena memiliki sensitivitas pembacaan yang stabil. Dari pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno, dan NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai untuk mengirim data ke *webserver*. Hasil alat menunjukkan bahwa alat penetralisir kadar klorin ini berhasil membaca kadar klorin dalam air melalui uapan gas yang terbaca oleh sensor. Percobaan pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan kandungan nilai klorin yang berbeda-beda. Data sensor klorin berhasil ditampilkan pada LCD dan juga dapat dilakukan *monitoring* pada *webserver* dengan menggunakan jaringan yang sama dengan alat. Rata-rata *error* pembacaan sensor dalam 10 kali percobaa yaitu sebesar 0,11%.

Kata kunci: : Sensor gas, kadar klorin air, *monitoring*, *webserver*

PENDAHULUAN

Pada tahun 2020 ekspor ikan hias mengalami penurunan dari tahun sebelumnya. Hal ini diakibatkan adanya pandemic Covid-19. Dengan adanya pandemic ini mengakibatkan pelayanan transportasi udara untuk mengangkut produk ikan hias ke negara tujuan mengalami peningkatan pada biayanya. Kenaikan biaya angkut ikan hias rata-rata naik sebesar tiga sampai empat kalilipat dibandingkan dengan harga normal. Namun berdasarkan data BPS (2020) terlihat porduk ikan hias air tawar masih merupakan tertinggi nilai ekspornya [1].

Perubahan kondisi pada air dapat menjadi indicator utama timbulnya penyakit pada ikan. Dapat dilihat dari indikasi fisik, kimiawi, dan biologis dalam air. Perubahan fisik media pada air dapat terjadi karena perubahan adanya suhu, derajat keasaman, kandungan oksigen, dan juga tingkat kekeruhan air. Meningkatnya kandungan gas beracun, amonia, dan limbah kimiawi merupakan faktor yang dapat menyebabkan perubahan kimiawi. Begitu pula dengan kualitas air yang mempengaruhi kesehatan dan kualitas sisik ikan hias air tawar hingga pergerakan ikan hias. Salah satu yang mempengaruhi kualitas air yaitu kandungan klorin. Klorin yang terlalu tinggi akan membuat kualitas ikan menurun, seperti kondisi sisik, insang dan warna kulit. Selain itu juga bisa mengakibatkan keracunan pada ikan[2].

Ada beberapa metode dalam penetralan kadar klorin yang direkomendasikan. Pertama, dilakukan pengendapan air selama semalam bertujuan untuk menguapkan kandungan klorin di dalam air, akan tetapi hal ini tidak dapat menghasilkan kualitas air yang maksimal. Cara yang kedua yaitu dapat juga menggunakan bahan karbon aktif sebagai penyaring di sirkulasi air. Penggunaan filter karbon aktif ini akan menjadi salah saru filter yang akan diterapkan pada proses fitrasi alat yang akan dibuat. Karbon aktif yang biasa digunakan memiliki kapasitas adsorpsi yang cukup baik [3]. Pada pembuatan skripsi ini peneliti akan menambahkan sistem monitoring kadar klorin melalui website. Penambahan tersebut sebagai pembeda dari alat atau penelitian yang sudah ada sebelumnya. Hasil yang diharapkan dari pembuatan "Rancang Bangun Kontrol Penetralisir Kadar Klorin pada Kolam Ikan Hias Air Tawar Dilengkapi Sistem Monitoring Berbasis Web" ini yaitu dapat mempermudah sistem monitoring kadar klorin dengan praktis dan mudah.

Baku Mutu Air dan Unsur Kimia Air

Baku mutu air adalah standar kualitas yang ditetapkan oleh pemerintah atau badan otoritatif lainnya untuk memastikan bahwa air yang digunakan aman bagi manusia dan lingkungan. Standar ini mencakup parameter tertentu yang harus dipenuhi oleh air yang diklasifikasikan sebagai "baik" atau "aman" untuk digunakan. Salah satu parameter yang

ditentukan yaitu adalah Klorin Bebas dengan satuan mg/L pada kelas 1 hingga 3 yaitu sebesar 0,03 mg/L [4].

Klorin adalah unsur kimia dengan simbol Cl, salah satu fungsi klorin yaitu digunakan sebagai disinfektan pada pengolahan air bersih untuk memusnahkan mikro organisme dalam air. Klorin juga dapat bereaksi dengan senyawa–senyawa organik lain yang terdapat di dalam air dan nantinya akan membentuk kloroamina tersubstitusi [5]. Klorin berfungsi sebagai pengoksidasi yang cukup kuat, dan berpotensi beracun bagi ikan pada konsentrasi kurang dari 0,05 mg/L. Nilai residu klorin di Indonesia dalam persediaan air biasanya antara paling kecil sebesar 0,2 hingga 2,0 mg/L. Sedangkan kaporit adalah salah satu senyawa yang terbentuk dari klorin. Bahan dasar dari kaporit yaitu senyawa kimia unsur Natrium (Na), Klorin (Cl) dan Oksigen (O). Kaporit pada tabel kimia adalah NaOCl2.

Filter Air

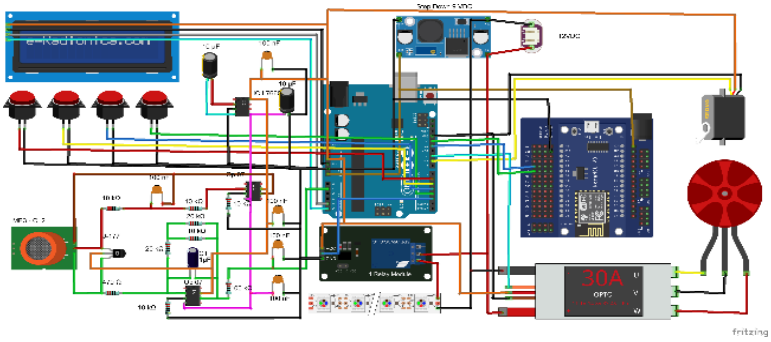
Filter air atau penyaring air merupakan salah satu alat yang berfungsi untuk memisahkan padatan koloid dari air dengan cara penyaringan air, baik secara proses fisika, kimia, maupun biologi. Air yang mengandung bahan padatan, dilewatkan pada media penyaring dengan ukuran pori–pori atau lubang tpada media filter. Prinsip kerja filtrasi bergantung dari besar butiran dan tebalnya media filtrasi. Filter air biasanya juga digunakan secara luas seperti penggunaan untuk irigasi, air minum yang aman dikonsumsi, akuarium ikan dan juga kolam renang. Ada tiga hal dasar dalam penggunaan filter, yaitu Filter Mekanis,, Filter Biologi dan Filter Kimia.

WebServer

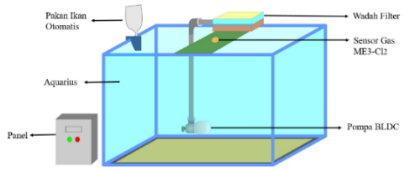
Perancangan webserver dilakukan menggunakan software Arduino IDE dengan memanfaatkan Modul NodeMCU ESP8266 sebagai alat untuk membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke server untuk ditampilkan. Untuk mengakses web server, diperlukan browser dengan memasukkan alamat IP yang sudah diperoleh sebelumnya pada halaman web. Web server ini akan menampilan nilai klorin yang terbaca oleh sensor gas, serta status hasil pembacaan sensor, apakah termasuk tinggi, rendah atau sudah sesuai dengan nilai referensi batas aman yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 1.5 pp.

METODE

Sistem ini dirancang agar monitoring kadar klorin dapat mempermudah pengguna untuk melihat batas aman kadar klorin pada akuarium ikan hias. Berikut adalah rancangan pada sistem :



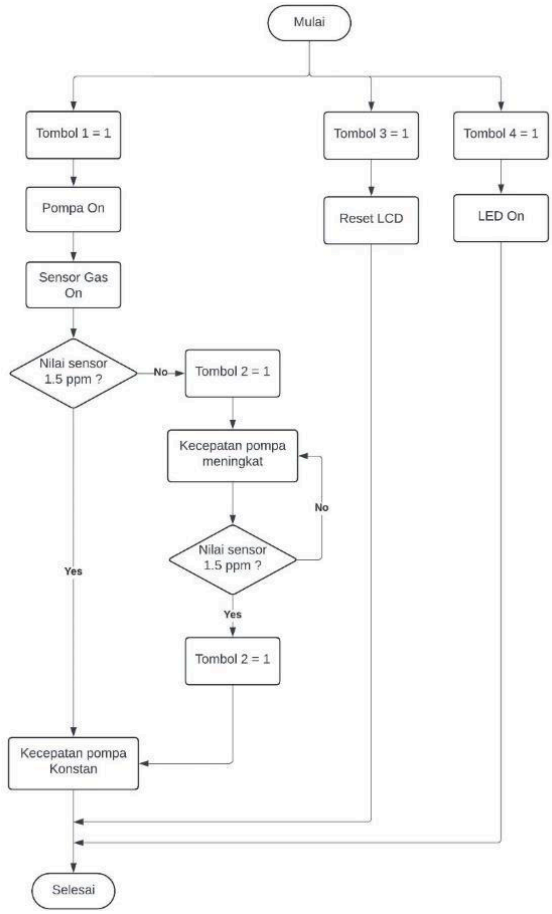
(a)



(b)

Gambar 1. a) Rangkaian Elektronika b) Desain Mekanik

Software yang akan digunakan nantinya adalah software arduino. Cara kerja untuk alat ini yaitu mengontrol debit air, dimana jika nilai klorin yang terdeteksi oleh sensor gas melebihi nilai referensi yaitu 1.5 ppm, maka akan menampilkan informasi pada webserver berupa tulisan "Kadar Klorin Tinggi", jika mendapati hal berikut maka perlu menaikkan kecepatan putar motor pompa dengan cara menekan tombol 2. Jika nilai klorin sudah sesuai dengan referensi maka akan menampilkan informasi tulisan berupa "Kadar Klorin Stabil", hal yang perlu dilakukan selanjutnya yaitu menekan kembali tombol 2 untuk menurunkan kecepatan pompa. Untuk dapat merealisasikan alur kerja tersbut dibuat flowchart program untuk dapat mempermudah pembuatan pemrogram pada alat. berikut adalah flowchart dari monitoring kadar klorin :

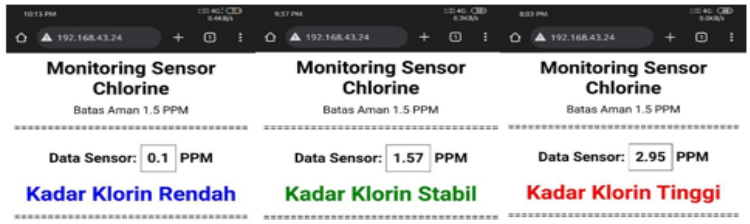


Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja Alat

Pada flowchart ini akan menjabarkan setelah proses sistem dimulai, kerika tombol 1 ditekan maka sensor dan motor akan menyala. Kemudian ketika sensor membaca nilai sebesar 1,5 ppm maka kecepatan pompa akan tetap konstan seperti sebelumnya, tetapi ketika sensor mendeteksi nilai diatas 1,5 ppm maka hal yang perlu dilakukan yaitu dengan menekan tombol 2. Ketika tombol 2 ditekan maka kecepatan pompa akan meningkat, kecepatan pompa meningkat ini bertujuan untuk melakukan filtrasi untuk menurunkan kadar klorin. Kerita nilai sensor sudah mencapai 1,5 ppm maka hal yang harus dilakukan yaitu dengan menekan kembali tombol 2, maka kecepatan pompa akan menurun dan konstan. Kemudian ketika tombol 3 ditekan akan mematikan tampilan LCD atau reset tampilan LCD. Tombol 4 bertujuan untuk menyalakan module LED yang bertujuan untuk memberikan pencahayaan untuk akuarium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

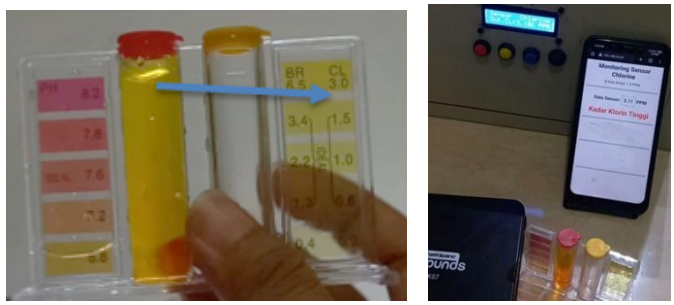
Pada penelitian ini dirancang dan dibuat untuk melakukan monitoring pada akuarium ikan hias air tawar. Dengan menggunakan webserver pengguna dapat dengan mudah melihat kadar klorin dalem air. IP Address pada percobaan ini menggunakan alamat 192.168.43.24 dimana link dapat diakses dengan menggunakan jaringan yang sama baik menggunakan PC ataupun ponsel sebagai medianya.



Gambar 3. Tampilan Akhir Webserver

Kalibrasi Sensor dengan Tes Kit CL

Kalibrasi dilakukan dengan cara menambahkan larutan kaporit yang dicampurkan ke dalam air bersih, kemudian air yang sudah di campur dengan kaporit cair akan dimasukkan ke Tes Kit dan akan diteteskan cairan dengan botol berwarna kuning yang sudah disediakan sebanyak 2-5 tetes. Kemudian kocok larutan hingga air berubah warna. Ketika sudah didiamkan beberapa detik, warna air pada Tes Kit akan berubah sesuai dengan angka kadar klorin yang sudah tertera. Pada gambar a berikut menunjukkan nilai air yang terdeteksi oleh sensor gas Electrochemical ME3-CL2 sebesar 3.11 PPM. Hasil kalibrasi kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran pada tampilan LCD atat.



(a) (b)

Gambar 4. (a) Hasil Ukur Larutan Kaporit pada Tes Kit (b) Kalibrasi Tes Kit CL dengan Alat

Pembacaan sensor dilakukan dengan 10 kali percobaan menggunakan kadar klorin yang berbeda. Berikut adalah tabel kalibrasi sensor Klorin yang digunakan:

Tabel 1. Kalibrasi Sensor Klorin.

DATA RESPONS SENSOR KLORIN				
No	Konsentrasi Larutan (mg/L)	Sensor Klorin (PPM)	*Test Kit* Klorin (PPM)	*Error*
1	0.36	0.01	0.1	0.09
2	4.32	0.12	0.2	0.08
3	7.2	0.2	0.2	0
4	20.16	0.56	1	0.44
5	29.52	0.82	1	0.18
6	33.12	0.92	1	0.08
7	46.8	1.30	1.5	0.2
8	46.8	1.30	1.5	0.2
9	57.24	1.59	1.5	-0.09
10	56.16	1.56	1.5	-0.06
				0.11

Percobaan dilakukakan dengan menerapkan cara trial error. Cara tersebut didapatkan dari hasil percobaan pengukuran alat menggunakan Tes Kit CL dengan nilai sensor Klorin. Dari tabel 1 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai kadar klorinnya yang terkandung dalam air akuarium, maka nilai kadar klorin yang terkandung juga semakin tinggi.

Pembahasan Data

Pengujian ini dilakukan ketika kadar klorin terdeteksi tinggi maka akan menginformasikan pada webserver jika kadar klorin diatas nilai referensi yaitu 1.5 PPM, kemudian aksi yang harus dilakukan yaitu menekan tombol kuning untuk menaikkan kecepatan motor pompa BLDC. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan siklus air yang melewati tempat filter. Dengan dilakukannya filtrasi ini maka dalam kurun waktu tertentu dapat menurunkan kadar klorin di dalam air. Sedangkan jika nilai nilai klorin terdeteksi 1.5 mg/L yaitu nilai batas aman, maka akan menginformasikan jika nilai klorin sudah stabil, kemudian aksi yang harus dilakukan yaitu menekan kembali tombol kuning untuk menurunkan kecepatan pompa air BLDC. Langkah selanjutnya peneliti akan membahas realisasi penggunaan pada simulasi yang akan ditampilkan pada tabel hasil berikut :

Tabel 2. Tabel 2. Data Respon Kenaikan Sensor Klorin

No	Konsentrasi Larutan (mg/L)	Referensi (PPM)	Sensor Klorin (PPM)
1	0,36	1,5	0,01
2	4,32	1,5	0,12
3	7,2	1,5	0,2
4	20,16	1,5	0,56
5	27,72	1,5	0,77
6	29,52	1,5	0,82
7	28,8	1,5	0,8

8	46,8	1,5	1,3
9	46,8	1,5	1,3
10	57,24	1,5	1,59
11	59,76	1,5	1,66
12	72,72	1,5	2,02
13	99	1,5	2,75
14	91,8	1,5	2,55
15	84,96	1,5	2,36
16	88,56	1,5	2,46
17	90,36	1,5	2,51
18	108,36	1,5	3,01
19	115,92	1,5	3,22
20	115,2	1,5	3,2

Ketika data yang terbaca oleh sensor klorin lebih dari 1.5 PPM maka akan menampilan informasi "Kadar Klorin Tinggi" pada webserver. Kemudian perlu dilakukan filtrasi dengan cara menekan tombol kuning pada panel, maka kecepatan motor pompa BLDC akan meningkat.Proses filtrasi memerlukan beberapa waktu agar nilai kadar klorin dapat mencapai nilai batas aman yang telah ditentukan. Pada percobaan ini akan dilakukan pemantauan nilai kadar klorin setiap 5 menit sekali sejak kecepatan motor pompa dipercepat. Berikut tabel penurunan Sensor Klorin :

Tabel 3. Data Respon Penurunan Sensor Klorin

DATA RESPONS PENURUNAN SENSOR KLORIN		
Waktu (menit)	Referensi (PPM)	Sensor Klorin (PPM)
0	1,5	3,2
5	1,5	2,87
10	1,5	2,50
15	1,5	2,20
20	1,5	1,86
25	1,5	1,57

Setelah dilakukan filtrasi dalam beberapa waktu, sensor mendeteksi kadar klorin pada air sebesar 1,57 PPM, maka akan menampilan informasi berupa tulisan "Kadar Klorin Stabil" pada webserver. Kemudian aksi yang perlu dilakukan ketika kadar klorin sudah sesuai, atau sudah mendekati nilai batas aman yaitu 1,5 PPM. Maka perlu menekan kembali tombol berwarna kuning. Hal ini dilakukan untuk menurunkan kecepatan motor pompa BLDC. Pada menit pertama sensor membaca nilai klorin sebesar 3,2 PPM, kemudian setelah dilakukan filtrasi, pada menit ke lima sensor membaca nilai sebesar 2,87 PPM. Pada menit 10 sampai 15 sensor membaca nilai klorin sebesar 2,50 PPM. Menit ke 20 sensor sudah mendeteksi nilai dibawah 2 PPM, yaitu diangka 1,86 PPM. Kemudian yang terakhir yaitu pada menit ke 25 sensor mendeteksi nilai klorin sebesar 1,57 PPM.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu perancangan alat penetralisir kadar klorin pada kolam hias air tawar dilengkapi sistem monitoring berbasis web. Berikut kesimpulannya. Sensor gas Electrochemical ME3-CL2 dapat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat dengan menunjukkan respon yang dapat ditampilkan pada LCD dan juga tampilan pada webserver. Keseluruhan sistem alat dapat bekerja dengan menerapkan sistem control manual menggunakan tombol pada mekanik alat. Penerapa keseluruhan sistem monitoring kadar klorin pada alat berhasil bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] f M. S. Dr. Suhana, S.Pi, "Tantangan Ekspor Ikan Hias di Masa Pandemi Covid-19," suhana.web.id, 2020. [Online]. https://suhana.web.id/2020/05/22/tantangan-ekspor-ikan-hias-di-masa-pandemicovid19/#google_vignette/.

[2] A Z. M. El-Bouhy, G. A. Saleh, G. A. El-Nobi, and R. M. Reda, "Study on The Effect of Chlorine on Health and Growth of Some Ornamental Fishes," Zagazig Vet. J., vol. 34, no. 2, pp. 164–172, 2006.

[3] A Y. K. Siong, J. Idris, M. Mazar Atabaki, "Performance of activated carbon in water filters," Faculty of Mechanical Engineering Universiti Teknologi Malaysia 81310, no. January 2013, 2014.

[4] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, "Baku Mutu Air, Pengelola Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air" Indonesia, pp. 421–487, 2001.

[5] AWWA, "Water Chlorination/Chloramination Practices and Principles - Manual of Water Supply Practices", M20. 2006.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7552

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email: snestik@itats.ac.id

Optimalisasi MPPT Photovoltaic Seri-Paralel dengan Kondisi Berbayang

Haris Kurniawan, Wahyu Setyo Pambudi, Novian Patria Uman Putra, Misbahul Munir, Akhmad Fahruzi.

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ITATS

e-mail: hariskurniawan12345@gmail.com

ABSTRACT

The depletion of fossil fuel reserves has accelerated the shift toward renewable energy sources, with solar energy via photovoltaic (PV) systems being a prominent solution. However, under partial shading conditions, conventional Maximum Power Point Tracking (MPPT) methods often fail, becoming trapped at local power peaks. This study aims to optimize PV output power using a Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm integrated with MPPT. Simulations were conducted in MATLAB Simulink on a series-parallel PV configuration with irradiance variations of 500–1000 W/m² and a constant temperature of 25°C. Experimental results show that prior to PSO optimization, the system achieved a maximum power of 862.7 W but exhibited instability. After optimization, the system reached a peak power of 736.5 W with a more stable output curve. The maximum voltage recorded was 197.13 V and the highest current was 3.7 A. The implementation of the MPPT-PSO algorithm significantly improved output stability despite a slight decrease in peak power, making it a viable solution under partial shading conditions.

Keywords: *photovoltaic, MPPT, PSO.*

ABSTRAK

Penurunan cadangan energi fosil mendorong pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya energi surya melalui sistem photovoltaic (PV). Namun, efisiensi sistem PV menurun signifikan pada kondisi berbayang parsial karena metode konvensional Maximum Power Point Tracking (MPPT) sering terjebak pada titik puncak lokal. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan daya keluaran PV menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) yang dikombinasikan dengan MPPT. Simulasi dilakukan menggunakan MATLAB Simulink pada konfigurasi PV seri-paralel dengan variasi iradiasi 500–1000 W/m² dan suhu konstan 25°C. Hasil percobaan menunjukkan bahwa daya maksimum sebelum optimasi PSO mencapai 862,7

W namun bersifat fluktuatif, sedangkan setelah optimasi, daya puncak sebesar 736,5 W diperoleh dengan pola grafik yang lebih stabil. Tegangan maksimum pasca-optimasi tercatat 197,13 V dan arus mencapai 3,7 A. Implementasi algoritma PSO terbukti meningkatkan kestabilan keluaran sistem meskipun terjadi penurunan daya puncak, menjadikannya solusi efektif untuk kondisi berbayang.

Kata kunci: Photovoltaic, MPPT, PSO.

PENDAHULUAN

Panel surya merupakan teknologi konversi energi terbarukan yang mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik melalui prinsip efek fotovoltaik. Efisiensi konversi energi pada panel surya sangat bergantung pada intensitas radiasi matahari dan suhu permukaan modul. Variabilitas alami seperti pergerakan matahari dan kondisi cuaca menyebabkan fluktuasi dalam intensitas cahaya yang diterima, sehingga memengaruhi keluaran daya [1]. Dalam konfigurasi sistem fotovoltaik (PV) seri-paralel, perubahan sebagian radiasi (*partial shading*) sering menimbulkan fenomena multi-peak pada kurva daya, sehingga titik daya maksimum (*Maximum Power Point*, MPP) sulit dicapai secara konsisten [2].

Maximum Power Point Tracking (MPPT) adalah metode yang digunakan untuk menjaga operasi sistem PV agar selalu berada pada titik daya maksimum [3][4]. Beberapa pendekatan konvensional seperti *Perturb and Observe (P&O), Incremental Conductance (INC), Hill Climbing (HC),* dan *Fuzzy Logic Control* telah digunakan secara luas[5][6][7]. Namun, dalam kondisi partial shading, metode konvensional ini cenderung terjebak pada titik puncak lokal (*local maxima*) dan gagal menemukan titik puncak global (*global maxima*), yang mengakibatkan penurunan efisiensi daya sistem sebesar 10–30% tergantung pada tingkat keteduhan dan konfigurasi array [8].

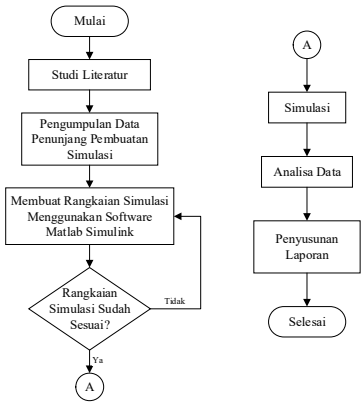
Upaya untuk mengatasi keterbatasan tersebut, pendekatan berbasis *metaheuristic optimization*, khususnya Particle Swarm Optimization (PSO), telah dikembangkan dan terbukti efektif. PSO meniru perilaku sosial kawanan partikel dalam menemukan posisi optimal di ruang solusi dan dikenal memiliki konvergensi yang cepat, kestabilan numerik tinggi, serta efisiensi pencarian global yang baik serta dapat mengurangi fluktuasi daya hingga 60% dibanding metode konvensional pada skenario partial shading [9]. Selain itu, penerapan PSO juga mampu meningkatkan efisiensi pelacakan MPPT hingga 95,3% dengan waktu konvergensi lebih cepat dari 0,25 detik [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma PSO yang diintegrasikan dengan MPPT dalam sistem PV berkonfigurasi seri-paralel yang mengalami kondisi berbayang parsial. Tujuan utama adalah untuk memperoleh performa keluaran daya maksimum dengan waktu stabilisasi dan respons transien yang lebih cepat. Pada simulasi awal, sistem PV tanpa optimasi PSO hanya mencapai kestabilan daya sebesar 485,7 W, sementara setelah dioptimasi menggunakan PSO, daya maksimum yang lebih stabil dapat dicapai, yakni 736,5 W. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan algoritma MPPT berbasis PSO dalam aplikasi sistem energi surya yang beroperasi pada kondisi lingkungan tidak ideal.

METODE

Pada tahap ini, referensi dikumpulkan dari berbagai sumber terkait dengan MPPT menggunakan metode PSO sebagai optimasilasasi. Sumber yang digunakan seperti buku, *handbook*, jurnal ilmiah, *website* yang diperlukan untuk mengetahui rangkaian-rangkaian simulasi, serta dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini juga mengumpulkan data iradiasi dan suhu temperatur sebagai *input* panel surya pada simulasi. Pengumpulan data ini dapat dicari pada jurnal, buku maupun penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. perancangan rangkaian simulasi dari sebuah sistem MPPT yang dioptimalkan dengan algoritma PSO dengan memasukkan data yang sudah didapatkan sebelumnya. Dalam pelaksanaan penelitian ini alurnya seperti pada gambar 1, simulasi pada penelitian ini menggunakan *software* Matlab Simulink.

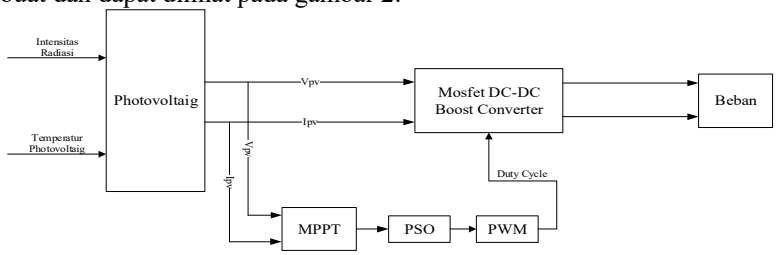
Data dari penelitian ini dianalisa dari hasil keluaran daya maupun keluaran tegangan dari *boost converter* yang telah di optimalkan dengan algoritma PSO. Hasil yang didapatkan ini memberikan referensi untuk mengoptimalkan keluaran daya dari panel surya.



Gambar 1 *FlowChart* Tahapan Penelitian

Blok Diagram Sistem

Dalam penelitian, peneliti membuat blok diagram sistem dengan tujuan untuk acuan sistem yang akan dibuat dan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Perancangan Simulasi MPPT PSO

Perancangan simulasi MPPT dengan menggunakan metode PSO terhubung dengan DC-DC *bosst converter* untuk menjaga keluaran daya panel surya pada titik daya maksimum. MPPT dengan metode PSO akan diprogram menggunakan Matlab *function* dengan kontrol PSO sebagai imputan PWM untuk DC-DC *boost converter*.

Data Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa data pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 yang menjadi panduan dalam menunjang penelitian ini yaitu data spesifikasi *photovoltaic* yang digunakan. Selain itu pada penelitian ini data input iradiasi dan temperatur untuk *photovoltaic* digunakan pada simulasi.

Tabel 1. Spesifikasi Photovoltaic

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Daya Maksimum (Pmax)	249	W
2	Tegangan *open circuit* (Voc)	36.8	V
3	Arus hubung singkat (Isc)	8.83	A
4	Tegangan maksimum (Vmp)	30	V
5	Arus maksimum (Imp)	8.3	A
6	Jumlah *cell*	60	

Tabel 2. Data Iradiasi

	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6
Panel 1	1000	1000	800	500	800	1000
Panel 2	800	500	500	500	800	1000
Panel 3	1000	1000	800	500	800	1000
Panel 4	800	500	500	500	800	1000

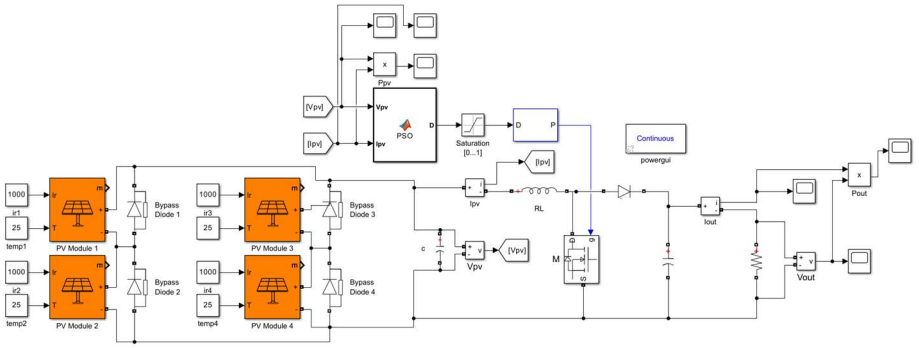
Tabel 3. Data Temperatur

	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6
Panel 1	25	25	25	25	25	25
Panel 2	25	25	25	25	25	25
Panel 3	25	25	25	25	25	25
Panel 4	25	25	25	25	25	25

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Simulasi

Sebelum merancang rangkaian simulasi, pencarian data terkait dengan spesifikasi panel surya yang digunakan, nilai iradiasi dan temperatur panel, nilai komponen dari induktor, kapasitor, dioda, mosfet, dan resistor yang merupakan bagian komponen dari *boost-converter*, serta program PSO yang akan digunakan perlu dilakukan terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian yang akan dilakukan. Seletah itu, komponen yang diperlukan dari matlab simulink akan dirangkai dengan acuan dari data yang telah diperoleh sehingga menghasilkan rangkaian simulasi yang dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.

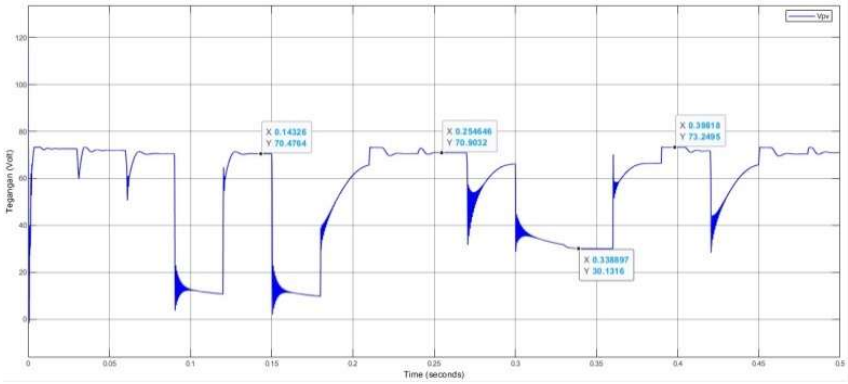


Gambar 3 Rangkaian Simulasi

Hasil Pengukuran Tegangan Pada Kondisi Berbayang Sebelum Menggunakan PSO

Percobaan Data 1

Simulasi dilakukan dengan tipe berkelanjutan atau *continuous* dengan *stop time* yang diatur pada 0,5 detik. Percobaan pertama dilakukan dengan iradiasi bernilai 1000 pada panel 1, 800 pada panel 2, 1000 pada panel 3, dan 800 pada panel 4 sesuai dengan tabel 3.2. Hasil dari simulasi diperlihatkan dengan *scope* agar dapat memperlihatkan hasil grafik yang dihasilkan dari menjalankan simulasi sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 4.

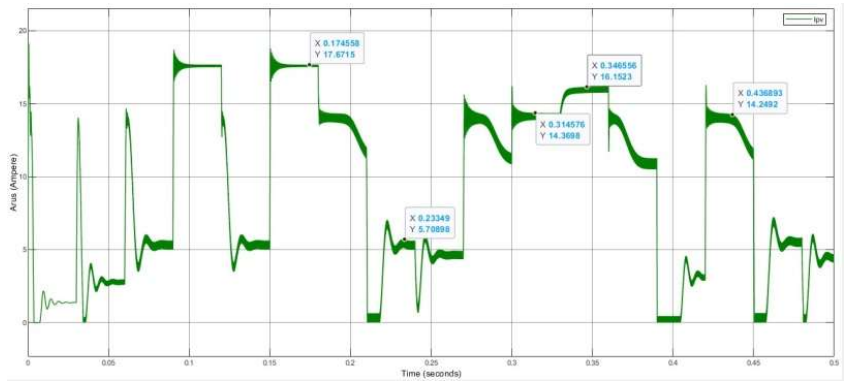


Gambar 4 Tegangan Keluaran PV Percobaan 1

Dari gambar 4 diatas, dapat dilihat bahwa keluaran tegangan dari panel surya mengalami kenaikan dan penurunan yang masih banyak. Hal ini disebabkan keluaran dari panel surya masih belum melalui proses optimasi dengan program PSO dan hanya murni keluaran yang dihasilkan dari panel surya. Hasil yang didapat dari simulasi percobaan 1 yaitu nilai tegangan stabil terlama berada pada 70 sampai 71 Volt dengan waktu penstabilan dari 0,22 sampai 0,26 detik setelah simulasi dijalankan, diikuti dengan nilai stabil terendah terlama berada pada 30 Volt dengan waktu penstabilan dimulai dari 0,32 sampai 0,34 detik setelah simulasi dijalankan. Tegangan tertinggi yang dihasilkan berada pada 73,2 Volt pada waktu 0,4 detik setelah simulasi dijalankan.

Hasil Pengukuran Arus Sebelum pada Kondisi Berbayang Menggunakan PSO
Percobaan Data 1

Simulasi dilakukan dengan tipe berkelanjutan atau *continuous* dengan *stop time* yang diatur pada 0,5 detik. Percobaan pertama dilakukan dengan iradiasi bernilai 1000 pada panel 1, 800 pada panel 2, 1000 pada panel 3, dan 800 pada panel 4 sesuai dengan tabel 3.2. Hasil dari simulasi diperlihatkan dengan *scope* agar dapat memperlihatkan hasil grafik yang dihasilkan dari menjalankan simulasi sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 5.



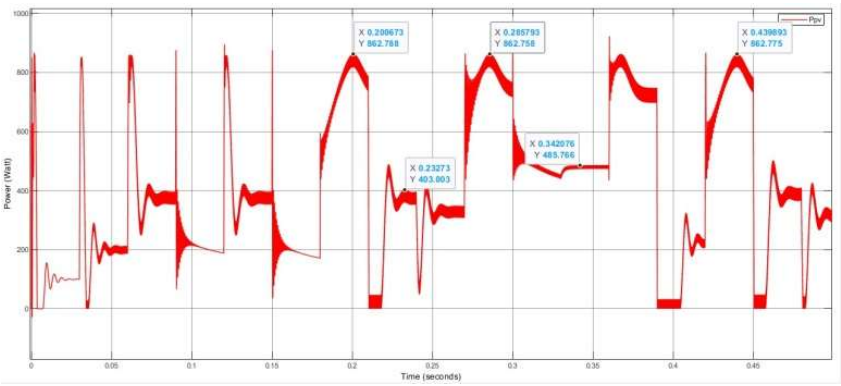
Gambar 5 Arus Keluaran PV Percobaan 1

Dari gambar 5 diatas, dapat dilihat bahwa keluaran arus dari panel surya mengalami kenaikan dan penurunan yang masih banyak. Hal ini disebabkan keluaran dari panel surya masih belum melalui proses optimasi dengan program PSO dan hanya murni keluaran yang dihasilkan dari panel surya. Hasil yang didapat dari simulasi percobaan 1 yaitu nilai arus stabil terlama berada pada 14,3 sampai 16,2 Ampere dengan waktu penstabilan dari 0,31 sampai 0,35 detik setelah

simulasi dijalankan, diikuti dengan nilai stabil terendah terlama berada pada 4,9 sampai 5,7 Ampere dengan waktu penstabilan dimulai dari 0,23 sampai 0,27 detik setelah simulasi dijalankan. Arus tertinggi yang dihasilkan berada pada 17,67 Ampere pada waktu 0,16 sampai 0,17 detik setelah simulasi dijalankan.

Hasil Pengukuran Daya Sebelum Pada Kondisi Berbayang Menggunakan PSO
Percobaan Data 1

Simulasi dilakukan dengan tipe berkelanjutan atau *continuous* dengan *stop time* yang diatur pada 0,5 detik. Percobaan pertama dilakukan dengan iradiasi bernilai 1000 pada panel 1, 800 pada panel 2, 1000 pada panel 3, dan 800 pada panel 4 sesuai dengan tabel 3.2. Hasil dari simulasi diperlihatkan dengan *scope* agar dapat memperlihatkan hasil grafik yang dihasilkan dari menjalankan simulasi sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 6.

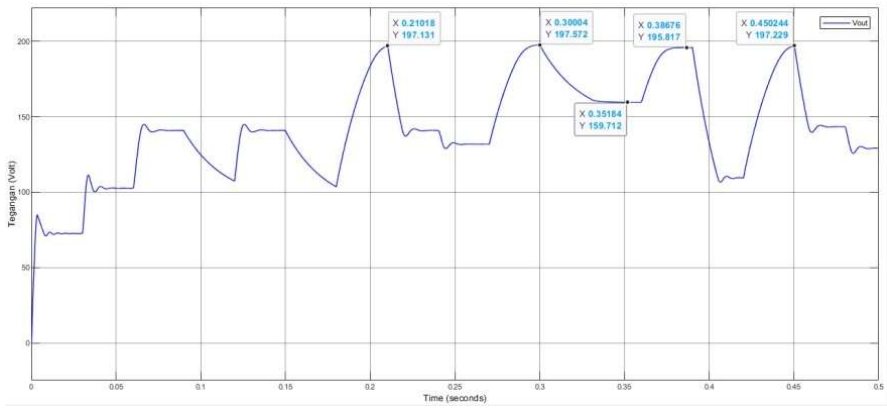


Gambar 6 Daya Keluaran PV Percobaan 1

Dari gambar 6 diatas, dapat dilihat bahwa keluaran daya dari panel surya mengalami kenaikan dan penurunan yang masih banyak. Hal ini disebabkan keluaran dari panel surya masih belum melalui proses optimasi dengan program PSO dan hanya murni keluaran yang dihasilkan dari panel surya. Hasil yang didapat dari simulasi percobaan 1 yaitu nilai daya stabil terlama berada pada 485,5 sampai 485,7 Watt dengan waktu penstabilan dari 0,33 sampai 0,36 detik setelah simulasi dijalankan, diikuti dengan nilai stabil terendah terlama berada pada 380 sampai 403 Watt dengan waktu penstabilan dimulai dari 0,23 sampai 0,26 detik setelah simulasi dijalankan. Daya tertinggi yang dihasilkan berada pada 862,8 Watt pada waktu 0,2 detik yang tercepat setelah simulasi dijalankan.

Hasil Pengukuran Tegangan pada Kondisi Berbayang Setelah Menggunakan PSO
Percobaan Data 1

Simulasi dilakukan dengan tipe berkelanjutan atau *continuous* dengan *stop time* yang diatur pada 0,5 detik. Percobaan pertama dilakukan dengan iradiasi bernilai 1000 pada panel 1, 800 pada panel 2, 1000 pada panel 3, dan 800 pada panel 4 sesuai dengan tabel 3.2. Hasil dari simulasi diperlihatkan dengan *scope* agar dapat memperlihatkan hasil grafik yang dihasilkan dari menjalankan simulasi sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 7.

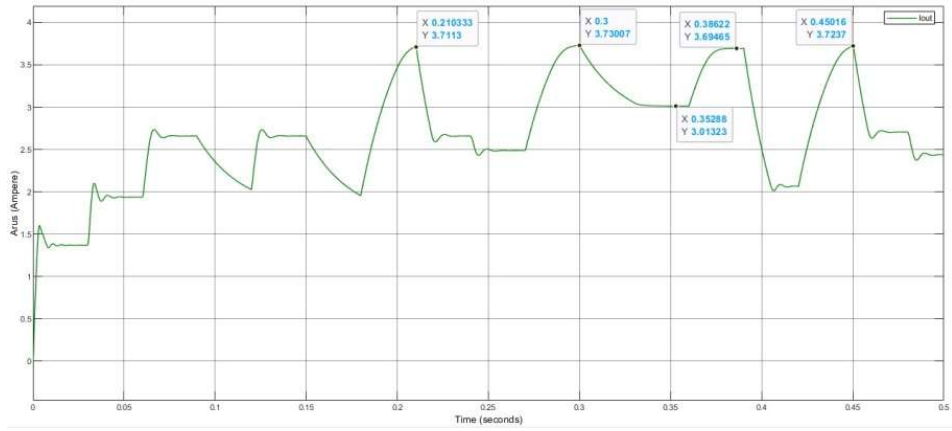


Gambar 7 Tegangan Keluaran Boost-Converter Percobaan 1

Dari gambar 7 diatas, dapat dilihat bahwa keluaran tegangan dari panel surya mengalami kenaikan dan penurunan lebih stabil. Hal ini disebabkan keluaran dari panel surya telah melalui proses optimasi dengan program PSO yang telah dihubungkan dengan mosfet *boost-converter* sebagai referensi dari PWM generator yang kemudian keluaran dari *boost-converter* menjadi lebih stabil. Hasil yang didapat dari simulasi percobaan 1 yaitu nilai tegangan stabil terlama berada pada 159,7 Volt dengan waktu penstabilan dari 0,34 sampai 0,36 detik setelah simulasi dijalankan. Tegangan tertinggi yang dihasilkan berada pada 197,13 Volt dengan waktu tercepat pada 0,21 detik setelah simulasi dijalankan.

Hasil Pengukuran Arus pada Kondisi Berbayang Setelah Mengguanakan PSO
Percobaan Data 1

Simulasi dilakukan dengan tipe berkelanjutan atau *continuous* dengan *stop time* yang diatur pada 0,5 detik. Percobaan pertama dilakukan dengan iradiasi bernilai 1000 pada panel 1, 800 pada panel 2, 1000 pada panel 3, dan 800 pada panel 4 sesuai dengan tabel 3.2. Hasil dari simulasi diperlihatkan dengan *scope* agar dapat memperlihatkan hasil grafik yang dihasilkan dari menjalankan simulasi sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 8.



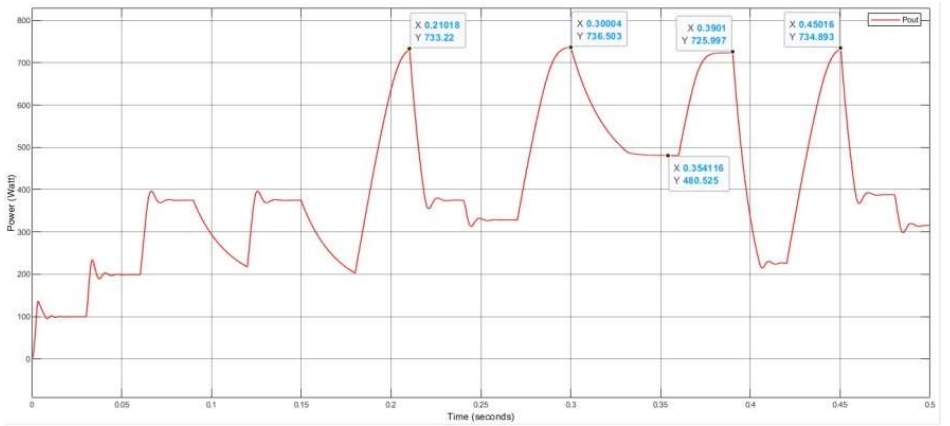
Gambar 8 Arus Keluaran Boost-Converter Percobaan 1

Dari gambar 8 diatas, dapat dilihat bahwa keluaran arus dari panel surya mengalami kenaikan dan penurunan lebih stabil. Hal ini disebabkan keluaran dari panel surya telah melalui

proses optimasi dengan program PSO yang telah dihubungkan dengan mosfet *boost-converter* sebagai referensi dari PWM generator yang kemudian keluaran dari *boost-converter* menjadi lebih stabil. Hasil yang didapat dari simulasi percobaan 1 yaitu nilai arus stabil terlama berada pada 3,01 Ampere dengan waktu penstabilan dari 0,34 sampai 0,36 detik setelah simulasi dijalankan. Arus tertinggi yang dihasilkan berada pada 3,7 Ampere dengan waktu tercepat pada 0,21 detik setelah simulasi dijalankan.

Hasil Pengukuran Daya pada Kondisi Berbayang Setelah Mengguanakan PSO
Percobaan Data 1

Simulasi dilakukan dengan tipe berkelanjutan atau *continuous* dengan *stop time* yang diatur pada 0,5 detik. Percobaan pertama dilakukan dengan iradiasi bernilai 1000 pada panel 1, 800 pada panel 2, 1000 pada panel 3, dan 800 pada panel 4 sesuai dengan tabel 3.2. Hasil dari simulasi diperlihatkan dengan *scope* agar dapat memperlihatkan hasil grafik yang dihasilkan dari menjalankan simulasi sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 9.

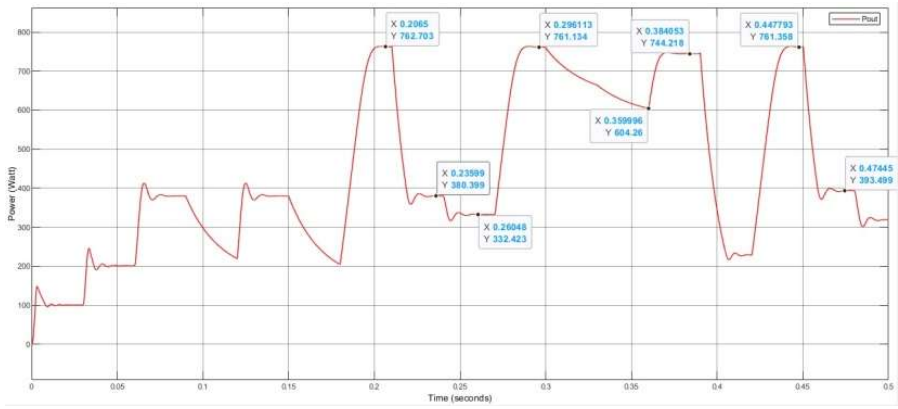


Gambar 9 Daya Keluaran Boost-Converter Percobaan 1

Dari gambar 9 diatas, dapat dilihat bahwa keluaran daya dari panel surya mengalami kenaikan dan penurunan lebih stabil. Hal ini disebabkan keluaran dari panel surya telah melalui proses optimasi dengan program PSO yang telah dihubungkan dengan mosfet *boost-converter* sebagai referensi dari PWM generator yang kemudian keluaran dari *boost-converter* menjadi lebih stabil. Hasil yang didapat dari simulasi percobaan 1 yaitu nilai daya stabil terlama berada pada 480,52 Watt dengan waktu penstabilan dari 0,33 sampai 0,36 detik setelah simulasi dijalankan. Daya tertinggi yang dihasilkan berada pada 736,5 Watt dengan waktu tercepat pada 0,3 detik setelah simulasi dijalankan.

Percobaan Data 6

Simulasi dilakukan dengan tipe berkelanjutan atau *continuous* dengan *stop time* yang diatur pada 0,5 detik. Percobaan ke-enam dilakukan dengan iradiasi bernilai 1000 pada panel 1, 1000 pada panel 2, 1000 pada panel 3, dan 1000 pada panel 4 sesuai dengan tabel 3.2. Hasil dari simulasi diperlihatkan dengan *scope* agar dapat memperlihatkan hasil grafik yang dihasilkan dari menjalankan simulasi sesuai dengan percobaan yang dilakukan dimana hasil percobaan ke-enam dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Daya Keluaran Boost-Converter Percobaan 6

Dari gambar 10 diatas, dapat dilihat bahwa keluaran daya dari panel surya mengalami kenaikan dan penurunan lebih stabil. Hal ini disebabkan keluaran dari panel surya telah melalui proses optimasi dengan program PSO yang telah dihubungkan dengan mosfet *boost-converter* sebagai referensi dari PWM generator yang kemudian keluaran dari *boost-converter* menjadi lebih stabil. Hasil yang didapat dari simulasi percobaan 6 yaitu nilai daya stabil terlama berada pada 332,42 Watt dengan waktu penstabilan dari 0,25 sampai 0,27 detik setelah simulasi dijalankan. Daya tertinggi yang dihasilkan berada pada 762,7 Watt dengan waktu tercepat pada 0,2 detik setelah simulasi dijalankan.

KESIMPULAN

Berdasarkan enam skenario pengujian dengan variasi intensitas iradiasi dan temperatur yang seragam, hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma Maximum Power Point Tracking berbasis Particle Swarm Optimization (MPPT-PSO) mampu meningkatkan kestabilan tegangan, arus, dan daya keluaran dari sistem fotovoltaik dalam kondisi partial shading. Pada percobaan pertama, daya maksimum dari panel tanpa optimasi tercatat sebesar 862,7 Watt, namun sangat fluktuatif. Sebaliknya, setelah dioptimasi menggunakan MPPT-PSO, daya maksimum sebesar 736,5 Watt dicapai dengan karakteristik output yang jauh lebih stabil dalam rentang 480,52–736,5 Watt, dan waktu stabilisasi hanya dalam 0,33–0,36 detik. Parameter tegangan dan arus juga menunjukkan kestabilan signifikan pada masing-masing 159,7 Volt dan 3,01 Ampere, dengan waktu tanggap lebih cepat dan gejala osilasi minimal.

Kontribusi ilmiah utama dari penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan metaheuristik PSO dalam MPPT untuk menghadapi kompleksitas multi-peak power curve akibat bayangan parsial, yang sering menjadi keterbatasan pendekatan konvensional seperti Perturb and Observe (P&O) atau Incremental Conductance. Implementasi PSO dalam platform simulasi MATLAB-Simulink membuktikan efektivitasnya sebagai metode pelacakan titik daya maksimum global (global peak) dengan efisiensi waktu dan kestabilan output yang superior. Dengan mengatasi keterjebakan pada local maxima, algoritma ini tidak hanya meningkatkan performa konversi daya, tetapi juga membuka arah baru dalam pengembangan sistem kendali adaptif cerdas

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. S. Abid, W. S. Pambudi, T. Suheta, T. Wati, and M. Munir, “Analisa Efisiensi Daya Solarcell dengan Integrasi Sistem Pendingin,” *BEES Bull. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 123–132, 2024.

[2] T. Winarno, L. N. Palupi, A. Pracoyo, and L. Ardhenta, "MPPT control of PV array based on PSO and adaptive controller," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 18, no. 2, pp. 1113–1121, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i2.14845.

[3] A. Mohapatra, B. Nayak, P. Das, and K. B. Mohanty, "A review on MPPT techniques of PV system under partial shading condition," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 80, no. December 2016, pp. 854–867, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.05.083.

[4] P. Slamet, S. Yulianananda, and S. Santoso, "Simulasi Desain Kontrol MPPT Sistem Photovoltaic," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 40–56, 2019, doi: 10.21070/jeee-u.v3i1.2019.

[5] M. Z. Efendi, Suhariningsih, F. D. Murdianto, and E. Inawati, "Implementation of modified P&O method as power optimizer of solar panel under partial shading condition for battery charging system," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1977, no. March 2016, 2018, doi: 10.1063/1.5042858.

[6] dimas nur prakoso, "Perbandingan Metode MPPT Incremental Conductance," vol. 17, no. 2, pp. 175–190, 2019.

[7] A. Zuroida, I. Heryanto, and A. Salsabella, "Optimasi Sistem Pengisian MPPT Berbasis Fuzzy logic Pada Panel Surya," vol. 12, no. 1, pp. 13–18, 2025.

[8] F. Belhachat and C. Larbes, "A review of global maximum power point tracking techniques of photovoltaic system under partial shading conditions," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 92, no. April, pp. 513–553, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.04.094.

[9] L. Xu, R. Cheng, Z. Xia, and Z. Shen, "Improved Particle Swarm Optimization (PSO)-based MPPT Method for PV String under Partially Shading and Uniform Irradiance Condition," *2020 Asia Energy Electr. Eng. Symp. AEEES 2020*, no. 1, pp. 771–775, 2020, doi: 10.1109/AEEES48850.2020.9121377.

[10] S. Javed and K. Ishaque, "A comprehensive analyses with new findings of different PSO variants for MPPT problem under partial shading," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 13, no. 5, p. 101680, 2022, doi: 10.1016/j.asej.2021.101680.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7539

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengembangan Filter Adaptif Berbasis LMS untuk Pengurangan Noise pada Sinyal Elektrokardiogram

Kukuh Setyadjit, Santoso Santoso, Muhammad Amsyaril Hariz, Reyhan Ihsan Muhammad, Puji Slamet, Aris Heri Andriawan, Ratna Hartayu.

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail: kukuh@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

Electrocardiogram (ECG) signals are often affected by various types of noise, such as electromagnetic interference, patient body movement, and disturbances from other medical devices, which can degrade the signal quality and hinder accurate detection of heart disorders. This study aims to compare the performance of various filters in reducing noise in ECG signals, focusing on the Highpass-Lowpass filter and the Least Mean Square (LMS) adaptive filter. The testing was conducted using metrics such as Mean Squared Error (MSE), Signal-to-Noise Ratio (SNR), average amplitude, total error, and computation time. The experimental results show that the LMS filter provides the best results, with an MSE value of 0.0045, SNR of 21.5 dB, and total error of 4.78, indicating its ability to produce a cleaner signal compared to the Highpass-Lowpass filter. The LMS filter also demonstrates good computational efficiency, with a time of 0.102 seconds. With its ability to dynamically adjust filter parameters, the LMS filter proves effective in reducing both low and high-frequency noise in ECG signals. This study shows that the LMS filter can be effectively applied to process ECG signals contaminated by noise and contributes to improving the accuracy of heart disorder diagnosis.

Keywords: *Electrocardiogram, Noise Reduction, Least Mean Square Filter, Signal-to-Noise Ratio, Filter Performance.*

ABSTRAK

Sinyal Elektrokardiogram (EKG) sering kali terpengaruh oleh berbagai jenis noise, seperti interferensi elektromagnetik, gerakan tubuh pasien, dan gangguan dari perangkat medis lain, yang dapat mengurangi kualitas sinyal dan menghambat deteksi gangguan jantung yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja berbagai filter dalam mengurangi noise pada sinyal EKG, dengan fokus pada filter

Highpass-Lowpass dan filter adaptif Least Mean Square (LMS). Pengujian dilakukan menggunakan metrik seperti Mean Squared Error (MSE), Signal-to-Noise Ratio (SNR), rata-rata amplitudo, total error, dan waktu komputasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa filter LMS memberikan hasil terbaik dengan nilai MSE sebesar 0.0045, SNR 21.5 dB, dan total error 4.78, yang mengindikasikan kemampuannya dalam menghasilkan sinyal yang lebih bersih dibandingkan dengan filter Highpass-Lowpass. Filter LMS juga menunjukkan efisiensi waktu komputasi yang baik, yaitu 0.102 detik. Dengan kemampuan untuk menyesuaikan parameter filter secara dinamis, filter LMS terbukti efektif dalam mengurangi noise frekuensi rendah dan tinggi pada sinyal EKG. Penelitian ini menunjukkan bahwa filter LMS dapat diterapkan secara efektif dalam pemrosesan sinyal EKG yang terkontaminasi noise, serta berkontribusi pada peningkatan akurasi dalam diagnosis gangguan jantung.

Kata kunci: Elektrokardiogram, Pengurangan Noise, Filter Least Mean Square, Rasio Sinyal terhadap Noise, Kinerja Filter.

PENDAHULUAN

Sinyal Elektrokardiogram (EKG) digunakan sebagai alat diagnostik utama untuk memantau aktivitas listrik jantung dan mendiagnosis berbagai gangguan jantung, termasuk aritmia. Namun, sinyal EKG sering kali terkontaminasi oleh noise yang disebabkan oleh interferensi elektromagnetik, gerakan tubuh pasien, atau perangkat medis lain yang berada di sekitar pasien. Kontaminasi ini dapat mengganggu analisis sinyal EKG yang akurat. Untuk mengurangi noise tersebut, filter adaptif, khususnya metode Least Mean Square (LMS), sering digunakan. Metode LMS bekerja dengan cara menyesuaikan koefisien filter berdasarkan perhitungan kesalahan antara sinyal yang diinginkan dan keluaran filter, sehingga memungkinkan pemrosesan sinyal EKG yang lebih bersih dan lebih akurat untuk diagnosa medis yang tepat[1],[2].

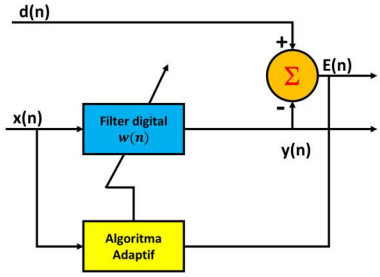
Deteksi gangguan jantung melalui sinyal EKG yang terkontaminasi noise dianggap sebagai tantangan besar. Teknik pengolahan sinyal seperti filter low-pass atau band-pass dinilai tidak efektif dalam menangani noise yang serupa dengan sinyal EKG. Filter LMS telah diterapkan, namun masih menghadapi masalah terkait kecepatan konvergensi dan penanganan variasi noise yang kompleks. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan filter LMS yang lebih efisien dan dapat mengatasi berbagai jenis noise pada sinyal EKG[3], [4].

Berbagai jenis filter telah digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk mengurangi noise pada sinyal EKG. Filter low-pass diterapkan untuk mengurangi noise frekuensi tinggi, namun tidak efektif pada noise dengan karakteristik frekuensi mirip sinyal EKG. Filter LMS lebih efektif dalam menangani noise bervariasi, meskipun masalah kecepatan konvergensi masih ada. Penelitian ini akan mengembangkan metode LMS yang lebih cepat dan efisien, serta dapat menangani lebih banyak jenis noise untuk meningkatkan deteksi gangguan jantung[5].

Kontribusi utama penelitian ini adalah pengembangan filter LMS untuk pengurangan noise pada sinyal EKG, dengan fokus pada peningkatan kecepatan konvergensi dan penanganan berbagai jenis noise. Berbeda dengan pendekatan sebelumnya yang terbatas pada noise tertentu, filter LMS yang dikembangkan diharapkan dapat menangani noise yang lebih kompleks. Pengembangan ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dalam analisis sinyal EKG yang terkontaminasi noise, sehingga dapat mendukung diagnosis yang lebih tepat dalam praktik klinis. Dengan kemampuan adaptif yang lebih baik, filter LMS ini dapat lebih efisien dalam mengurangi interferensi elektromagnetik, gerakan tubuh pasien, dan gangguan dari perangkat medis lain yang sering terjadi pada sinyal EKG.

Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan filter LMS yang lebih efisien untuk mengurangi noise pada sinyal EKG, dengan fokus pada peningkatan kualitas sinyal dan akurasi deteksi gangguan jantung. Filter LMS diuji pada sinyal EKG yang terkontaminasi noise dan dibandingkan dengan metode filter konvensional[6]. Penelitian ini terbatas pada evaluasi filter LMS dalam simulasi dan bertujuan untuk mengukur efisiensi filter dalam hal kecepatan konvergensi dan akurasi deteksi gangguan jantung.

FILTER ADAPTIF



Gambar 1. Diagram filter adaptif

Gambar 1 menunjukkan tampilan umum dari pemfilteran adaptif, sinyal masukan x(n) diproses oleh filter digital untuk menghasilkan sinyal keluaran y(n). Koefisien filter yang terdapat dalam vektor w(n) disesuaikan oleh algoritma adaptif untuk meminimalkan sinyal error e(n). Sinyal error dihitung sebagai selisih antara sinyal berguna d(n) dan keluaran filter y(n). Oleh karena itu, desain filter adaptif dilakukan secara otomatis berdasarkan karakteristik sinyal masukan x(n) dan sinyal berguna d(n)[7]. LMS digunakan dalam pemrosesan sinyal untuk meminimalkan kesalahan prediksi dalam sistem adaptif. LMS termasuk dalam kategori algoritma pembelajaran yang digunakan untuk memperbarui parameter suatu sistem berdasarkan data masukan dan target keluaran yang diinginkan. Tujuan utama dari algoritma LMS adalah untuk menemukan koefisien sistem yang dapat meminimalkan kesalahan (error) antara sinyal keluaran yang dihasilkan oleh model dan sinyal keluaran yang diinginkan[8]. Kesalahan ini disebut error dan dihitung sebagai selisih antara keluaran yang diinginkan dan keluaran yang sebenarnya.

Inisialisasi parameter ditentukan dengan koefisien awal untuk sistem (misalnya, bobot atau filter), sering kali diinisialisasi dengan nilai nol atau nilai acak. Perhitungan output sistem dihitung melalui keluaran prediksi sistem berdasarkan input saat ini dan koefisien sistem yang telah diperbarui. Perhitungan kesalahan (Error) dihitung dengan rumus (1) :

$$e(n) = d(n) - y(n) \tag{1}$$

Di mana $e(n)$ adalah kesalahan pada waktu n, $d(n)$ adalah sinyal yang diinginkan pada waktu n, $y(n)$ adalah keluaran yang dihitung oleh sistem. Pembaharuan koefisien (Bobot) diiperbarui menggunakan kesalahan yang dihitung. Pembaruan bobot pada algoritma LMS menggunakan rumus (2) :

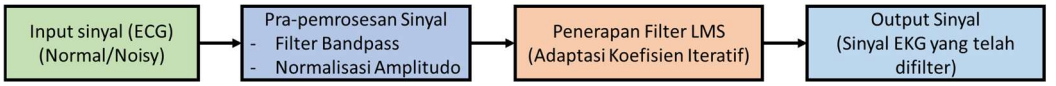
$$w(n+1) = w(n) + \mu e(n)x(n) \tag{2}$$

Di mana $w(n)$ adalah bobot pada waktu n, μ adalah langkah pembelajaran (learning rate) yang menentukan seberapa besar perubahan yang diterima bobot, $e(n)$ adalah kesalahan pada waktu n, $x(n)$ adalah input pada waktu n. Proses ini diulang untuk setiap sampel input yang baru untuk terus memperbarui bobot dan mengurangi kesalahan. Komponen utama dalam algoritma LMS meliputi learning rate (μ), yang mengontrol laju pembaruan koefisien, kesalahan (error), yang dihitung sebagai selisih antara keluaran yang diinginkan dan yang dihasilkan, serta konvergensi, di mana bobot sistem stabil dan kesalahan menjadi kecil.

METODE

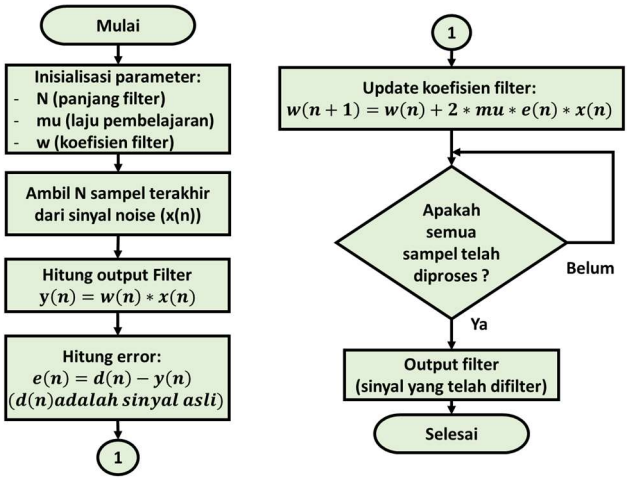
Metodologi penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sistem deteksi gangguan jantung berbasis filter adaptif LMS guna mengurangi noise pada sinyal Elektrokardiogram (EKG). Desain eksperimen yang digunakan memungkinkan pengujian berbagai jenis sinyal EKG, baik yang bersih maupun yang terkontaminasi noise, untuk mengevaluasi efektivitas filter LMS dalam

meningkatkan kualitas sinyal[9]. Data sinyal EKG diperoleh dari dua sumber utama sinyal normal diambil dari database PhysioNet dan sinyal terkontaminasi noise Gaussian dibuat dengan menambahkan noise[10]. Pemrosesan sinyal dimulai dengan pra-pemrosesan menggunakan filter bandpass untuk menghilangkan noise frekuensi rendah dan tinggi yang tidak relevan, serta menormalkan amplitudo sinyal. Setelahnya, filter LMS diterapkan untuk mengurangi noise lebih lanjut dengan mengadaptasi koefisien filter secara iteratif untuk meminimalkan kesalahan antara sinyal yang diinginkan dan sinyal yang diperoleh setelah pemfilteran.



Gambar 2. Blok diagram sistem

Gambar 2 menggambarkan alur proses penelitian yang dimulai dengan input sinyal EKG, baik yang normal dari PhysioNet maupun yang terkontaminasi noise Gaussian. Sinyal ini kemudian melewati tahap pra-pemrosesan yang mencakup penerapan filter bandpass dengan rentang frekuensi 0,5 Hz hingga 50 Hz, serta normalisasi amplitudo untuk mempersiapkan sinyal sebelum diteruskan ke proses selanjutnya. Pada tahap penerapan filter LMS, koefisien filter diperbarui secara iteratif untuk mengurangi noise yang ada dalam sinyal. Algoritma filter LMS seperti terlihat pada gambar 3.



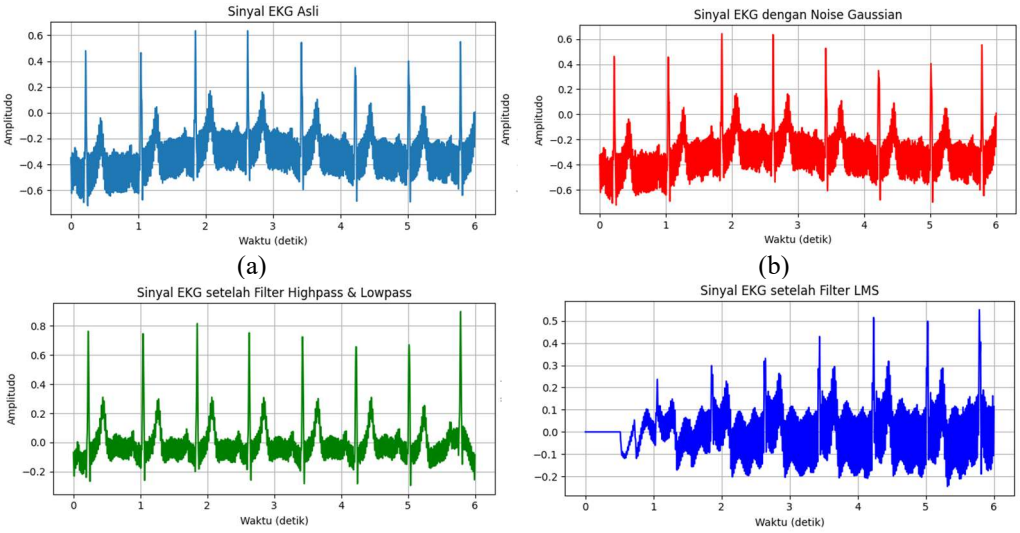
Gambar 3. Alur algoritma LMS

Gambar 3 menunjukkan alur kerja algoritma Least Mean Square (LMS) yang digunakan untuk mengurangi noise pada sinyal EKG. Proses dimulai dengan inisialisasi parameter, yaitu koefisien filter awal, laju pembelajaran (μ), dan panjang filter (N). Pada setiap iterasi, sejumlah N sampel sinyal yang terkontaminasi noise diambil sebagai input. Output filter dihitung sebagai hasil perkalian antara koefisien filter dan input. Selanjutnya, error dihitung sebagai selisih antara sinyal referensi (bersih) dan output filter. Nilai error ini digunakan untuk memperbarui koefisien filter secara adaptif dengan tujuan meminimalkan noise. Proses ini diulang terus-menerus hingga seluruh sinyal selesai diproses dan diperoleh sinyal EKG yang telah disaring.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data EKG dibaca dari file yang berisi sinyal EKG yang terkontaminasi oleh noise. Selanjutnya, beberapa jenis filter diterapkan pada sinyal yang terkontaminasi tersebut. Pertama, Highpass Filter dengan cutoff 1 Hz diterapkan untuk menghilangkan baseline wander dan noise frekuensi rendah yang ada pada sinyal. Kemudian, Lowpass Filter dengan cutoff 50 Hz diterapkan

untuk menghapus noise frekuensi tinggi yang dapat mengganggu analisis sinyal. Terakhir, LMS Filter digunakan untuk menyesuaikan koefisien filter dengan tujuan mengurangi noise lebih lanjut dan menghasilkan sinyal yang lebih bersih, yang lebih mendekati sinyal asli yang diinginkan.



Gambar 4. (a) EKG asli, (b)EKG dengan noise, (c)EKG setelah difilter lowpass highpass, (d)EKG setelah LMS

Pada gambar (a), sinyal EKG asli ditampilkan tanpa adanya kontaminasi noise. Sinyal ini menggambarkan aktivitas jantung yang sebenarnya, berisi informasi penting terkait fungsi jantung. Pada gambar (b), sinyal EKG yang telah bercampur noise dapat dilihat, yang mengintroduksi gangguan acak yang menyulitkan analisis dan pemrosesan lebih lanjut terhadap sinyal tersebut. Pada gambar(c), hasil penerapan filter highpass dengan cutoff 1 Hz dan lowpass dengan cutoff 50 Hz ditampilkan. Filter ini dirancang untuk mengurangi baseline wander dan noise frekuensi tinggi, namun beberapa jenis noise yang mirip dengan sinyal jantung, seperti artefak otot, masih dapat terlihat dalam sinyal tersebut. Pada gambar(d), hasil sinyal setelah diproses dengan filter LMS dapat dilihat. Filter LMS berusaha meminimalkan perbedaan antara sinyal yang terkontaminasi dan sinyal referensi, menghasilkan sinyal yang lebih bersih dengan mengurangi noise yang dapat diprediksi dari referensi yang tersedia.

Kinerja filter dalam memproses sinyal EKG terkontaminasi noise diukur menggunakan metrik seperti MSE, SNR, rata-rata amplitudo, waktu komputasi, dan total error. Metrik ini diterapkan pada sinyal yang diproses dengan filter Highpass-Lowpass dan LMS. Hasil pengukuran ini digunakan untuk mengevaluasi efektivitas filter dalam mengurangi noise dan mempertahankan kualitas sinyal asli, serta perbandingan kinerja setiap filter yang digunakan, seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Metrik perhitungan

No	Metrik	Nilai
1	MSE (Sinyal dengan Noise)	0.0117
2	MSE (Filter Highpass + Lowpass)	0.0081
3	MSE (Filter LMS)	0.0045
4	SNR (Sinyal dengan Noise)	13.6 dB
5	SNR (Filter Highpass + Lowpass)	17.3 dB
6	SNR (Filter LMS)	21.5 dB
7	Rata-rata Amplitudo (Sinyal Asli)	0.707
8	Rata-rata Amplitudo (Sinyal dengan Noise)	0.693
9	Rata-rata Amplitudo (Filter Highpass + Lowpass)	0.71
10	Rata-rata Amplitudo (Filter LMS)	0.72
11	Waktu Komputasi (Filter LMS)	0.102 detik
12	Total Error (Sinyal dengan Noise)	10.23
13	Total Error (Filter Highpass + Lowpass)	7.19
14	Total Error (Filter LMS)	4.78

Tabel 1 menyajikan hasil perhitungan metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja berbagai filter dalam mengurangi noise pada sinyal EKG. Beberapa metrik yang dihitung meliputi Mean Square Error (MSE), Signal-to-Noise Ratio (SNR), rata-rata amplitudo, waktu komputasi, dan total error. Filter LMS menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai MSE 0.0045, SNR 21.5 dB, dan total error 4.78, yang mengindikasikan kemampuannya dalam menghasilkan sinyal yang lebih bersih dan efisien dibandingkan dengan filter Highpass-Lowpass. Waktu komputasi untuk filter LMS adalah 0.102 detik, yang menunjukkan efisiensi proses pemrosesan sinyal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa filter LMS memberikan hasil terbaik dalam mengurangi noise pada sinyal EKG dibandingkan dengan filter Highpass-Lowpass. Metrik MSE, SNR, dan total error menunjukkan perbaikan signifikan pada sinyal yang difilter dengan LMS. Nilai MSE untuk sinyal dengan noise adalah 0.0117, untuk filter Highpass-Lowpass 0.0081, dan untuk filter LMS 0.0045. SNR untuk sinyal dengan noise adalah 13.6 dB, untuk filter Highpass-Lowpass 17.3 dB, dan untuk filter LMS 21.5 dB. Total error untuk sinyal dengan noise adalah 10.23, untuk filter Highpass-Lowpass 7.19, dan untuk filter LMS 4.78. Filter LMS juga memberikan hasil dengan rata-rata amplitudo 0.72 dan waktu komputasi 0.102 detik. Sementara itu, filter Highpass-Lowpass efektif dalam mengurangi beberapa jenis noise frekuensi rendah dan tinggi, namun tidak seefektif LMS dalam menghasilkan sinyal yang lebih bersih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan dukungan pembiayaan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Burguera, "Fast QRS Detection and ECG Compression Based on Signal Structural Analysis," *IEEE J. Biomed. Health Inform.*, vol. 23, no. 1, pp. 123–131, Jan. 2019, doi: 10.1109/JBHI.2018.2792404.

[2] F. A. Elhaj, N. Salim, A. R. Harris, T. T. Swee, and T. Ahmed, "Arrhythmia recognition and classification using combined linear and nonlinear features of ECG signals," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 127, pp. 52–63, Apr. 2016, doi: 10.1016/j.cmpb.2015.12.024.

[3] J. D. Ćertić and L. D. Milić, "Investigation of computationally efficient complementary IIR filter pairs with tunable crossover frequency," *AEU - Int. J. Electron. Commun.*, vol. 65, no. 5, pp. 419–428, May 2011, doi: 10.1016/j.aeue.2010.05.004.

[4] N. Das and M. Chakraborty, "Performance analysis of FIR and IIR filters for ECG signal denoising based on SNR," in *2017 Third International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN)*, Nov. 2017, pp. 90–97. doi: 10.1109/ICRCICN.2017.8234487.

[5] D. Jingwei and J. Wenwen, "Design of Digital Filter on ECG Signal Processing," in *2015 Fifth International Conference on Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC)*, Sep. 2015, pp. 1272–1275. doi: 10.1109/IMCCC.2015.273.

[6] S. Santoso *et al.*, "Penerapan Filter Digital untuk Menghilangkan Gangguan pada Sinyal Elektrokardiogram," *JREEC J. Renew. Energy Electron. Control*, vol. 4, no. 2, pp. 36–42, 2024.

[7] F. T. Kurniati and V. R. A. Febriyanto, "Pemodelan Filter Adaptif Untuk Perbaikan Kualitas Sinyal Audio Multi Wicara," *J. Sist. Dan Inform. JSI*, vol. 9, no. 1, Art. no. 1, 2014.

[8] S. Budiyanto and C. A. Pandawa, "PERBANDINGAN NLMS DAN RLS PADA ADAPTIVE NOISE CANCELLER MENGGUNAKAN LABVIEW," vol. 18, no. 2.

[9] C. Venkatesan, P. Karthigaikumar, and R. Varatharajan, "A novel LMS algorithm for ECG signal preprocessing and KNN classifier based abnormality detection," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 77, no. 8, pp. 10365–10374, Apr. 2018, doi: 10.1007/s11042-018-5762-6.

[10] M. Z. U. Rahman, R. A. Shaik, and D. V. R. K. Reddy, "Adaptive noise removal in the ECG using the Block LMS algorithm," in *2009 2nd International Conference on Adaptive Science & Technology (ICAST)*, Jan. 2009, pp. 380–383. doi: 10.1109/ICASTECH.2009.5409698.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7111

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengembangan *EcoStream Controller* untuk Aquascape Berbasis ESP32 dan Telgram bot

Anang Andrianto, Yanuar Nurdiansyah, Januar Adiputra

Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember

anang.uptti@unej.ac.id

ABSTRACT

Aquascaping, the art of arranging landscapes within an aquarium using elements such as plants, wood, rocks, and sand, is increasingly popular as both a hobby and a decorative feature. However, the sustainability of an aquascape ecosystem depends on environmental parameters such as temperature, pH, oxygen, and light, all of which require regular attention. Irregular maintenance can disrupt photosynthesis, hinder plant growth, or cause excessive algae growth. To address these challenges, this study developed an IoT-based system called EcoStream Controller, utilizing a NodeMCU ESP8266.

This system is designed to automatically monitor and control key parameters of the aquascape ecosystem using a DS18B20 sensor for temperature, a pH Kit E-201C-Blue for water acidity, and a relay module to operate devices such as pumps, lights, heaters, and Peltier coolers. Lighting schedules are managed in real time via an NTP Client Server, and all functions are integrated with a Telegram Bot to allow users to conveniently monitor and control the system.

The performance of the EcoStream Controller was evaluated by measuring its ability to maintain water temperature within a range of 27–29°C for 24 hours, with a maximum deviation of ±0.5°C. The average response time to Telegram commands was 3 seconds, and the system recorded an uptime of 99.2% over 7 days of continuous operation without reboot. The results indicate that the EcoStream Controller operates as designed, effectively stabilizes the aquascape ecosystem, and offers an innovative smart technology solution for aquarium maintenance. This system not only

enhances maintenance convenience but also supports the long-term sustainability of the aquascape ecosystem.
***Keywords**: EcoStream Controller, aquascape, sensor, pH*

ABSTRAK

Aquascape, seni menyusun lanskap dalam akuarium menggunakan elemen seperti tanaman, kayu, batu, dan pasir, semakin diminati sebagai hobi maupun elemen dekoratif. Namun, keberlangsungan ekosistem aquascape bergantung pada parameter lingkungan seperti suhu, pH, oksigen, dan cahaya, yang memerlukan perhatian berkala. Ketidakteraturan dalam pemeliharaan dapat menyebabkan gangguan fotosintesis, pertumbuhan tanaman terhambat, atau munculnya alga secara berlebihan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem IoT bernama *EcoStream Controller* berbasis NodeMCU ESP8266.

Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengontrol parameter ekosistem aquascape secara otomatis, menggunakan sensor DS18B20 untuk suhu, sensor pH Kit E-201C-Blue untuk keasaman air, serta modul relay untuk mengatur perangkat seperti pompa, lampu, pemanas, dan pendingin Peltier. Penjadwalan pencahayaan dilakukan secara real-time melalui NTP Client Server, dan semua fungsi terintegrasi dengan Bot Telegram untuk kemudahan pemantauan dan kontrol oleh pengguna.

Hasil penelitian dilihat dari performa EcoStream Controller dengan melihat pengukuran suhu mampu menjaga suhu air dalam rentang 27–29°C selama 24 jam dengan deviasi maksimal ±0.5°C. Waktu respons terhadap perintah Telegram rata-rata 3 detik, dan sistem mencatat uptime sebesar 99.2% selama 7 hari pemantauan tanpa reboot. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa *EcoStream Controller* bekerja sesuai dengan desain, menjaga stabilitas ekosistem aquascape secara efisien, dan memberikan solusi inovatif untuk pemeliharaan akuarium berbasis teknologi pintar. Sistem ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan pemeliharaan tetapi juga mendukung keberlanjutan ekosistem aquascape secara optimal.

Kata kunci: ecostream controller, aquascape, sensor, pH

PENDAHULUAN

Hobi menghias akuarium kini menjadi tren yang semakin populer di kalangan masyarakat, tidak hanya sebagai sarana relaksasi tetapi juga sebagai elemen estetika interior. Salah satu bentuk seni dalam akuarium yang berkembang adalah aquascape, yaitu seni menyusun elemen alami seperti tanaman air, kayu, batu, dan pasir dalam sebuah akuarium kaca atau akrilik untuk menciptakan ekosistem buatan yang menyerupai habitat aslinya. Aquascape menuntut keseimbangan parameter lingkungan seperti suhu, pH, pencahayaan, dan kandungan oksigen agar flora dan fauna di dalamnya dapat tumbuh secara optimal.

Permasalahan utama dalam aquascape adalah menjaga kestabilan parameter lingkungan tersebut secara konsisten. Proses fotosintesis pada tanaman air, misalnya, sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan intensitas cahaya [1]. Parameter seperti suhu dan pH harus berada dalam rentang optimal (suhu 25–28°C dan pH 6,0–8,0) untuk mencegah terganggunya ekosistem, yang dapat menyebabkan pertumbuhan alga berlebih, penurunan kualitas air, hingga kematian organisme di dalam akuarium [2] [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengusulkan solusi berbasis teknologi untuk membantu pemeliharaan akuarium. Misalnya, penelitian oleh Rachman et al. [4] mengembangkan sistem monitoring suhu dan pH berbasis Arduino, namun tidak dilengkapi dengan kendali otomatis perangkat. Sementara itu, Yulianto et al. [5] membangun sistem pemantauan berbasis ESP8266 yang dapat mengirimkan data suhu dan pH secara daring, tetapi belum terintegrasi dengan sistem penjadwalan atau antarmuka pengguna interaktif. Adapun studi dari Siregar et al. [6] menunjukkan

pentingnya pengontrolan suhu berbasis IoT, namun belum mencakup aspek kontrol perangkat seperti pemanas dan pendingin secara otomatis.

Melihat keterbatasan dari penelitian terdahulu, dibutuhkan sistem yang tidak hanya dapat melakukan pemantauan, tetapi juga pengendalian perangkat secara real-time dan terhubung dengan platform komunikasi yang mudah digunakan oleh pengguna. NodeMCU ESP8266 menjadi solusi yang efisien karena telah dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi bawaan, sehingga mendukung pengiriman data dan perintah melalui internet secara langsung tanpa modul tambahan [7].

Penelitian ini mengembangkan EcoStream Controller, yaitu sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk memantau dan mengendalikan parameter lingkungan aquascape secara otomatis. Sistem ini menggunakan sensor DS18B20 untuk suhu dan sensor pH E-201C-Blue untuk mengukur keasaman air. Selain itu, modul relay digunakan untuk mengatur perangkat seperti lampu, pompa, pemanas, dan pendingin Peltier. Penjadwalan pencahayaan diatur secara otomatis menggunakan NTP Client Server, dan semua fungsi dikendalikan serta dipantau melalui Bot Telegram.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan sistem aquascape cerdas yang tidak hanya mampu menjaga kestabilan ekosistem secara efisien, tetapi juga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui perangkat digital.

METODE

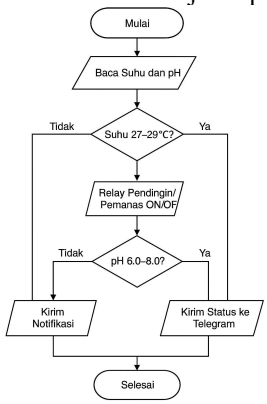
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan eksperimen lapangan untuk mengembangkan dan menguji sistem *EcoStream Controller* berbasis IoT. Sistem ini bertujuan menjaga kestabilan parameter penting pada ekosistem aquascape seperti suhu dan pH secara otomatis dan real-time.

1. Perancangan Sistem

Perancangan dilakukan untuk mendefinisikan kebutuhan sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Sistem dirancang dengan spesifikasi berikut:

- Mikrokontroler: NodeMCU ESP8266
- Sensor suhu: DS18B20
- Sensor pH: E-201C-Blue pH Kit
- Output kontrol: Modul relay 4-channel
- Pengendalian perangkat: Pompa, lampu, pemanas, pendingin Peltier
- Sistem waktu: NTP Client Server
- Monitoring & kontrol jarak jauh: Telegram Bot

Diagram alur (flowchart) algoritma sistem disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir sistem

2. Implementasi Prototipe

- **Instalasi Perangkat Keras**
  Sensor suhu dan sensor pH dikoneksikan ke mikrokontroler. Relay digunakan untuk mengendalikan perangkat output seperti pemanas atau lampu. Semua perangkat dirakit pada breadboard dan dikemas dalam box akrilik untuk uji coba.
- **Pemrograman NodeMCU ESP8266**
  Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE. Program melibatkan pembacaan sensor, pengaturan kondisi jika nilai parameter berada di luar ambang batas, serta komunikasi melalui Bot Telegram.

3. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan selama 7 hari berturut-turut dengan pengamatan:

- Stabilitas suhu air dalam rentang ideal (27–29°C)
- pH air dalam rentang ideal (6.0–8.0)
- Respons sistem terhadap perintah Telegram
- Persentase uptime sistem

4. Validasi dan Analisis Kinerja

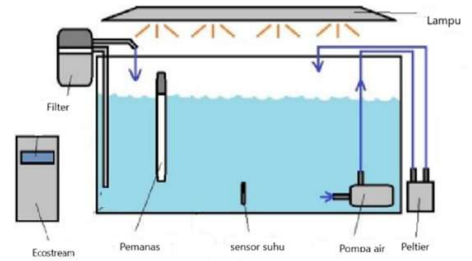
Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor dengan alat ukur standar serta menghitung deviasi, waktu respons sistem, dan keandalan notifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada pengembangan ini akan dijelaskan dalam beberapa subbagian.

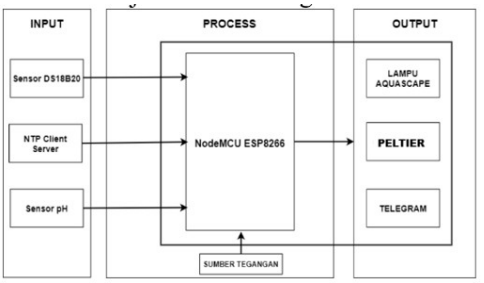
Hasil Perencanaan dan Desain

Rancangan EcoStream Controller yang dikembangkan pemasangan ditunjukan dalam gambar 2 berikut.



Gambar 2 Pemasangan Produk *EcoStream Controller*

Prinsip kerja Ecostream ditunjukan dalam diagram blok sistem pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Diagram blok kerja sistem

Diagram blok sistem menjelaskan cara kerja dari EcoStream yang dikembangkan, sistem jika dijalankan akan melakukan pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20 dan pengukuran ph menggunakan sensor pH secara periodik. Hasil pengukuran akan dibandingkan dengan nilai referensi suhu dan pH sesuai dengan literatur yang ditentukan, jika nilai suhu lebih tinggi dari

renferensi maka sistem akan mengaktifkan peltier sebagai pendingin air, jika suhu terlalu lebih rendah dari referensi maka sistem akan menjalankan pemanas air. Jika kandungan ph tidak sesuai dengan referensi maka sistem akan memberikan informasi ke pengguna melalui telegram bot. Pengaturan lampu dilakukan melalui aplikasi telegram, diatur sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan oleh pengguna.

Pemilihan Komponen

Merujuk pada desain diagram blok pada gambar 3, berikut adalah komponen-komponen IoT yang digunakan untuk ecostrean:

1. Mikrokontroler

   NodeMCU salah satu yang paling populer, menggabungkan Wi-Fi dan modul pengembangan berbasis ESP32.

2. Sensor

   Sensor Suhu untuk mengukur suhu air agar dapat digunakan untuk mengetahui suhu air dalam aquarium menggunakan DS18B20

   Sensor pH digunakan mengukur tingkat keasaman air untuk memastikan kondisi air menggunakan PH Sensor Kit E-201C-Blue

3. Aktuator

   Aktuator yang digunakan menggunakan modul relay 6 kanal yanga akan digunakan sebagai driver pompa, Lampu LED, Pemanas dan Peltier sebagai pendingin air

4. Komunikasi

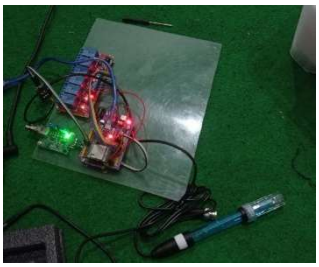
   Konektivitas nirkabel yang paling umum digunakan adalah wifi yang sudah tertanam dalam modul arduino

6. Perangkat Tambahan

   Power suply untuk sumber daya yang digunakan sistem dan modul relay.

Hasil Pembuatan Prototipe

Pembuatan prototype dari rangkaian yang dibuat berdasarkan blok diagram gambar 3 ditunjukan dalam gambar 4



Gambar 4 Rangakaian perangkat EcoStream Controller

Hasil Pemrograman Arduino

Dengan menggunakan tool arduino IDE kode program dari cuplikan kodeprogran perangkat *EcoSteam Controller* ditunjukan dalam gambar 4.

```
#define EEPROM_SIZE 512

const int relay1 = 27; // pemanas
const int relay2 = 26; // lampu
const int relay3 = 25; // selenoid
const int relay4 = 33; // peltier
const int relay5 = 32; // selang peltier

#define ONE_WIRE_BUS 21
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

const char* ssid = "TOM";
const char* password = "Tomblok030405";

const char* mqtt_server = "broker.mqtt-dashboard.com";
const char* REGISTER_TOPIC = "register/user/aquascape";
const char* TEMPERATURE_TOPIC = "aquascape/temperature";
```

Gambar 5 Cuplikan kode program

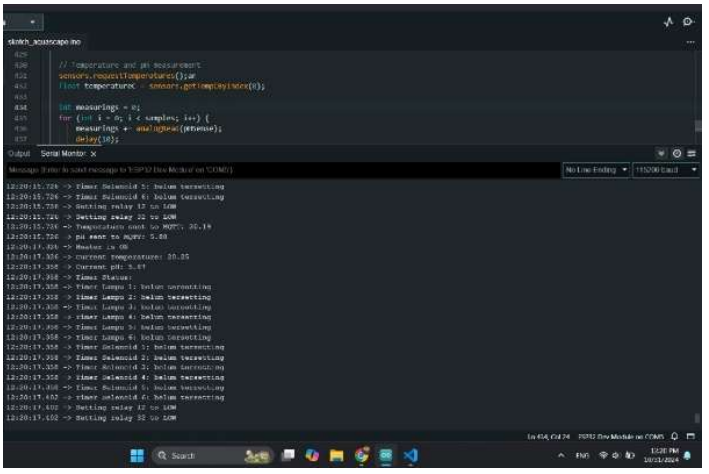
Hasil Instalasi dan Pengujian

Hasil instalasi yang dilakukan pada proses pengembangan ecostream ditunjukan pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6 Instalasi ecostream pada aquarium

Sebelum dilakukan pemasangan dilakukan pengujian agar sensor dapat melakukan pembacaan sesuai yang diinginkan. Hasil pengujian yang ditunjukan pada Arduino IDE terlihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Hasil pengujian sensor yang ada pada arduino IDE

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan *EcoStream Controller*, sebuah sistem berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memantau dan mengendalikan parameter lingkungan dalam ekosistem aquascape secara otomatis dan real-time. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan konektivitas Wi-Fi untuk menghubungkan sensor suhu (DS18B20) dan sensor pH (E-201C-Blue) ke platform komunikasi Telegram Bot sebagai antarmuka pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu air dalam rentang ideal 27–29°C serta pH air dalam kisaran 6.0–8.0 secara konsisten selama masa uji coba tujuh hari. Pengendalian perangkat seperti pemanas, pendingin Peltier, dan lampu dapat berjalan otomatis berdasarkan hasil pengukuran sensor dan jadwal waktu berbasis NTP Server. Notifikasi melalui Telegram Bot juga bekerja dengan responsif dan akurat, memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan kontrol jarak jauh dengan mudah.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, *EcoStream Controller* menawarkan keunggulan berupa integrasi antara pemantauan, pengendalian otomatis, penjadwalan, serta antarmuka pengguna yang interaktif. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya efektif dalam menjaga kestabilan parameter lingkungan aquascape, tetapi juga meningkatkan kenyamanan dan efisiensi pengguna dalam merawat ekosistem akuarium.

Dengan demikian, *EcoStream Controller* memiliki potensi besar untuk diimplementasikan sebagai solusi cerdas dalam pemeliharaan aquascape yang lebih modern, efisien, dan ramah teknologi. Sistem ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fitur kontrol nutrisi, pengendalian alga, dan pengolahan data historis untuk mendukung pemeliharaan akuarium secara prediktif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. B. Kuncoro, Aquascape: Pesona Taman Akuarium Air Tawar., Jakarta: Penebar Swadaya., 2015.

[2] A. Purwanto and A. Rachman, "Sistem Pemantauan Kualitas Air Akuarium Menggunakan Arduino Berbasis IoT," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro dan Komputer (JITEK),,* vol. 10(2), pp. 101-108, 2021.

[3] H. Santoso, "Pengaruh Nilai pH dan Suhu terhadap Pertumbuhan Tanaman Aquascape," *Jurnal Aquatika,* vol. 5(1), pp. 45-50, 2020.

[4] Y. F. Rachman and R. N. Dewi, "Monitoring pH dan Suhu Akuarium Menggunakan Arduino Uno dan Sensor Digital.," *Inotera,* vol. 5(2), pp. 57-62, 2020.

[5] A. Yulianto and D. Susanto, "Sistem Monitoring Kualitas Air Akuarium Menggunakan ESP8266 Berbasis Internet of Things.," *ELKOMIKA,* vol. 9(3), pp. 402-408, 2021.

[6] T. A. e. a. Siregar, "Desain Sistem Otomatisasi Pemanas Air Akuarium Menggunakan Sensor Suhu dan Mikrokontroler.," *INFOTEL,* vol. 11(4), pp. 217-223, 2019.

[7] R. A. Nugroho and M. I. Syafii, "Perbandingan NodeMCU dan Arduino Uno dalam Implementasi Sistem IoT," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer,* vol. 8(2), pp. 110-115, 2020.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7358

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Systematic Literature Review: Sistem Informasi Pemerintahan Cerdas dalam Meningkatkan Kualitas Pelayanan Publik di Indonesia

Ferra Arik Tridalestari, Puput Dwi Nugroho
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas PGRI Yogyakarta
Corresponding Author: ferraarik@upy.ac.id

ABSTRACT

This study aims to conduct a Systematic Literature Review (SLR) on the role of information systems in improving the quality of public services. Using the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) approach, this research analyzes various relevant case studies and literature. The results indicate that information systems, such as Dukcapil Ceria Mobile, Klampid New Generation (KNG), E-Court, Sistem Informasi Mojo, and E-Kelurahan, have played a significant role in enhancing the efficiency, transparency, and quality of public services. However, the effectiveness of these information systems heavily depends on factors such as technological infrastructure, public understanding, inter-party coordination, and regulatory support. Although many studies demonstrate success, challenges remain, including a lack of public understanding, limited infrastructure, and insufficient integration between institutions. This study also identifies several research gaps, such as long-term impacts, implementation in remote areas, the role of the community, inter-institutional integration, and socio-economic impacts. Recommendations for future research include further exploration of these gaps to enhance understanding of how information systems can continue to improve the quality of public services.

Keywords: Public Service Information Systems, E-Government, Quality of Public Services, Effectiveness of Information Systems, Inter-Institutional Integration

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Systematic Literature Review (SLR) mengenai peran sistem informasi dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik. Dengan menggunakan pendekatan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), penelitian ini menganalisis berbagai studi kasus dan literatur yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi, seperti Dukcapil Ceria Mobile, Klampid New Generation (KNG), E-Court, Sistem Informasi Mojo, dan E-Kelurahan, telah berperan signifikan dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kualitas pelayanan publik. Namun, efektivitas sistem informasi ini sangat bergantung pada faktor-faktor seperti infrastruktur teknologi, pemahaman masyarakat, koordinasi antar pihak, dan dukungan regulasi. Meskipun banyak studi menunjukkan keberhasilan, masih terdapat tantangan seperti kurangnya pemahaman masyarakat, keterbatasan infrastruktur, dan kurangnya integrasi antar lembaga. Penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa gap penelitian, seperti dampak jangka panjang, penerapan di daerah terpencil, peran masyarakat, integrasi antar lembaga, dan dampak sosial-ekonomi. Rekomendasi untuk penelitian lanjutan mencakup eksplorasi lebih mendalam terhadap gap-gap tersebut untuk meningkatkan pemahaman tentang bagaimana sistem informasi dapat terus meningkatkan kualitas pelayanan publik.

Kata Kunci: Sistem Informasi Pelayanan Publik, E-Government, Kualitas Pelayanan Publik, Efektivitas Sistem Informasi, Integrasi Antar Lembaga

PENDAHULUAN

Dalam era transformasi digital yang semakin pesat, sistem informasi pemerintahan cerdas (smart government information systems) telah menjadi tulang punggung dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik [1]. Pemerintah di berbagai negara, termasuk Indonesia, telah mengadopsi teknologi informasi untuk menciptakan sistem pemerintahan yang lebih efisien, transparan, dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat. Sistem informasi pemerintahan cerdas tidak hanya mempermudah proses administrasi, tetapi juga memungkinkan interaksi yang lebih baik antara pemerintah dan masyarakat melalui aplikasi berbasis elektronik [2]. Dengan adanya layanan publik yang dapat diakses secara online, waktu tunggu dapat dikurangi, dan kepuasan masyarakat dapat ditingkatkan. Namun, meskipun banyak aplikasi dan sistem informasi telah diterapkan, masih terdapat tantangan dalam mencapai efektivitas yang optimal. Beberapa masalah yang sering dihadapi antara lain kurangnya pemahaman masyarakat terhadap aplikasi tersebut, keterbatasan infrastruktur teknologi, dan kurangnya koordinasi antara berbagai pihak yang terlibat.

Latar belakang ini mendorong pentingnya evaluasi terhadap sejauh mana sistem informasi pemerintahan cerdas telah berhasil meningkatkan kualitas pelayanan publik serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilannya. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Systematic Literature Review (SLR) mengenai peran sistem informasi dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik, dengan fokus pada penerapan sistem informasi pemerintahan cerdas [3]. Dengan menganalisis berbagai studi kasus dan literatur yang ada, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif tentang efektivitas penerapan sistem informasi pemerintahan cerdas dalam konteks pelayanan publik [4].

Berdasarkan hasil analisis literatur, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi pemerintahan cerdas memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik. Beberapa aplikasi seperti Dukcapil Ceria Mobile, Klampid New Generation (KNG), E-Court, Sistem Informasi Mojo, dan E-Kelurahan telah menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kualitas pelayanan publik. Namun, efektivitasnya sangat tergantung pada faktor-faktor seperti infrastruktur teknologi, pemahaman masyarakat, dan koordinasi antar pihak. Meskipun banyak studi menunjukkan keberhasilan penerapan sistem informasi pemerintahan cerdas, masih terdapat beberapa tantangan dan hambatan, seperti kurangnya pemahaman masyarakat, keterbatasan infrastruktur teknologi, dan kurangnya integrasi antar lembaga. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa gap penelitian yang dapat menjadi peluang bagi penelitian lanjutan, seperti dampak jangka panjang, penerapan di daerah terpencil, peran masyarakat, integrasi antar lembaga, dan dampak sosial-ekonomi.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran tentang efektivitas sistem informasi pemerintahan cerdas dalam pelayanan publik, tetapi juga mengidentifikasi area-area yang perlu dieksplorasi lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas pelayanan publik di masa depan. Melalui pendekatan sistem informasi pemerintahan cerdas, diharapkan dapat tercipta tata kelola pemerintahan yang lebih baik, responsif, dan berorientasi pada kebutuhan masyarakat.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Sistem Informasi dalam Pelayanan Publik

Sistem informasi dalam pelayanan publik merujuk pada penggunaan teknologi informasi untuk mendukung proses administrasi dan pelayanan yang diberikan oleh pemerintah kepada masyarakat. Menurut Laudon & Laudon (2007), sistem informasi dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas layanan. Dalam konteks e-government, sistem informasi memungkinkan interaksi yang lebih cepat dan lebih transparan antara pemerintah dan masyarakat [5].

Studi Kasus Penerapan Sistem Informasi pemerintahan cerdas di Indonesia untuk meningkatkan pelayanan publik

Terkait dengan penelitian sistem informasi pemerintahan cerdas dalam meningkatkan kualitas pelayanan public terdapat beberapa penelitian, seperti penelitian yang dilakukan oleh Irma Sari Yuni dan M. Fachri Adnan (2022). Penelitian yang dilakukan adalah mengevaluasi efektivitas aplikasi Dukcapil Ceria Mobile dalam mendukung e-government di Kabupaten Padang Pariaman. Meskipun aplikasi ini dirancang untuk mempermudah proses administrasi kependudukan, penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini belum sepenuhnya efektif. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman masyarakat terhadap aplikasi tersebut dan keterbatasan infrastruktur teknologi [6]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Siti Nur Amanah dan Oktarizka Reviandani (2023) yang meneliti efektivitas pelayanan kartu identitas anak melalui aplikasi Klampid New Generation (KNG) di Kota Surabaya. Aplikasi ini berhasil memudahkan proses administrasi kependudukan secara online, menunjukkan bahwa sistem informasi dapat meningkatkan kualitas pelayanan publik jika didukung oleh infrastruktur yang memadai dan sosialisasi yang efektif [1], [7].

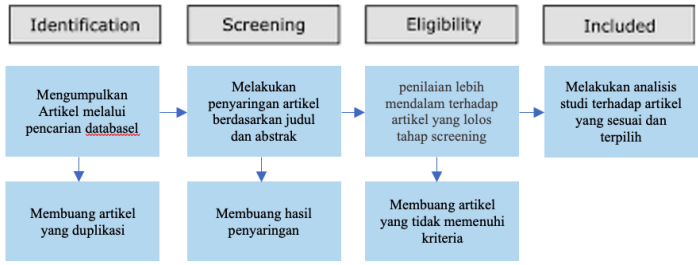
Penelitian yang tidak kalah penting adalah penelitian yang dilakukan oleh Tria Prabawati et al. (2021). Penelitian yang dilakukan terkait dengan penerapan aplikasi E-Court di Pengadilan Negeri Tanjung Kelas 1A. Aplikasi ini berhasil meningkatkan kualitas pelayanan publik dengan memungkinkan pendaftaran perkara secara online. Studi ini menunjukkan bahwa sistem informasi dapat menciptakan efektivitas dan efisiensi dalam pelayanan publik [8]. Penelitian oleh Diah Purnamawati et al. (2022) mengevaluasi efektivitas program aplikasi Sistem Informasi Mojo dalam meningkatkan pelayanan publik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini berhasil meningkatkan kualitas pelayanan dengan membuat proses lebih mudah dan cepat [9]. Dan yang terakhir adalah penelitian yang dilakukan oleh Cici Nurnowanti dan Nia Kurniawati (2024) yang melakukan penelitian terkait dengan efektivitas aplikasi E-Kelurahan di Kota Bandung. Aplikasi ini berhasil mempermudah proses pelayanan kepada masyarakat dan mengoptimalkan pelayanan di tingkat kelurahan. Studi ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi dalam pemerintahan dapat meningkatkan kualitas pelayanan publik [10].

METODOLOGI

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode **Systematic Literature Review (SLR)** dengan pendekatan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)**.**

PRISMA adalah kerangka kerja yang digunakan untuk melakukan tinjauan literatur secara sistematis dan transparan [3].pendekatan PRISMA sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur PRISMA

Adapun bagan Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis penelitian-penelitian yang relevan dengan topik tertentu secara terstruktur. PRISMA sangat cocok digunakan dalam penelitian ini karena topik yang dibahas, yaitu "Sistem Informasi dalam Meningkatkan Kualitas Pelayanan Publik", memerlukan analisis mendalam terhadap berbagai studi kasus dan literatur yang tersedia.

Proses Seleksi Literatur Menggunakan PRISMA

Proses seleksi literatur dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah PRISMA, yang terdiri dari empat tahap utama: **Identifikasi, Screening, Eligibility,** dan **Inclusion** [4]**.** Berikut adalah penjelasan detail setiap tahap:

Identification (Identifikasi)

Pada tahap ini, peneliti melakukan pencarian literatur dari berbagai sumber, termasuk database jurnal online, repositori institusi, dan situs web resmi pemerintah. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi:

a) "Sistem Informasi Pelayanan Publik"
b) "E-Government dan Kualitas Pelayanan"
c) "Aplikasi Pelayanan Publik Berbasis Elektronik"
d) "Efektivitas Sistem Informasi dalam Pelayanan Publik"

Pencarian dilakukan di beberapa database seperti Google Scholar, Scopus, dan PubMed, serta repository jurnal lokal seperti Neliti dan Garuda. Hasil pencarian awal menghasilkan sejumlah besar artikel dan dokumen yang relevan dengan topik penelitian.

Screening (Penyaringan)

Setelah mengumpulkan literatur, tahap selanjutnya adalah penyaringan (screening). Pada tahap ini, peneliti mengevaluasi judul dan abstrak dari setiap artikel untuk menentukan relevansinya dengan topik penelitian. Artikel yang tidak memenuhi kriteria inklusi, seperti tidak membahas sistem informasi dalam konteks pelayanan publik atau diterbitkan di luar rentang waktu yang ditentukan (2018-2023), dikeluarkan dari proses seleksi.

***Eligibility* (Kelayakan)**

Pada tahap kelayakan, peneliti melakukan penilaian lebih mendalam terhadap artikel yang lolos tahap screening. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dibaca secara lengkap untuk memastikan bahwa mereka benar-benar relevan dengan topik penelitian. Kriteria inklusi yang digunakan adalah:

a. Artikel harus membahas tentang penerapan sistem informasi dalam pelayanan publik.
b. Artikel harus diterbitkan dalam kurun waktu 6 tahun terakhir (2018-2024).
c. Artikel harus tersedia dalam bahasa Indonesia atau Inggris.
d. Artikel harus memiliki metodologi yang jelas dan data yang dapat dipertanggungjawabkan.

Artikel yang tidak memenuhi kriteria ini dikeluarkan dari penelitian.

Inclusion (Inklusi)

Tahap terakhir adalah inklusi, di mana artikel yang lolos tahap kelayakan dimasukkan ke dalam analisis. Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data dari artikel yang terpilih, seperti judul, penulis, tahun publikasi, metode penelitian, temuan, dan kesimpulan. Data ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi tema-tema utama dan pola yang relevan dengan topik penelitian.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari literatur yang terpilih dianalisis secara kualitatif menggunakan pendekatan *thematic analysis***.** Analisis ini dilakukan dengan mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari literatur, seperti:

a. Efektivitas sistem informasi dalam pelayanan publik.
b. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan sistem informasi.
c. Tantangan dan hambatan dalam penerapan sistem informasi.

Tema-tema ini kemudian dikelompokkan dan dianalisis untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang peran sistem informasi pemerintahan cerdas dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik.

PEMBAHASAN

Diagram Alir PRISMA

Untuk memvisualisasikan proses seleksi literatur, peneliti menggunakan diagram alir PRISMA. Diagram ini menggambarkan jumlah artikel yang diidentifikasi, disaring, dinilai kelayakannya, dan akhirnya dimasukkan dalam penelitian. Berikut adalah gambaran umum diagram alir PRISMA yang digunakan:

a. *Identification*: Jumlah artikel yang diidentifikasi dari berbagai sumber diperoleh sebanyak 75 publikasi baik jurnal maupun prosiding nasional.
b. *Screening**:*** Artikel yang dihapus karena duplikasi atau tidak sebanyak 35 sehingga tersisa 40 publikasi
c. *Eligibility**:*** Artikel yang dinilai kelayakannya yaitu dari 40 artikel dinilai, 35 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria).
d. *Inclusion**:*** Artikel yang akhirnya dimasukkan dalam analisis terdapat 5 artikel.

Efektivitas Sistem Informasi dalam Pelayanan Publik

Berdasarkan hasil analisis literatur, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik. Aplikasi seperti Dukcapil Ceria Mobile**,** Klampid New Generation (KNG)**,** E-Court**,** Sistem Informasi Mojo**,** dan E-Kelurahan telah menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kualitas pelayanan publik. Namun, efektivitasnya sangat tergantung pada faktor-faktor seperti infrastruktur teknologi, pemahaman masyarakat, dan koordinasi antar pihak. Meskipun banyak studi menunjukkan keberhasilan penerapan sistem informasi, terdapat beberapa gap penelitian yang dapat menjadi peluang bagi peneliti lain untuk mengeksplorasi lebih lanjut. Berikut adalah beberapa gap penelitian yang teridentifikasi:

1) Kurangnya Studi tentang Dampak Jangka Panjang

Sebagian besar studi yang dianalisis fokus pada evaluasi jangka pendek terhadap efektivitas sistem informasi. Namun, masih sedikit penelitian yang membahas dampak jangka panjang dari penerapan sistem informasi dalam pelayanan publik. Misalnya, bagaimana sistem informasi mempengaruhi kepuasan masyarakat dalam jangka waktu 5-10 tahun setelah implementasi? Apakah ada peningkatan atau penurunan efektivitas seiring berjalannya waktu? Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak jangka panjang dari sistem informasi dalam konteks pelayanan publik.

2) Keterbatasan Studi di Daerah Terpencil

Mayoritas studi yang dianalisis dilakukan di daerah perkotaan atau wilayah yang relatif maju dalam hal infrastruktur teknologi. Namun, masih sedikit penelitian yang membahas penerapan sistem informasi di daerah terpencil atau pedesaan. Padahal, daerah-daerah ini seringkali menghadapi tantangan yang lebih besar, seperti keterbatasan infrastruktur internet, kurangnya sumber daya manusia yang terampil, dan rendahnya pemahaman masyarakat terhadap teknologi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi bagaimana sistem informasi dapat diimplementasikan secara efektif di daerah terpencil.

3) Kurangnya Analisis tentang Peran Masyarakat dalam Penerapan Sistem Informasi

Meskipun banyak studi menyoroti pentingnya pemahaman masyarakat terhadap sistem informasi, masih sedikit penelitian yang secara khusus menganalisis peran aktif masyarakat dalam proses penerapan sistem informasi. Misalnya, bagaimana partisipasi masyarakat dalam pengembangan dan evaluasi sistem informasi dapat meningkatkan efektivitasnya? Apakah ada model partisipatif yang dapat diterapkan untuk melibatkan masyarakat dalam proses implementasi sistem informasi? Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami peran masyarakat dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik melalui sistem informasi.

4) Kurangnya Studi tentang Integrasi Sistem Informasi Antar Lembaga

Salah satu tantangan besar dalam penerapan sistem informasi adalah kurangnya integrasi antar lembaga pemerintah. Misalnya, data kependudukan yang dikelola oleh Dinas Dukcapil seringkali tidak terintegrasi dengan data dari lembaga lain seperti Dinas Kesehatan atau Dinas Pendidikan. Hal ini dapat mengurangi efektivitas sistem informasi dalam memberikan pelayanan yang terpadu. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi bagaimana integrasi sistem informasi antar lembaga dapat meningkatkan kualitas pelayanan publik.

5) Kurangnya Studi tentang Dampak Sosial dan Ekonomi

Meskipun banyak studi membahas efektivitas sistem informasi dalam meningkatkan efisiensi pelayanan publik, masih sedikit penelitian yang membahas dampak sosial dan ekonomi dari penerapan sistem informasi. Misalnya, bagaimana sistem informasi mempengaruhi lapangan pekerjaan, terutama bagi pegawai pemerintah yang tugasnya tergantikan oleh sistem otomatisasi? Apakah ada dampak ekonomi positif seperti pengurangan biaya operasional atau peningkatan investasi di sektor publik? Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak sosial dan ekonomi dari penerapan sistem informasi.

Tantangan dan Hambatan

Meskipun sistem informasi memiliki potensi besar, terdapat beberapa tantangan dan hambatan dalam penerapannya. Beberapa tantangan utama yang teridentifikasi dari literatur antara lain:

1) Kurangnya Pemahaman Masyarakat**:** Banyak masyarakat, terutama di daerah pedesaan, masih awam dengan teknologi informasi. Hal ini menjadi hambatan utama dalam adopsi sistem informasi.
2) Keterbatasan Infrastruktur Teknologi**:** Infrastruktur teknologi yang tidak memadai, seperti jaringan internet yang lambat atau tidak stabil, dapat mengurangi efektivitas sistem informasi.
3) Koordinasi Antar Pihak**:** Kurangnya koordinasi antara pemerintah, operator, dan masyarakat dapat menghambat proses implementasi sistem informasi.
4) Regulasi yang Tidak Mendukung**:** Regulasi yang tidak jelas atau tidak mendukung dapat menghambat penerapan sistem informasi.

Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan

Berdasarkan gap penelitian yang teridentifikasi, berikut adalah beberapa rekomendasi untuk penelitian lanjutan:

1) Studi Dampak Jangka Panjang**:** Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak jangka panjang dari penerapan sistem informasi dalam pelayanan publik. Studi ini dapat

mencakup evaluasi kepuasan masyarakat, efektivitas sistem, dan perubahan dalam kualitas pelayanan setelah beberapa tahun implementasi.

2) Penerapan Sistem Informasi di Daerah Terpencil**:** Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi bagaimana sistem informasi dapat diimplementasikan secara efektif di daerah terpencil atau pedesaan. Studi ini dapat mencakup analisis tantangan khusus yang dihadapi di daerah tersebut dan strategi untuk mengatasinya.
3) Peran Masyarakat dalam Penerapan Sistem Informasi**:** Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami peran aktif masyarakat dalam proses penerapan sistem informasi. Studi ini dapat mencakup pengembangan model partisipatif yang melibatkan masyarakat dalam pengembangan dan evaluasi sistem informasi.
4) Integrasi Sistem Informasi Antar Lembaga**:** Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi bagaimana integrasi sistem informasi antar lembaga pemerintah dapat meningkatkan kualitas pelayanan publik. Studi ini dapat mencakup analisis tantangan teknis dan non-teknis dalam proses integrasi.
5) Dampak Sosial dan Ekonomi**:** Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak sosial dan ekonomi dari penerapan sistem informasi. Studi ini dapat mencakup analisis dampak terhadap lapangan pekerjaan, biaya operasional, dan investasi di sektor publik.

Batasan Penelitian

Meskipun penelitian ini dilakukan secara sistematis, terdapat beberapa batasan yang perlu diakui:

1) Keterbatasan Akses ke Beberapa Database**:** Beberapa database berbayar mungkin tidak dapat diakses, sehingga beberapa artikel yang relevan mungkin terlewat.
2) Bias Seleksi**:** Meskipun telah dilakukan penyaringan yang ketat, kemungkinan bias seleksi masih ada, terutama jika artikel yang tersedia tidak mewakili seluruh populasi penelitian.
3) Keterbatasan Waktu**:** Penelitian ini dibatasi oleh waktu, sehingga tidak semua literatur yang tersedia dapat dianalisis secara mendalam.

KESIMPULAN

Berdasarkan *Systematic Literature Review* (SLR) yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik. Beberapa aplikasi seperti Dukcapil Ceria Mobile**,** Klampid New Generation (KNG)**,** E-Court**,** Sistem Informasi Mojo**,** dan E-Kelurahan telah menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kualitas pelayanan publik. Namun, efektivitas sistem informasi ini sangat bergantung pada beberapa faktor kunci, seperti: Infrastruktur Teknologi**,** Pemahaman Masyarakat**, dan** Regulasi serta Kebijakan. Meskipun banyak studi menunjukkan keberhasilan penerapan sistem informasi, masih terdapat beberapa tantangan dan hambatan, seperti kurangnya pemahaman masyarakat, keterbatasan infrastruktur teknologi, dan kurangnya koordinasi antar pihak. Selain itu, terdapat beberapa **gap penelitian** yang perlu dieksplorasi lebih lanjut, seperti dampak jangka panjang, penerapan di daerah terpencil, peran masyarakat, integrasi antar lembaga, dan dampak sosial-ekonomi.

Berdasarkan hasil pembahasan, berikut adalah beberapa rekomendasi untuk penelitian lanjutan:

1) Studi Dampak Jangka Panjang**,** penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak jangka panjang dari penerapan sistem informasi dalam pelayanan publik. Misalnya, bagaimana sistem informasi mempengaruhi kepuasan masyarakat dalam jangka waktu 5-10 tahun setelah implementasi? Apakah ada peningkatan atau penurunan efektivitas seiring berjalannya waktu?
2) Penerapan Sistem Informasi di Daerah Terpencil**,** penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi bagaimana sistem informasi dapat diimplementasikan secara efektif di daerah terpencil atau pedesaan. Tantangan seperti keterbatasan infrastruktur internet, kurangnya

sumber daya manusia yang terampil, dan rendahnya pemahaman masyarakat terhadap teknologi perlu diatasi.

3) Peran Masyarakat dalam Penerapan Sistem Informasi**,** penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami peran aktif masyarakat dalam proses penerapan sistem informasi. Misalnya, bagaimana partisipasi masyarakat dalam pengembangan dan evaluasi sistem informasi dapat meningkatkan efektivitasnya? Apakah ada model partisipatif yang dapat diterapkan untuk melibatkan masyarakat dalam proses implementasi?
4) Integrasi Sistem Informasi Antar Lembaga**,** penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi bagaimana integrasi sistem informasi antar lembaga pemerintah dapat meningkatkan kualitas pelayanan publik. Misalnya, bagaimana data kependudukan yang dikelola oleh Dinas Dukcapil dapat terintegrasi dengan data dari lembaga lain seperti Dinas Kesehatan atau Dinas Pendidikan.
5) Dampak Sosial dan Ekonomi**,** penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak sosial dan ekonomi dari penerapan sistem informasi. Misalnya, bagaimana sistem informasi mempengaruhi lapangan pekerjaan, terutama bagi pegawai pemerintah yang tugasnya tergantikan oleh sistem otomatisasi? Apakah ada dampak ekonomi positif seperti pengurangan biaya operasional atau peningkatan investasi di sektor publik

Dengan mengeksplorasi gap penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang bagaimana sistem informasi pemerintaha cerdas dapat terus meningkatkan kualitas pelayanan publik, terutama dalam konteks yang lebih luas dan beragam.

REFERENSI

[1] D. Oktareza, A. Noor, E. Saputra, and A. V. Yulianingrum, "Transformasi Digital 4.0: Inovasi yang Menggerakkan Perubahan Global," *Cendekia: Jurnal Hukum, Sosial dan Humaniora*, vol. 2, no. 3, pp. 661–672, 2024.

[2] I. A. Idrus and U. Zakiyah, "Inovasi Sistem Manajemen Administrasi Kependudukan Warga Berbasis Informasi Elektronik Pada Aplikasi Pelayanan Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil DKI Jakarta," *Journal of Political Issues*, vol. 3, no. 2, pp. 77–85, 2022.

[3] D. Pati and L. N. Lorusso, "How to write a systematic review of the literature," *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 15–30, 2018.

[4] A. Hinderks, F. J. D. Mayo, J. Thomaschewski, and M. J. Escalona, "An SLR-tool: Search process in practice: A tool to conduct and manage systematic literature review (SLR)," in *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings*, 2020, pp. 81–84.

[5] K. C. Laudon, J. P. Laudon, P. P. Hall, and P. Education, "Management Information Systems: Managing the Digital Firm–9th Edition," *Studies in Informatics and Control*, vol. 16, no. 1, p. 147, 2007.

[6] I. S. Yuni and M. F. Adnan, "Efektivitas Penerapan Aplikasi Dukcapil Ceria Mobile Dalam Upaya Mendukung Pemerintahan Berbasis Elektronik (E-Government)," *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, vol. 6, no. 1, 2022.

[7] S. N. Amanah and O. Reviandani, "Efektivitas Pelayanan Kartu Identitas Anak Melalui Aplikasi Klampid New Generation Di Kelurahan Klampis Ngasem Kota Surabaya," *The Indonesian Journal of Public Administration (IJPA)*, vol. 9, no. 1, 2023.

[8] T. Prabawati, N. Duadji, and I. Prihantika, "EFEKTIVITAS PENERAPAN APLIKASI E-COURT DALAM UPAYA PENINGKATAN KUALITAS PELAYANAN PUBLIK (STUDI DI PENGADILAN NEGERI TANJUNG KARANG KELAS 1A)," *AdministrativA*, vol. 3, 2021.

[9] D. Purnamawati, S. Suyeno, and H. Anadza, "Efektivitas Program Aplikasi Sistem Informasi Mojokerto Dalam Meningkatkan Pelayanan Publik (Studi pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Mojokerto)," *Respon Publik*, vol. 16, no. 6, pp. 11–18, 2022.

[10] C. Nurnovianti and N. Karniawati, "Efektivitas Aplikasi E-Kelurahan di Kota Bandung," *Jurnal Politik dan Pemerintahan Daerah*, vol. 6, no. 1, pp. 166–176, 2024.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7370

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043 Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Hak Akses untuk Meningkatkan Keamanan Manajemen Hotel ABC Berbasis Database MySQL

Wahyu Nisfu Melati Sukma, Rikha Maisya Kotalima, Hisyam Abiansyah Gazani, Anindo Saka Fitri, Agung Brastama Putra

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
e-mail: 22082010230@student.upnjatim.ac.id

ABSTRACT

Hotel management systems require effective and secure data management to protect sensitive information such as guest data, transactions, and other personal information. This research implements a MySQL-based access rights mechanism to improve the security of the hotel management system. The design of access rights is developed based on the roles of hotel staff, including managers, receptionists, and guests, each of which is given access rights according to their operational needs. Implementation was done using SQL commands such as GRANT and REVOKE through the CMD terminal to ensure appropriate access rights management. The test results show that the implementation of structured access rights can reduce the risk of security breaches, improve operational efficiency, and strengthen user confidence in the system. This research makes a significant contribution to the development of database-based management systems with a focus on data security.

Keywords: *MySQL, access privileges, data security*

ABSTRAK

Sistem manajemen hotel memerlukan pengelolaan data yang efektif dan aman untuk melindungi informasi sensitif seperti data tamu, transaksi, dan informasi pribadi lainnya. Penelitian ini mengimplementasikan mekanisme hak akses berbasis MySQL guna meningkatkan keamanan sistem manajemen hotel. Desain hak akses dikembangkan berdasarkan peran staf hotel, meliputi manajer, resepsionis, dan tamu, yang masing-masing diberikan hak akses sesuai kebutuhan operasionalnya. Implementasi dilakukan menggunakan perintah SQL seperti GRANT dan REVOKE melalui terminal CMD untuk memastikan pengelolaan hak akses yang sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan hak akses yang terstruktur dapat mengurangi risiko pelanggaran keamanan, meningkatkan efisiensi operasional, dan memperkuat kepercayaan pengguna terhadap sistem. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem manajemen berbasis database dengan fokus pada keamanan data.

Kata kunci: MySQL, hak akses, keamanan data

PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, keamanan informasi menjadi perhatian utama bagi banyak organisasi, termasuk industri perhotelan[1]. Dengan meningkatnya ancaman terhadap data, penerapan mekanisme kontrol akses yang efektif menjadi sangat penting untuk melindungi informasi dari akses yang tidak sah[2]. Dalam pengelolaan sistem basis data, pengaturan hak akses memegang peranan penting dalam menjaga keamanan dan integritas data[3]. Penerapan hak akses yang tepat pada perancangan database hotel dapat meningkatkan keamanan dari aktivitas yang tidak diinginkan [4]. Oleh karena itu, sistem otorisasi akses terbatas perlu diterapkan untuk memastikan bahwa hanya pihak yang berwenang yang memiliki akses ke data sensitif [5]. Hal ini tidak hanya mengurangi risiko penyalahgunaan data tetapi juga membantu dalam memenuhi regulasi privasi yang berlaku [6].

Sistem database MySQL menyediakan berbagai fitur untuk mengatur hak akses pengguna, seperti perintah GRANT dan REVOKE[7]. Pengaturan ini memungkinkan administrator untuk memberikan atau mencabut hak akses berdasarkan kebutuhan pengguna, sehingga hanya pihak yang berwenang yang dapat mengakses data tertentu [8]. Dokumentasi resmi MySQL (2024) juga menjelaskan pengaturan kontrol akses secara komprehensif, mulai dari tingkat database, tabel, kolom, hingga prosedur yang spesifik, yang sangat penting dalam lingkungan multi-user seperti sistem hotel [9].

Penelitian menunjukkan bahwa penerapan hak akses yang tepat dapat secara signifikan mengurangi risiko kebocoran data dan serangan siber, yang merupakan tantangan utama dalam pengelolaan informasi di sektor perhotelan [10]. Beberapa penelitian lain juga telah membahas pentingnya kontrol akses pada sistem berbasis MySQL, seperti studi oleh Firmansyah et al. (2021) yang menerapkan Role-Based Access Control (RBAC) untuk meningkatkan keamanan data dalam sistem manajemen [11]. Penelitian lain oleh Syahputra dan Lestari (2021) menunjukkan bahwa konfigurasi hak akses yang tepat mampu mengurangi potensi serangan siber dalam sistem basis data [12]. Implementasi hak akses yang cermat tidak hanya melindungi data tetapi juga meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap sistem manajemen hotel [13].

Meski sudah terdapat sejumlah penelitian terkait, sebagian besar masih berfokus pada implementasi teknis secara umum atau belum secara spesifik diterapkan dalam konteks operasional hotel. Penelitian ini memiliki fokus yang berbeda karena secara khusus mengeksplorasi penerapan hak akses dalam sistem manajemen Hotel ABC berbasis MySQL, serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan data. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi implementasi hak akses yang efektif guna meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam manajemen hotel serta memberikan

kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem manajemen berbasis database dengan fokus pada keamanan data.

METODE

Pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan eksperimental yaitu suatu metode yang memungkinkan peneliti untuk menerapkan dan menguji langsung suatu perlakuan atau kebijakan terhadap objek yang diteliti[14]. Pendekatan eksperimental efektif digunakan dalam pengujian sistem informasi karena dapat mengidentifikasi dampak langsung dari penerapan fitur terhadap keamanan atau efisiensi sistem[15].

1. Analisis Kebutuhan: Mengidentifikasi jenis data yang dikelola oleh sistem manajemen hotel dan pihak yang memerlukan akses ke data tersebut.
2. Desain Hak Akses: Membuat desain hierarki hak akses berdasarkan peran staf hotel, seperti manajer, resepsionis, dan staf housekeeping.
3. Implementasi di MySQL melalui Command Line (CMD):
    a. Menggunakan perintah SQL untuk membuat database dan tabel.
    b. Menentukan hak akses menggunakan perintah GRANT dan REVOKE melalui terminal CMD.
    c. Menerapkan kontrol akses dengan mendefinisikan user roles sesuai dengan hierarki.
4. Pengujian Keamanan: Menguji efektivitas hak akses dengan melakukan simulasi berbagai skenario, termasuk upaya akses tidak sah.



Gambar 1. Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Kebutuhan
    a. Manajer: Membutuhkan akses penuh untuk mengelola laporan pendapatan, memantau status kamar, dan mengelola data reservasi, tamu, dan pembayaran.
    b. Resepsionis: Membutuhkan akses untuk membaca dan memperbarui data tamu, kamar, dan reservasi, tetapi tidak memiliki hak untuk menghapus data atau mengubah status pembayaran.
    c. Tamu: Membutuhkan akses terbatas untuk melihat dan mengelola reservasi mereka sendiri, tanpa hak untuk mengakses data tamu lain.
2. Desain Hak Akses
    a. Manajer hotel memiliki hak akses penuh ke semua data, termasuk informasi tamu, reservasi, pembayaran, dan laporan. Manajer dapat membaca, menambah, memperbarui, dan menghapus data apa pun. Tugas utamanya adalah mengelola laporan pendapatan hotel serta memantau status kamar,

seperti yang terisi, kosong, atau dalam perbaikan.

b. Resepsionis memiliki hak akses untuk membaca data kamar, tamu, dan reservasi, serta dapat menambah atau memperbarui data reservasi. Resepsionis juga dapat melihat status pembayaran namun tidak dapat mengubahnya atau menghapus data. Tugas resepsionis meliputi melayani check-in dan check-out tamu serta mencatat pembayaran untuk reservasi.

c. Tamu hanya memiliki akses untuk melihat data reservasi mereka sendiri, melakukan reservasi atau pembatalan jika diperlukan, dan tidak dapat melihat atau mengubah data tamu lain. Tugas mereka adalah membuat reservasi kamar dan melihat informasi tagihan atau status reservasi yang relevan.

3. Implementasi di MySQL melalui Command Prompt (CMD) :

a. Membuat database dan tabel

Pada Command Prompt dibuat terlebih dahulu database nya bernama menggunakan CREATE DATABASE manajemen_hotel. Lalu dilanjutkan untuk membuat tabel - tabel dari user beserta aktivitasnya. Menggunakan CREATE TABLE login, CREATE TABLE reservasi, dan seterusnya. Desain tabel dan relationship dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain tabel relationship

b. Menentukan Hak Akses

Hak akses diberikan kepada setiap user sesuai dengan kebutuhannya. Manajer diberikan hak akses penuh termasuk mencabut hak akses, maka perintah hak akses untuk manajer akan diberikan secara keseluruhan pada setiap aktivitas dan setiap user. Resepsionis diberikan hak akses untuk melakukan pengelolaan reservasi tamu serta melihat data kamar dan pengunjung. Tamu diberikan batasan hak akses hanya dapat menentukan proses reservasinya sendiri dan melakukan pembayaran.

c. Menerapkan kontrol akses

Perintah menambahkan dan mencabut hak akses menggunakan perintah GRANT dan REVOKE seperti dibawah ini :

a) Manajer

```
MariaDB [manajemen_hotel]> GRANT ALL PRIVILEGES ON manajemen_hotel.* TO 'manajer'@'localhost';
Query OK, 0 rows affected (0.005 sec)
```

Manajer pada gambar 2 diberikan hak akses penuh dengan menggunakan perintah GRANT ALL PRIVILEGES ON manajemen_hotel.* TO 'manajer'@'localhost'.

b) Resepsionis

```
MariaDB [manajemen_hotel]> GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON manajemen_hotel.tamu TO 'resepsionis'@'localhost';
Query OK, 0 rows affected (0.002 sec)

MariaDB [manajemen_hotel]> GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON manajemen_hotel.reservasi TO 'resepsionis'@'localhost';
Query OK, 0 rows affected (0.003 sec)

MariaDB [manajemen_hotel]> GRANT SELECT ON manajemen_hotel.kamar TO 'resepsionis'@'localhost';
Query OK, 0 rows affected (0.008 sec)

MariaDB [manajemen_hotel]> GRANT SELECT ON manajemen_hotel.pembayaran TO 'resepsionis'@'localhost';
Query OK, 0 rows affected (0.002 sec)
```

Resepsionis pada gambar 3 diberikan hak akses yang terbatas dengan menggunakan perintah GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON manajemen_hotel.tamu TO 'resepsionis'@'localhost' , GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON manajemen_hotel.reservasi TO 'resepsionis'@'localhost', GRANT SELECT ON manajemen_hotel.kamar TO 'resepsionis'@'localhost', GRANT SELECT ON manajemen_hotel.pembayaran TO 'resepsionis'@'localhost'.

c) Tamu

```
MariaDB [manajemen_hotel]> GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON manajemen_hotel.reservasi TO 'tamu'@'localhost';
Query OK, 0 rows affected (0.002 sec)
```

Gambar 5. Memberi hak akses kepada tamu

Tamu pada gambar 5 diberikan hak akses hanya dapat melihat dan mengelola reservasinya sendiri menggunakan perintah GRANT SELECT, INSERT, UPDATE ON manajemen_hotel.reservasi TO 'tamu'@'localhost'.

d) Revoke

```
MariaDB [manajemen_hotel]> REVOKE CREATE ON manajemen_hotel.* FROM 'resepsionis'@'localhost';
Query OK, 0 rows affected (0.001 sec)
```

Gambar 6. Mencabut/menghapus hak akses

Pada gambar 6 mencabut hak akses menggunakan REVOKE DELETE ON manajemen_hotel.* FROM 'resepsionis'@'localhost'.

4. Pengujian Hak Akses

Pada gambar tersebut ketika resepsionis ingin melakukan perintah DELETE pembayaran menampilkan sintaks error. Artinya hak akses untuk resepsionis yang tidak mengizinkan untuk menghapus data pembayaran berjalan dengan baik.

Pengujian keamanan dilakukan untuk memastikan bahwa hak akses yang telah ditetapkan bekerja sesuai dengan hierarki peran yang dirancang. Berikut ini simulasi dari setiap user :

a. Simulasi hak akses manajer

```
MariaDB [manajemen_hotel]> SELECT * FROM kamar;
+----------+-------------+------------+--------------+-------------+-----------------------------------+
| kamar_id | nomor_kamar | tipe_kamar | status_kamar | harga_kamar | deskripsi_kamar                   |
+----------+-------------+------------+--------------+-------------+-----------------------------------+
|        1 | 101         | Standard   | Available    |   500000.00 | Kamar dengan fasilitas standar    |
|        2 | 102         | Deluxe     | Occupied     |   750000.00 | Kamar dengan fasilitas deluxe     |
|        3 | 103         | Suite      | Maintenance  |  1200000.00 | Kamar suite dengan fasilitas premium |
+----------+-------------+------------+--------------+-------------+-----------------------------------+
3 rows in set (0.001 sec)
```

Gambar 7. Manajer sebelum menambahkan data kamar

Gambar 7 tersebut menunjukkan data kamar lama yang belum ada data kamar baru di hotel. Dapat dilihat masih terdapat tiga kamar saja pada database tabel kamar tersebut.

```
MariaDB [manajemen_hotel]> SELECT * FROM kamar;
+----------+-------------+-------------+--------------+--------------+-----------------------------------+
| kamar_id | nomor_kamar | tipe_kamar  | status_kamar | harga_kamar  | deskripsi_kamar                   |
+----------+-------------+-------------+--------------+--------------+-----------------------------------+
|        1 | 101         | Standard    | Available    |    500000.00 | Kamar dengan fasilitas standar    |
|        2 | 102         | Deluxe      | Occupied     |    750000.00 | Kamar dengan fasilitas deluxe     |
|        3 | 103         | Suite       | Maintenance  |   1200000.00 | Kamar suite dengan fasilitas premium |
|        4 | 202         | Deluxe      | Available    |    750000.00 | NULL                              |
+----------+-------------+-------------+--------------+--------------+-----------------------------------+
4 rows in set (0.000 sec)
```

Gambar 8. Manajer sesudah menambahkan data kamar

Gambar tersebut merupakan data kamar yang baru dimana terdapat kamar baru yang ingin ditambahkan atau disewakan. Maka pada tabel database kamar bertambah menjadi empat kamar karena telah ditambahkan oleh manajer.

b. Simulasi hak akses resepsionis

```
MariaDB [manajemen_hotel]> SELECT * FROM tamu;
+---------+----------+-----------+-------------------------+--------------+-------------------+-----------------+
| tamu_id | login_id | nama_tamu | alamat                  | nomor_telepon | email             | dokumen_identitas |
+---------+----------+-----------+-------------------------+--------------+-------------------+-----------------+
|       4 |        3 | Mela      | Jl. Merpati No. 15, Surabaya | 081223344556 | mela123@gmail.com | KTP             |
|       5 |        4 | Rikha     | Jl. Kenanga No. 23, Surabaya | 081334455667 | rikha@gmail.com   | KTP             |
|       6 |        5 | Hisyam    | Jl. Anggrek No. 20, Sidoarjo | 081556688997 | hisyam321@gmail.com | KTP           |
+---------+----------+-----------+-------------------------+--------------+-------------------+-----------------+
3 rows in set (0.004 sec)
```

Gambar 9. resepsionis membaca data sebelum ada tamu baru

Gambar 9 diatas adalah data reservasi tamu yang dimiliki oleh resepsionis adalah data yang lama. Data tersebut berjumlah 3 orang tamu yang telah melakukan reservasi ke resepsionis di hotel.

```
MariaDB [manajemen_hotel]> SELECT * FROM tamu;
+---------+----------+-----------+-------------------------+--------------+-------------------+-----------------+
| tamu_id | login_id | nama_tamu | alamat                  | nomor_telepon | email             | dokumen_identitas |
+---------+----------+-----------+-------------------------+--------------+-------------------+-----------------+
|       4 |        3 | Mela      | Jl. Merpati No. 15, Surabaya | 081223344556 | mela123@gmail.com | KTP             |
|       5 |        4 | Rikha     | Jl. Kenanga No. 23, Surabaya | 081334455667 | rikha@gmail.com   | KTP             |
|       6 |        5 | Hisyam    | Jl. Anggrek No. 20, Sidoarjo | 081556688997 | hisyam321@gmail.com | KTP           |
|       8 |        6 | Kanaya    | Jl. Kamboja No. 20, Surabaya | 0813399228856 | kanaya123@gmail.com | KTP           |
+---------+----------+-----------+-------------------------+--------------+-------------------+-----------------+
4 rows in set (0.000 sec)
```

Gambar 10. resepsionis membaca data sebelum ada tamu baru

Gambar 10 tersebut adalah data baru resepsionis setelah ada tamu yang telah melakukan reservasi. Tamu bertambah satu menjadi empat orang yang telah melakukan reservasi kamar.

c. Simulasi hak akses tamu

```
MariaDB [manajemen_hotel]> SELECT * FROM reservasi;
+--------------+---------+----------+-----------------+-----------------+-------------+-----------------+
| reservasi_id | tamu_id | kamar_id | tanggal_checkin | tanggal_checkout | total_biaya | status_pembayaran |
+--------------+---------+----------+-----------------+-----------------+-------------+-----------------+
|            9 |       4 |        3 | 2025-01-10      | 2025-01-15       |  3750000.00 | lunas           |
+--------------+---------+----------+-----------------+-----------------+-------------+-----------------+
1 row in set (0.001 sec)
```

Gambar 11. Data pembayaran reservasi tamu

Gambar 11 tersebut untuk tamu hanya bisa melihat data pembayaran reservasinya sendiri. Data pada tabel tersebut menampilkan bahwa tamu telah melakukan pelunasan terhadap kamar yang telah ia reservasi. Setiap tamu tidak dapat melihat reservasi ataupun pembayaran milik tamu yang lain.

5. Pengujian Hak Akses Tidak Sah

```
C:\xamppnew\mysql\bin>mysql -u resepsionis -p
Enter password: **************
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 300
Server version: 10.4.32-MariaDB mariadb.org binary distribution

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MariaDB [(none)]> SELECT * FROM pembayaran;
ERROR 1046 (3D000): No database selected
MariaDB [(none)]> USE manajemen_hotel;
Database changed
MariaDB [manajemen_hotel]> SELECT * FROM pembayaran;
+---------------+--------------+-------------------+-------------------+-------------------+-----------------+
| pembayaran_id | reservasi_id | jumlah_pembayaran | metode_pembayaran | tanggal_pembayaran | status_pembayaran |
+---------------+--------------+-------------------+-------------------+-------------------+-----------------+
|             5 |           14 |        1000000.00 | Transfer          | 2025-01-09        | Paid            |
|             6 |           15 |        2250000.00 | Kartu Kredit      | 2025-01-14        | Pending         |
+---------------+--------------+-------------------+-------------------+-------------------+-----------------+
2 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [manajemen_hotel]> DELETE FROM pembayaran WHERE pembayaran_id = 5;
ERROR 1142 (42000): DELETE command denied to user 'resepsionis'@'localhost' for table `manajemen_hotel`.`pembayaran`
MariaDB [manajemen_hotel]>
```

Gambar 12. Hak akses tidak sah resepsionis

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan juga bahwa pada pihak manajemen hotel tidak melakukan kecurangan ataupun tindakan yang tidak diinginkan lainnya. Resepsionis tidak dapat melakukan tindakan diluar hak akses yang diberikan yaitu tidak

diberikan hak akses untuk menghapus data atau riwayat pembayaran reservasi. Dilihat pada gambar 12, resepsionis tidak dapat menghapus data atau riwayat pembayaran reservasi. Ditandai dengan munculnya sintaks error ketika memasukkan perintah DELETE.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi hak akses berbasis MySQL dalam sistem manajemen Hotel ABC secara efektif meningkatkan keamanan data. Dengan mendesain struktur hak akses sesuai peran pengguna seperti manajer, resepsionis, dan tamu, sistem berhasil membatasi akses berdasarkan kebutuhan operasional masing-masing peran. Hasil pengujian membuktikan bahwa penggunaan perintah seperti GRANT dan REVOKE dapat menjaga integritas data serta mencegah akses tidak sah. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, seperti belum mengintegrasikan sistem dengan metode keamanan tambahan seperti autentikasi dua faktor atau audit log yang lebih kompleks. Untuk pengembangan ke depan, disarankan agar dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengkombinasikan hak akses database dengan pendekatan keamanan lainnya guna meningkatkan proteksi data secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Maulina, L. (2023). Revitalisasi Industri Perhotelan Dengan Inovasi Teknologi: Meningkatkan Keunggulan Bersaing Dan Pengalaman Pelanggan. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, *7*(1), 504-519.

[2] Yamin, A. F., Rachmawati, A., Pratama, R. A., & Wijaya, J. K. (2024). Perlindungan Data Pribadi Dalam Era Digital: Tantangan Dan Solusi. Meraja journal, 7(2), 138-155.

[3] Harahap, S. W., Anisa, A., Pane, S. N., & Purba, M. A. R. (2023). DATABASE MANAGEMENT SYSTEM PT SIERAD PRODUCE Tbk DI MEDAN. Jurnal Ilmiah Sains Teknologi Dan Informasi, 1(3), 20-26.

[4] Ahmadar, M., Perwito, P., & Taufik, C. (2021). Perancangan Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web pada Rahayu Photo Copy dengan Database MySQL. Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat, 10(4), 284-289.

[5] Joko, T. (2023). Penerapan Hak Akses pada Perancangan Database Akademik untuk Meningkatkan Keamanan Data. *Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, *3*(1), 50-59.

[6] SoftwareSeni. (n.d.). *Hotel management systems: Meningkatkan efisiensi manajemen hotel di era digital.* SoftwareSeni. Retrieved January 10, 2025, from https://www.softwareseni.co.id/blog/hotel-management-systems

[7] Ujung, A. M., & Nasution, M. I. P. (2023). Pentingnya Sistem Keamanan Database untuk melindungi data pribadi. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika*, *1*(2), 44-47.

[8] BPTSI Universitas Aisyiyah Yogyakarta. (n.d.). *Membatasi hak akses user MySQL pada level basis data, tabel, kolom, dan baris.* Universitas Aisyiyah Yogyakarta. Retrieved January 11, 2025, from https://bptsi.unisayogya.ac.id/ membatasi-hak-akses-user-mysql-pada-level-basis-data-tabel- kolom-dan-baris/

[9] Oracle Corporation. (2024). *MySQL 8.0 Reference Manual: Access Control and Account Management*. https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/access-control.html

[10] Daulay, A. P. E., Febriana, V., Kita, A. D. A., Gunawan, S., & Nurbaiti, N. (2023). Keamanan dalam Sistem Database Sebagai Sumber Informasi Manajemen Terhadap Perlindungan Data. *EDU SOCIETY: JURNAL PENDIDIKAN, ILMU SOSIAL DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, *3*(2), 988-991.

[11] Firmansyah, D., Hartono, B., & Prasetyo, A. (2021). *Penggunaan Role-Based Access Control pada Database MySQL untuk Keamanan Data*. Jurnal Informatika, 8(2), 115–122.

[12] Syahputra, R., & Lestari, M. (2021). *Evaluasi Implementasi Hak Akses pada Sistem Database dalam Mengurangi Ancaman Siber*. Jurnal Sistem Informasi dan Keamanan, 7(2), 90–99.

[13] Khairi, A. S. (2024). Implementasi Role Based Access Control dalam Pengelolaan Hak Akses Koperasi Berbasis Mobile. Jurnal Teknik Informatika Unika ST. Thomas (JTIUST), 9(1).

[14] Fadlan, M., Bintari, E. D., & Tasya, A. (2023). Pengamanan Basis Data Dengan Algoritma Transposisi Rail Fence. Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer, 8(2), 66-72.

[15] Di Juni, P., Hasan, M. A., Sitompul, Y. S. P., Alexander, J., Hidayat, I., & Bilbo, R. M. (2025). AUDIT KEAMANAN BASIS DATA MENGGUNAKAN SQL SERVER AUDIT UNTUK DETEKSI AKTIVITAS TIDAK SAH. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 9(2), 2896-2903.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7366

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan Kendali Logika Fuzzy Pada Proses Pendinginan Panel Surya

Ant. Ardath Kristi[1], Agus Risdiyanto[1], Erwin Susanto[2]

Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Indonesia[1],
Fakultas Teknik Elektro, Telkom University[2]
e-mail: ardathmeca@gmail.com

ABSTRACT

One of the factors that can affect the performance of solar panels, in addition to solar radiation and also the environmental conditions around the panel, is temperature. Solar panels will receive heat from solar radiation, causing the temperature on the panel to increase beyond the recommended optimal temperature value, and this condition causes the performance and efficiency of the solar cells to drop drastically. Every 1°C increase in solar panel temperature from 25°C will result in a reduction in the output power produced by around 0.4-0.5%. The active water cooling system is one of several technologies that has been proven to reduce heat loss and increase electrical energy in photovoltaic (PV) modules. The application of various control methods can help optimize active water cooling techniques, such as PID, PID-Cuckoo, PID-PSO, and also fuzzy logic. Fuzzy logic control is chosen because it can work well when the controlled parameters, either input or output, are more than one parameter. The application of fuzzy logic control to the water-based solar panel cooling system produces superior clean energy gains of 43.90Wh or an increase of 13.55% when compared to the cooling process without fuzzy logic control, where the net energy gain is reduced by 9.72%. The efficiency value resulting from the cooling process with the application of fuzzy logic control is 20.33% greater when compared to the cooling process without fuzzy logic, which is 19.56%.

Keywords: *photovoltaic*, *fuzzy logic*, *solar panel, water cooling*

ABSTRAK

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya selain radiasi matahari, dan juga kondisi lingkungan sekitar panel adalah suhu. Panel surya akan menerima panas yang berasal dari radiasi matahari, sehingga menyebabkan suhu pada panel meningkat melebihi nilai suhu optimal yang disarankan dan kondisi ini menyebabkan kinerja dan juga efisiensi dari sel surya turun drastis. Setiap kenaikan suhu panel surya sebesar 1 ℃ dari 25℃ akan mengakibatkan pengurangan daya keluaran yang dihasilkan sebesar kisaran 0,4-0,5 %. Sistem pendingin air aktif merupakan salah satu dari beberapa teknologi yang telah terbukti mampu mengurangi kehilangan panas dan meningkatkan energi listrik pada modul fotovoltaik (PV). Penerapan berbagai metode kendali dapat membantu mengoptimalkan teknik pendinginan air aktif, seperti PID, PID-Cuckoo, PID-PSO,dan juga logika fuzzy. Kendali logika fuzzy dipilih karena dapat bekerja dengan baik ketika parameter yang dikontrol baik itu input atau output berjumlah lebih dari satu parameter. Penerapan kendali logika fuzzy pada sistem pendingin panel surya berbasis air menghasilkan perolehan energi bersih yang lebih unggul sebesar 43,90Wh atau meningkat sebesar 13,55% jika dibandingkan proses pendinginan tanpa memasukan kendali logika fuzzy dimana perolehan energi bersihnya berkurang sebesar 9,72%. Nilai efisiensi yang dihasilkan dari proses pendinginan dengan penerapan kendali logika fuzzy sebesar 20,33% lebih besar jika dibandingkan dengan proses pendinginan tanpa logika fuzzy yaitu 19,56%.

Kata kunci: *photovoltaic*, *fuzzy logic*, panel surya, sistem pendingin air

PENDAHULUAN

Untuk mengatasi permasalah krisis energi listrik di masa depan penggunaan *photovoltaic* (PV) atau biasa dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bisa menjadi solusi yang dapat jalankan. *Photovoltaic* (PV) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sehingga lebih bersih, ramah lingkungan dan potensinya melimpah[1].

Sel surya atau *photovoltaic* (PV) terbuat dari bahan semikonduktor, dimana ketika semikonduktor mendapatkan energi foton maka elektron akan terlepas dari ikatan atom dan akan menjadi elektron yang bergerak bebas sehingga menghasilkan tegangan listrik arus searah[2].

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya selain radiasi matahari, dan juga kondisi lingkungan sekitar panel adalah suhu. Kondisi nyata yang terjadi dilapangan panel surya akan menerima panas yang berasal dari radiasi matahari, hal ini mengakibatkan suhu pada panel meningkat melebihi nilai suhu optimal yang disarankan pada buku panduan yang dikeluarkan oleh pabrikan dan kondisi ini menyebabkan kinerja dan juga efisiensi dari sel surya turun drastis. Setiap kenaikan suhu panel surya sebesar 1 ℃ dari 25℃ akan mengakibatkan pengurangan daya keluaran yang dihasilkan sebesar kisaran 0,4-0,5 %[3-5]. Peningkatan suhu pada sel surya juga dapat menyebabkan penurunan tegangan keluaran hingga mencapai 0,22 V/℃ [6-7].

Beberapa penelitian sudah banyak dilakukan untuk mengatasi permasalahan suhu ini, berbagai teknik pendinginan telah diciptakan agar dapat meningkatkan efisiensi pada PV seperti sistem pendingin menggunakan air [8-10] dan juga udara menggunakan kipas [11-12]. Begitu juga penerapan berbagai metode kendali untuk mengoptimalkan teknik pendinginan pada PV banyak dilakukan oleh para peneliti. Teknik seperti jaringan neural yang dilakukan oleh Ibtisan A. Hasan dan Mohammed J. Mohammed [13-14]. Mereka melakukan percobaan dengan mengembangkan tiga metode jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network*) yaitu NARX, NAR, dan input output non linier untuk memprediksi suhu panel PV berdasarkan MSE, dan tahap akhirnya menggunakan kontrol pencarian PID-Cuckoo yang cerdas yang digunakan untuk menahan suhu pada panel surya. Keunggulan dari metode ini adalah penelitian ini dibangun menggunakan 10.000 lebih basis data yang terdiri dari radiasi matahari, kelembaban relatif, suhu sekitar panel surya dan juga kecepatan angin sehingga dapat memprediksi dan mengontrol suhu pada panel surya dalam batasan yang dapat diterima. Kemudian penelitian yang lain metode *Fuzzy Logic* digunakan untuk mengatur aktuator seperti pompa air dan juga kipas angin ketika

menjalankan proses penurunan suhu pada panel surya [15-17] dan efisiensi pada PV dapat meningkat secara signifikan dengan menggunakan sistem pendingin hibrida MPPT berbasis neuro-*fuzzy* [18-19]. Metode ini memiliki keunggulan dalam hal pengaturan parameter *output* yang digunakan untuk mendinginkan panel surya, yaitu pompa air ataupun kipas angin, dimana parameter *output* dapat bekerja sesuai dengan kondisi aktual dari parameter *input* yaitu suhu pada panel surya, sehingga kinerja dari pompa air ataupun kipas angin bisa dibatasi dan suhu panel surya terjaga pada batasan yang diterima.

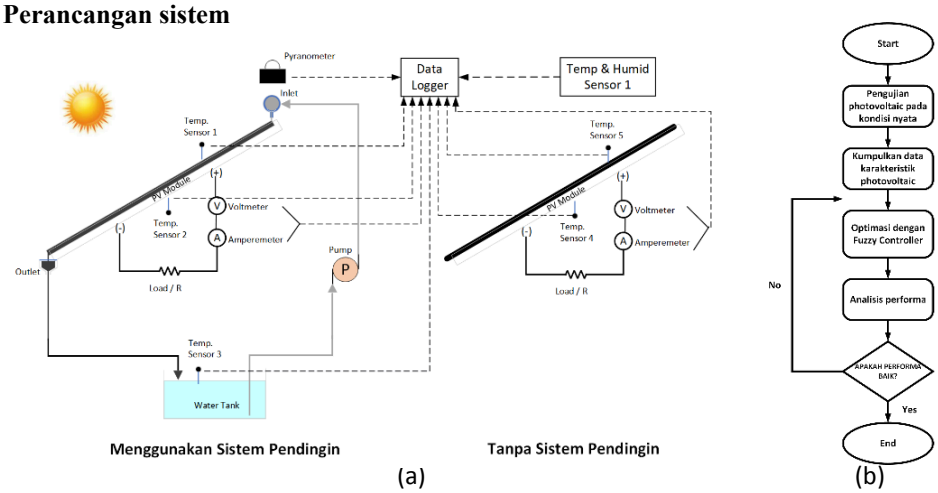
Meskipun pendekatan menggunakan sistem kendali cerdas seperti jaringan neural, *Fuzzy Logic,* PID-PSO, PID-*Fuzzy* dan juga Neuro-*Fuzzy* menunjukkan performa yang baik dalam menurunkan dan menjaga suhu panel surya pada batas yang diizinkan, namun masih terdapat beberapa kekurangan dari penelitian yang sudah dikembangkan sebelumnya dimana metode yang digunakan dapat berfungsi dengan baik jika dilakukan dalam skala kecil atau simulasi, ketika metode tersebut diterapkan dalam kondisi nyata dan dalam skala industri yang besar membutuhkan infrastruktur dan juga biaya produksi yang cukup mahal, selain itu parameter *input* dan *output* pada metode kontrol yang digunakan pada penelitian sebelumnya hanya terbatas pada pembacaan nilai suhu dan juga mengendalikan aktuator, kemudian hal yang paling penting adalah energi bersih yang dihasilkan oleh panel surya pada penelitian sebelumnya sama sekali tidak diperhitungkan.

Berdasarkan referensi yang ada, penelitian ini dilakukan untuk merancang sebuah sistem pendingin panel surya menggunakan media air dengan penerapan kendali logika *fuzzy*, dengan memperhatikan beberapa parameter seperti radiasi matahari, suhu pada panel surya dan juga daya listrik yang dihasilkan oleh pompa air. Adapun tujuan utama penelitian ini untuk mendapatkan nilai suhu yang optimal pada panel surya dan tetap memperhatikan energi bersih yang dihasilkan oleh panel surya.

METODE

Metodologi yang digunakan antara lain meliputi proses perancangan peralatan (hardware) berupa pembuatan sistem pendingin panel surya dengan menggunakan media air, pemasangan sensor-sensor pendukung dan mikrokontroler dalam suatu rangkaian *data logger*, melakukan pengujian sistem, pengamatan, pengambilan data, dan menganalisa hasil pengujian.

Perancangan sistem



Gambar 1. (a) Rancangan sistem pendingin panel surya dan pengujiannya, (b) *flowchart* proses sistem pendingin panel surya

Karakteristik yang dibaca pada panel surya yaitu nilai tegangan, arus, daya, suhu panel atas, suhu panel bawah, suhu air pendingin, suhu dan kelembaban udara sekitar panel surya, dan juga radiasi matahari, semua pembacaan ini dilakukan oleh sensor dan nilainya akan diolah dan disimpan oleh data logger. Terdapat lima buah sensor suhu (DS18B20), dimana empat buah digunakan untuk mengukur suhu pada panel surya, satu buah sisanya digunakan untuk mengukur suhu air pendingin. Resistor 3ohm digunakan sebagai beban yang terhubung pada terminal keluaran panel surya. Nilai tegangan, arus, dan daya pada panel surya dibaca menggunakan sensor PZEM-017. Untuk mengukur radiasi matahari menggunakan pyranometer (SEM228), dan sistem ini menggunakan DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban lingkungan disekitar panel surya.

Semua sensor tersebut terhubung dengan data logger yang dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32, yang digunakan untuk mencatat dan menyimpan data karakteristik berbagai kondisi pada interval tertentu. Rincian spesifikasi komponen dan alat ukur ditunjukan pada tabel 1, dan rincian spesifikai komponen untuk sistem pendingin ditunjukan pada tabel 2.

Tabel 1. Spesifikasi perangkat keras data logger panel surya

Perangkat	Spesifikasi
Photovoltaic	Shinyoku Polycrystalline Silicon Photovoltaic Module 100Wp
Mikrokontroler	ESP32
Sensor Suhu Pada Panel	DS18B20
Sensor Suhu Lingkungan	DHT22
Sensor Tegangan dan Arus	PZEM 017, PZEM 016
Pyranometer	SEM228
Beban	Resistor 3Ω 200 Watt

Tabel 2. Spesifikasi perangkat keras sistem pendingin panel surya

Perangkat	Spesifikasi
Pipa	PVC ½ inch
Tangki Air	900x600x600 mm
Pompa Air	Brushless DC motor, 12 V, 20W, 13.3 L/min
Coolant	Air

Sistem pendingin pada panel surya bekerja dengan mengalirkan air baku atau air biasa yang ditampung pada sebuah wadah. Sistem pendingin bekerja dengan menggunakan pompa air DC, air tersebut dipompa dan mengalir keseluruh bagian lapisan atas dari panel surya, kemudian air tersebut akan kembali menuju wadah penampungan dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Air akan bersirkulasi ketika melakukan pendinginan pada panel surya.

Pada Gambar 1 (b) menjelaskan proses pendinginan panel surya, langkah pertama adalah melakukan pengujian panel surya pada kondisi nyata di lokasi yang baik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan dua buah panel surya dengan jenis, tipe, ukuran dan nilai daya yang sama, dimana salah satu panel surya diberikan sistem pendingin dan lainnya tidak. Pengujian dilakukan selama 5 - 8 jam dalam satu hari untuk mendapatkan nilai tegangan, arus, daya, suhu panel atas, suhu panel bawah, suhu air pendingin, suhu dan kelembaban udara sekitar panel surya, dan juga radiasi matahari. Tahap selanjutnya optimasi dilakukan pada bagian panel surya yang diberikan sistem pendingin dengan menambahkan metode kendali logika fuzzy yang

digunakan untuk mengatur nilai keluaran daya yang dihasilkan oleh pompa air ketika mendinginkan panel surya, kemudian hasil keluaran akan diamati khususnya pada bagian daya yang dihasilkan oleh panel surya, baik yang diberikan sistem pendingin dan yang tidak.

Raw gain pada sistem PV/T membandingkan produksi kotor antara panel surya yang diberikan sistem pendingin dengan panel surya tanpa sistem pendingin. Dalam percobaan didefinisikan sebagai ΔE_{Raw}. Hal ini menilik adanya potensi energi tambahan yang terjadi akibat proses pendinginan (dalam kWh). Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\Delta E_{Raw} = E_{cooled} - E_{uncooled} \quad (1)$$

$$Raw\ Gain\ (\%) = \left(\frac{E_{cooled} - E_{uncooled}}{E_{uncooled}}\right) \times 100\% \quad (2)$$

Mengidentifikasikan titik dimana gain optimal dalam hal laju aliran air dan juga energi efektif yang diserap oleh energi pompa sirkulasi (E_{CP}) sangatlah penting. Persamaan berikut membandingkan produksi raw energi antara panel surya yang didinginkan dan yang tidak didinginkan (ΔE_{Raw}), dengan tetap memperhitungkan konsumsi energi pompa sirkulasi (E_{CP}) yang digunakan untuk mendinginkan panel surya (dalam kWh)

$$\Delta E_{Net} = \Delta E_{Raw} - E_{CP} \quad (3)$$

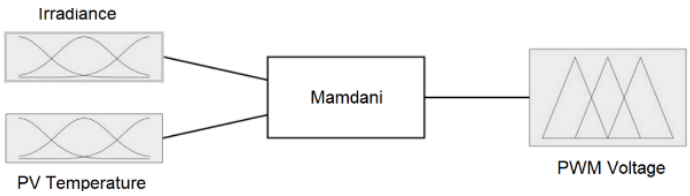
$$\Delta E_{Net} = (E_{cooled} - E_{uncooled}) - E_{cp} \quad (4)$$

$$Net\ Gain\ (\%) = \left(\frac{\Delta E_{Raw} - E_{CP}}{E_{uncooled}}\right) \times 100\% \quad (5)$$

Efisiensi pada sel photofoltaic (η_{pv}) dihitung menggunakan rasio daya maksimum (P_{max}) dibagi dengan radiasi sinar matahari (G) dalam satuan W/m2 dan juga luasan dari sel photovoltaic dalam m2. Seperti yang ditunjukan pada persamaan berikut:

$$\eta_{pv} = \frac{P_m}{G \cdot A_c} = \frac{I_{m \cdot V_m}}{P_i} = \frac{I_{sc} \bullet V_{oc} \cdot FF}{P_i} \quad (6)$$

Logika *fuzzy* yang digunakan pada sistem pendingin panel surya menggunakan metode inferensi Mamdani, dimana metode ini didesain menggunakan dua variabel input dan satu variabel *output*, seperti yang ditunjukan pada gambar 2. Variabel *input* yang digunakan adalah *irradiance* dan suhu panel sedangkan untuk variabel output yang akan dihasilkan adalah tegangan pwm untuk pompa air.

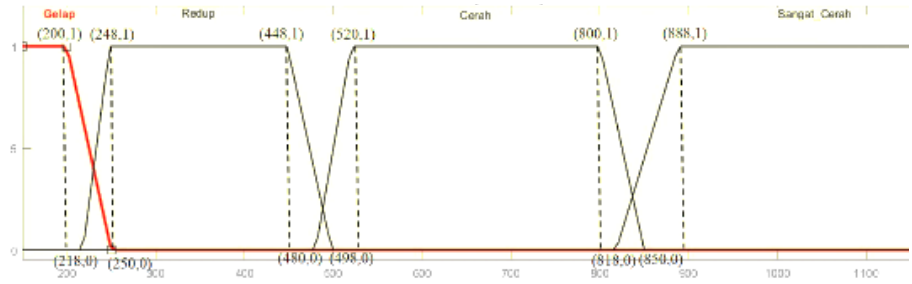


Gambar 2. Skema model *Fuzzy Logic* yang digunakan untuk sistem pendingin

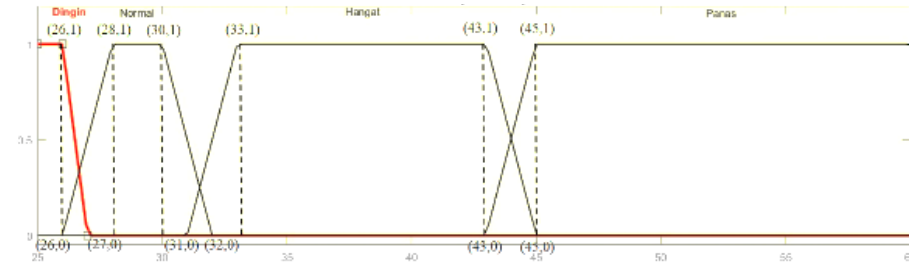
Dalam proses fuzzifikasi untuk variabel *input* dan *output* fungsi keanggotaan yang digunakan adalah trapesium (trapmf) ditandai dengan empat parameter (a,b,c,d) dimana parameter tersebut akan menentukan koordinat sumbu x dari empat sudut, seperti yang ditunjukan pada persamaan (7)

$$\mu[x] = \{0; x \leq a \; atau \; x \geq d \; \frac{x-a}{b-a} \; ; a \leq x \leq b \; 1; b \leq x \leq d \; \frac{d-x}{d-c} \; ; c \leq x \leq d \quad (7)$$

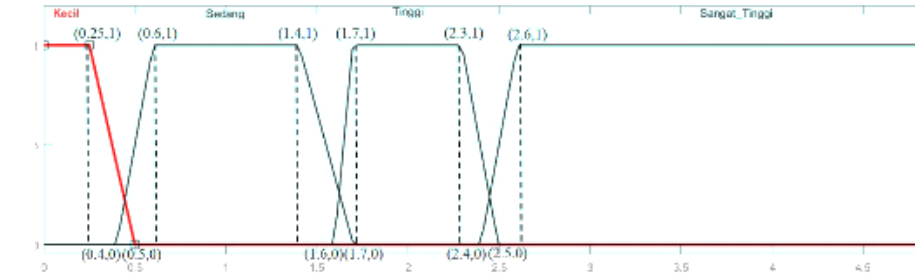
Pada setiap variabel dalam fungsi keanggotaannya akan dikelompokan nilai keanggotaan berdasarkan variabel linguistik yang akan dimasukan kedalam variabel *input* dan *output* seperti ditunjukan pada gambar 3(a), 3(b), dan 3(c).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. (a) fungsi keanggotaan irradiance, (b) suhu panel, (c) tegangan pwm

Untuk menentukan nilai kebenaran dari keluaran yang diinginkan perlu dilakukan pemetaan *input* dan *output* dengan menerapkan *inference fuzzy* atau aturan *fuzzy*, dan aturan *fuzzy* yang diterapkan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Aturan *fuzzy* yang digunakan untuk sistem pendingin

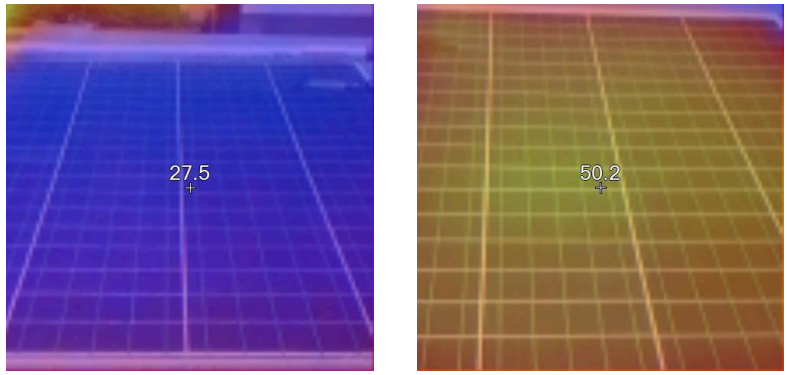
Input		**Output**
Iradiance	**Suhu Panel Surya**	**Tegangan PWM Pompa Air**
Gelap	Dingin	Kecil
Gelap	Normal	Kecil

Gelap	Hangat	Kecil
Gelap	Panas	Kecil
Redup	Dingin	Kecil
Redup	Normal	Kecil
Redup	Hangat	Kecil
Redup	Panas	Sedang
Cerah	Dingin	Kecil
Cerah	Normal	Sedang
Cerah	Hangat	Sedang
Cerah	Panas	Sedang
Sangat Cerah	Dingin	Kecil
Sangat Cerah	Normal	Sedang
Sangat Cerah	Hangat	Tinggi
Sangat Cerah	Panas	Sangat Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN



(a)

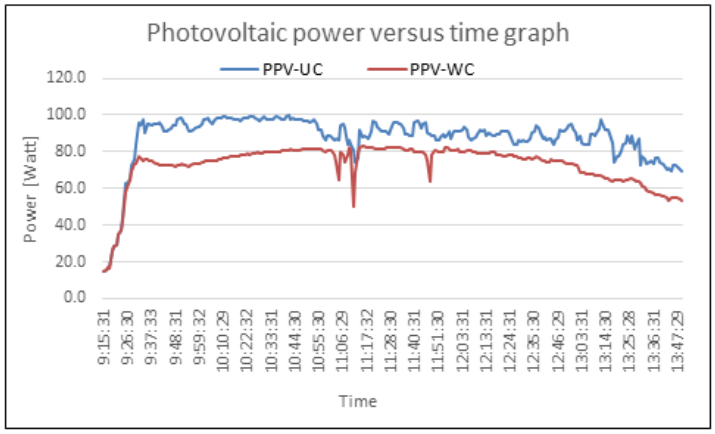


(b)

Gambar 4. (a) Pengujian sistem pendingin panel surya, (b) Hasil pengujian

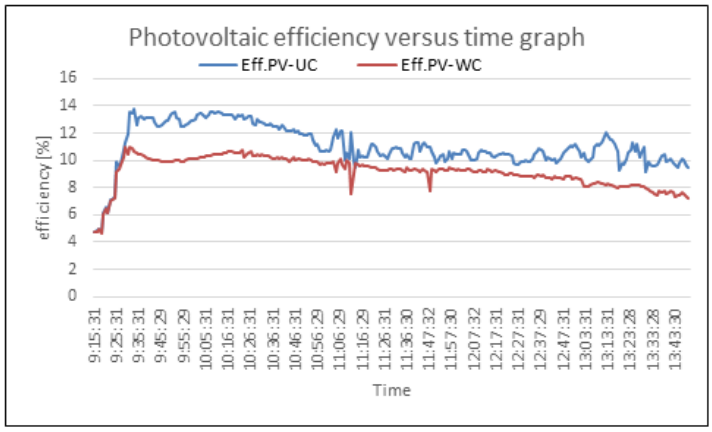
Hasil dari proses pendinginan pada panel surya dengan mengalirkan air pendingin pada permukaan atas panel surya dapat dilihat pada gambar 4 (b) dimana terlihat perbedaan warna dari gambar yang dihasilkan oleh alat ukur suhu Fluke VT04A, warna orange pada gambar menunjukan kondisi panel surya tanpa sistem pendingin, dimana suhu menunjukan angka 50.2℃ dan disaat yang bersamaan panel surya yang diberikan sistem pendingin menunjukan warna biru dan suhu yang terbaca 27.5℃, dari gambar tersebut bisa dilihat bahwa sistem pendingin dengan rancangan yang dibuat sesuai dengan gambar 1 (a) dapat bekerja dengan baik untuk menurunkan suhu pada panel surya.

Hasil keluaran daya yang dihasilkan dari kedua panel surya dapat dilihat pada gambar 5. Dengan menggunakan kendali logika *fuzzy* daya yang dihasilkan mendekati daya maksimum yang sesuai dengan buku panduan yang dikeluarkan oleh pabrikan ketika nilai *irradiance* tepat atau diatas 1000 W/m2.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai daya panel surya dengan kendali logika *fuzzy*

Hasil rata-rata efisiensi yang dihasilkan dari kedua buah panel surya dapat dilihat pada gambar 6. Jika mengacu pada persamaan (6) nilai efisiensi panel surya dengan sistem pendingin sudah mendekati dari nilai efisiensi pada buku panduan yang dikeluarkan oleh pabrikan ketika nilai *irradiance* 1000W/m2 dan suhu pada panel 25℃, dimana nilai efisiensi standar pabrikan sebesar 13.8%



Gambar 6. Grafik perbandingan nilai efisiensi panel surya dengan kendali logika *fuzzy*

Jika mengacu pada persamaan (1) dan (3) perolehan energi bersih ditentukan berdasarkan selisih antara perolehan energi kotor (ΔE_{Raw}) dan total energi yang dikonsumsi oleh pompa pendingin (ΣE_{cp}) selama pengujian. Berdasarkan perhitungan daya pada pengujian, energi kotor pada panel surya dengan sistem pendingin dengan laju aliran air pendingin yang disesuaikan dengan kendali logika *fuzzy* selama 4.4 jam pengujian sebesar 65,34 Wh. Sedangkan perolehan energi bersih sebesar 43,90 Wh. Dengan demikian proses pendinginan panel surya dengan kendali logika *fuzzy* untuk mengatur nilai daya pada pompa menghasilkan perolehan energi bersih yang lebih unggul jika dibandingkan dengan hasil dari pengujian nyata tanpa kendali logika *fuzzy*, dimana berdasarkan perhitungan daya total pengujian selama 5 jam energi kotor pada panel surya dengan sistem pendingin dengan laju aliran air pendingin yang konstan sebesar 70,22 Wh. Sedangkan perolehan energi bersih sebesar -34,18 Wh. Perolehan energi bersih yang *negative* menunjukkan bahwa energi yang dibutuhkan untuk proses pendinginan panel surya tidak efisien.

KESIMPULAN

Sistem pendingin dengan kendali logika *fuzzy* pada penelitian ini dapat menurunkan suhu pada panel surya dengan baik dan menjaga agar suhu tetap dalam kondisi yang optimal sehingga mendapatkan efisiensi energi bersih yang tinggi. Proses pendinginan dengan kendali logika *fuzzy* untuk mengatur nilai daya pada pompa menghasilkan perolehan energi bersih yang lebih unggul sebesar 43,90Wh atau meningkat sebesar 13,55%. Jika dibandingkan dengan proses pendinginan tanpa kendali logika *fuzzy* perolehan energi bersihnya berkurang sebesar 9,72%. Nilai efisiensi yang dihasilkan dengan penerapan kendali logika fuzzy sebesar 20,33% lebih besar jika dibandingkan dengan proses pendinginan tanpa logika fuzzy yaitu 19,56%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Agus Risdiyanto, Ant. Ardath Kristi, Noviadi Arief Rachman, Ersalina Werda Mukti, Bambang Susanto, Agus Junaedi "Implementation of Photovoltaic Water Spray Cooling System and Its Feasibility Analysis", *2020 International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application (ICSEEA)*, 2020.

[2] Dr. E. D. Francis, B. Raghu, and D. V. Narayana, “Cooling Techniques for Photovoltaic Module for Improving Its Conversion Efficiency “, *International Journal of Engineering Inventions*, Vol. 5, Issue 5, pp. 69-73, May 2016.

[3] I. Cho and H. Kim, “Study on PV Panel Cooling System using IoT with ESS for preventing Reduced Efficiency of Solar Panel,” *2019 the 3rd International Conference on Sustainable Energy Engineering, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 342 (2019)*, pp. 1-6, 2019.

[4] H. Tabaei and M. Ameri, “Improving the Effectiveness of a Photovoltaic Water Pumping System by Using Booster Reflector and Cooling Array Surface by A Film of Water, “*Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering*, Vol. 39, No. M1, pp.51-60, 2015.

[5] A. A. Sequeira, S. Shetty, S. S. Sampath, C. P. Selvan M., “Improvement of Power Output from Solar Panel Using Water Cooling System,” *Global Journal of Advanced Engineering Technologies*, Vol. 5, Issue 1, pp. 58-63, 2016.

[6] M. K. Yesilyurt, M. Nasiri, and A. N. Ozakin, “Techniques for Enhancing and Maintaining Electrical Efficiency of Photovoltaic Systems,” *International Journal of New Technology and Research (IJNTR)*, Vol. 4, Issue. 4, pp. 44-53, April 2018.

[7] E. M. G. Rodrigues, R. Melicio, V. M. F. Mendes, and J. P. S. Catalao, “Simulation of a Solar Cell considering Single-Diode Equivalen Circuit Model,” *Renewable Energy and Power Quality Journal*, Vol. 6, Issue 1, pp. 15-25, April 2020.

[8] M. K. Ghosal, Ashapurna Sethi, D. Behera "Performance of Solar Photovoltaic Module Through Combined Air and Water Cooling in Warm and Humid Climatic Condition of India", *International Journal of Science and Technology*,Vol. 12, pp. 47-53, Oktober 2020.

[9] Y. A. Sheikh, A. D. Butt, K. N. Paracha, A. B. Awan, A. R. Bhatti, M. Zubair, "An improved cooling system design to enchance energy efficiency of floating photovoltaic systems", *Journal of Renewable and Sustainable Energy,* Vol. 12, September 2020.

[10] Amirhosein Hadipour, Mehran Rajabi Zargarabadi, Saman Rashidi, "An efficient pulsed-spray water cooling system for photovoltaic panels: Experimental study and cost analysis," *Renewable Energy, Elsevier*, Vol. 164, pp. 867-875, September 2020.

[11] Aly M. A.Soliman, Hamdy Hassan, Shinichi Ookawara, "An experimental study of the performance of the solar cell with heat sink cooling system", *International Conference on Emerging and Renewable Energy: Generation and Automation, ICEREGA 2018, Elsivier*, Vol. 162, pp. 127-315, 2019.

[12] Efsilon K A Fatoni, Ahmad Taqwa, Rd Kusmanto, "Solar Panel Performance Improvement using Heatsink Fan as the Cooling Effect", *Journal of Physics: Conference Series*, 2019.

[13] Fadi M. Khaleel, Ibtisam A. Hasan, Mohammed J. Mohammed, "Control of PV Panel System Temperature Using PID Cuckoo Search", *Engineering and Technology Journal*, Vol. 40, pp. 249-256, January 2022.

[14] Fatima A. Lafta, Ibtisam A. Hasan, Mohammed J. Mohammed, "PID-PSO Controller for PV Panel System Identification Models on ANFIS and NN-NARX System", *Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 16, pp. 4505-4517, December 2021.

[15] W. Ato'ur Rochim, W. Kurniawan, and S. R. Akbar, "Perancangan Sistem Pengendali Temperatur Untuk Optimalisasi Daya Modul Surya menggunakan Logika Fuzzy", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 1, 2019.

[16] Maruto Swatara Loegimin, Bamabang Sumantri, Mochamad Ari Bagus Nugroho, Hasnira Novie Ayub Windarko, "Sistem Pendingin Air untuk Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic", *Jurnal Integrasi*, Vol. 12, pp. 21-30, April 2020.

[17] Seflahir Dinata, Ahmad Faisal Mohamad Ayob, Aliashim Albani, Raynaldi Cristian, Donie Agus Ardianto, Ojak Abdul rijak, "*Fuzzy Logic-based Integrated Colling System to Improve PV Efficiency*", *AIJASET*, Vol. 03, pp. 114-124, July 2023.

[18] Rickric O. Gratela, Joyce Ann S. Martes, Gerome I. Pagatpatan, Jessa P. Pagkaliwangan, Diether Kyle A. Torcuato, Timothy M. Amado, Aaron U. Aquino, John Peter M. Ramos, Edmon O. Fernandez, Ira C. Valenzuela, "*Neuro-Fuzzy based MPPT for Solar PV Panel Hybrid Coolinf System*" *IEEE*, 2019.

[19] A. Bassam, O. May Tzuc, M. Escalante Soberanis, L.J.Ricalde, B. Cruz, " *Temperature Estimation for Photovolatic Array Using an Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*", *Sustainabilty MDPI Journal*, August 2017.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7222

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pendekatan Ekstraksi Informasi Kualitas Layanan Toko di Platform Shopee Berdasarkan Komentar Menggunakan Ensemble Learning

Achmad Maududie[1], Dini Aulia Hidayati[2], dan Harry Soepandi[3]
Universitas Jember[1], Universitas Jember [2], Universitas Jember [3]
e-mail: maududie@unej.ac.id

ABSTRACT

The service quality of a shop can be reviewed through the rating feature which is represented in the form of the number of stars and comments. Customers often provide ratings and comments after purchasing products and receiving service from a shop. However, this is inefficient because potential buyers have to look at the comments one by one. Therefore, Machine Learning is one way to classify these comments. Creating a Service Quality Dictionary is an important point in this classification process because it functions to determine the service class of each comment. The algorithms used include Support Vector Machine, Random Forest, Multinomial Naive Bayes, TF-RF, and Ensemble Learning Bagging. The classification stages include the process of scraping, labeling, data sharing, preprocessing, word weighting, modeling, and model evaluation. Data is classified into two labels, the Service Quality label and the Not Service Quality label. The Service Quality Label will then be reclassified into three labels, namely Positive, Negative and Neutral. Modeling evaluation uses training data with three ratios, namely 90:10, 80:20, and 70:30. From these three ratios, it was found that the 90:10 ratio had better accuracy results, so the modeling evaluation for testing data used the ratio that had the best results from the training data evaluation, namely 90:10 which produced an accuracy of 87,3%.

Keywords: *Ensemble learning bagging; service quality; text mining; TF-RF.*

ABSTRAK

Kualitas layanan dari sebuah toko dapat ditinjau melalui fitur rating yang direpresentasikan dalam bentuk jumlah bintang dan komentar. Pelanggan sering memberikan rating dan komentar setelah membeli produk dan mendapatkan layanan dari sebuah toko. Namun hal ini menjadi tidak efisien karena calon pembeli harus melihat satu persatu komentar tersebut. Maka dari itu, Machine Laerning menjadi salah satu cara dalam mengklasifikan komentar-komentar tersebut. Pembuatan Kamus Kata Kualitas Layanan menjadi poin

penting dalam proses klasifikasi ini karena berfungsi untuk menentukan kelas layanan dari masing-masing komentar. Algoritma yang digunakan meliputi Support Vector Machine, Random Forest, Multinomial Naive Bayes, TF-RF, serta Ensemble Learning Bagging. Tahapan klasifikasi meliputi proses scraping, pelabelan, pembagian data, preprocessing, pembobotan kata, pemodelan, dan evaluasi model. Data diklasifikasikan menjadi dua label, label Kualitas Layanan dan label Bukan Kualitas Layanan. Setelah melalui proses filtering, Label Kualitas Layanan kemudian akan diklasifikasikan kembali menjadi tiga label, yaitu Positif, Negatif, dan Netral. Evaluasi pemodelan menggunakan data training dengan tiga rasio, yaitu 90:10, 80:20, dan 70:30. Dari ketiga rasio tersebut didapatkan bahwa rasio 90:10 memiliki mayoritas hasil akurasi yang lebih baik, sehingga evaluasi pemodelan untuk data testing menggunakan rasio yang memiliki hasil paling baik dari evaluasi data training, yaitu 90:10 yang menghasilkan akurasi 87,3%.
Kata kunci: ensemble learning bagging, kualitas layanan, text mining, metode pembobotan kata TF-RF.

PENDAHULUAN

Menurut Cronin [2], kualitas layanan menjadi faktor kunci dalam mendorong niat beli. Kualitas layanan dapat mempengaruhi loyalitas pembeli secara langsung dan tidak langsung [3]. Kualitas layanan dari sebuah toko dapat ditinjau melalui fitur rating yang direpresentasikan dalam bentuk jumlah bintang dan komentar. Namun demikian, hal ini menjadi kurang efisien karena pembeli harus mengecek dan mengklasifikasi satu persatu komentar pembeli sebelumnya terhadap kualitas layanan yang diberikan oleh toko tersebut. Hanya dengan melihat jumlah bintang saja dirasa tidak cukup untuk sepenuhnya menggambarkan isi dari sebuah komentar yang bisa memuat lebih dari satu penilaian atribut produk [4].

Salah satu cara yang dapat digunakan dalam pengklasifikasian adalah machine learning. Machine Learning merupakan sistem pembelajaran yang mampu mempelajari pola dan informasi secara otomatis tanpa memerlukan pemrograman berulang oleh manusia [5]. Supervised machine learning merupakan salah satu teknik dalam machine learning yang digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara atribut input dan atribut target. Salah satu bentuk supervised learning adalah klasifikasi [6]. Menurut Septianto dalam [7], klasifikasi adalah proses mengelompokkan data atau objek ke dalam kelas atau kategori tertentu berdasarkan variabel yang telah ditentukan. Dengan demikian teknik supervised machine learning ini sangat mungkin digunakan untuk mengklasifikasi komentar pembeli berdasarkan opini (sentimen) atas kualitas layanan di setiap toko, sehingga pengguna tidak perlu lagi meninjau satu persatu komentar pembeli sebelumnya.

Melihat permasalahan di atas serta keunggulan ensemble learning, maka penelitian ini mencoba memanfaatkan metode klasifikasi dalam machine learning menggunakan teknik ensemble learning yang melibatkan tiga algoritma, yaitu Support Vector Machine, Random Forest, dan Mutinomial Naïve Bayes untuk mengelompokkan komentar pembeli dari masing-masing toko dalam platform Shopee. Komentar tersebut dikelompokkan berdasarkan sentimen atas layanan yang telah diberikan dan berdasarkan informasi tersebut akan disimpulkan bagaimana kualitas layanan yang diberikan toko-toko tersebut.

METODE

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini dijabarkan pada Gambar 1.

Pembuatan Kamus Kata Kualitas Layanan

Kamus layanan kata digunakan untuk acuan pelabelan. Adapun kamus layanan kata ini merujuk pada indikator kualitas layanan yang meliputi [8]:

1. *Fulfilment/Reability*, meliputi dua hal yaitu (1) keakuratan tampilan dan deskripsi produk sehingga produk yang diterima pembeli sesuai dengan ekspektasi mereka saat melihat dan membaca deskripsi produk dan (2) pengiriman produk yang sesuai dengan waktu yang telah dijanjikan. Tabel 1 merupakan contoh komentar yang merepresentasikan *fulfilment/reability*.

Tabel 1. Contoh komentar yang mengandung kata pada indikator 1.

Positif	Negatif	Netral
barang sesuai pesanan. pengiriman cepat. terima kasih penjual	pengiriman dan kemasan lama sekali	Berfungsi dengan baik. Pengiriman dan pengemasan oke

2. *Layanan* pelanggan atau *customer service* yang tanggap, membantu, dan siap untuk merespons pertanyaan pelanggan dengan cepat. Tabel 2 merupakan contoh komentar yang merepresentasikan *customer service*.

Tabel 2. Contoh komentar yang mengandung kata pada indikator 2.

Positif	Negatif	Netral
Barang bagus, respons admin baik ramah makasih penjual	udah chat admin cm gada respons solusinya gmn	harga cukup bersaing, respons penjual lumayan

3. Kompensasi penjual yang merujuk pada ganti rugi kepada konsumen apabila ada barang *yang* kurang memuaskan. Contoh komentar yang merepresentasikan kompensasi penjual dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh komentar yang mengandung kata pada indikator 3.

Positif	Negatif	Netral
respons untuk komplainnya cepat dan jelas	gabisa nyala charge gabisa minta ganti barang/dana	Udah coba tapi tetep gak bisa dipake. Udh chat penjual juga



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Scraping Data

Menurut Turland [9] *Web scraping* adalah proses ekstraksi dokumen semi-terstruktur dari internet, khususnya halaman web yang umumnya ditulis dalam bahasa *markup* seperti *HTML* atau *XHTML*. *Scraping data* atau pengambilan data dilakukan menggunakan kode program yang dibuat dengan bahasa pemrograman *Python*. Spesifikasi data yang diambil merupakan *review* pembeli yang terdapat pada fitur *rating*.

Pelabelan Data

Pelabelan data dilakukan dengan tujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelas sentimen. Pada analisis sentimen, umumnya ada tiga label yang digunakan, yaitu positif, negatif, dan netral. Pemberian label dilakukan dalam dua tahap, yaitu pemberian label layanan dan pemberian label sentimen. Pemberian label layanan meliputi dua kategori, yaitu komentar tentang kualitas layanan dan komentar bukan tentang kualitas layanan. Tabel 4 menunjukkan contoh label layanan.

Tabel 4. Contoh label layanan.

Komentar	Label
Next beli lagi ditoko ini pelayanan dan pengirimannya cepet dan barangnya good banget meskipun murce tapi no kaleng kaleng	Kualitas Layanan
bagus banget pancinya serbaguna bisa dipake masak apa aja keren	Bukan Kualitas Layanan

Sedangkan pemberian label sentimen meliputi tiga kategori, yaitu “Baik”, “Tidak Baik”, dan “Netral”. Contoh label sentimen bisa dilihat melalui Tabel 5.

Tabel 5. Contoh label sentimen.

Komentar	Label
Barang sesuai deskripsi, pengiriman cepat, harga bagus, respons cepat.	Positif
JELEK SEKALI! UDAH PATAH JANGAN dibeli JELEK bgt? PATAH kardus UDH PADA PENYOK JGN dibeli!	Negatif
Packingan standart estimasi pengiriman juga standart	Netral

Preprocessing

Menurut [10], dalam teks mining, preprocessing adalah proses yang bertanggung jawab mengubah data tidak terstruktur yang tersimpan dalam kumpulan dokumen menjadi format yang lebih sesuai, jelas dan terstruktur. Terdapat enam tahap yang akan dilakukan pada penelitian ini, yaitu:

1. *Cleaning*

   Tahap cleaning digunakan untuk membersihkan data teks dari karakter selain huruf seperti tanda baca, simbol, atau karakter lain yang tidak relevan dengan analisis teks. Tabel 6 merupakan contoh hasil tahap cleansing.

   Tabel 6. Contoh hasil tahap cleansing.

Sebelum	Sesudah
proses Packing dan pengirimannya cepet banget ! ?? pancinya juga cepet panas . semoga barangnya awet	proses Packing dan pengirimannya cepet banget pancinya juga cepet panas semoga barangnya awet

2. *Case Folding*

   Tahap case folding bertujuan untuk menyeragamkan karakter pada data. Umumnya terdapat dua jenis case folding yang dapat digunakan, yaitu merubah seluruh huruf menjadi huruf kapital (uppercase) atau menjadi huruf kecil (lowercase). Tabel 7 merupakan contoh hasil tahap case folding.

Tabel 7. Contoh hasil tahap case folding.

Sebelum	Sesudah
proses Packing dan pengirimannya cepet banget pancinya juga cepet panas semoga barangnya awet	proses packing dan pengirimannya cepet banget pancinya juga cepet panas semoga barangnya awet

3. Normalisasi
Tahap ini merupakan tahap normalisasi data teks yang mengandung singkatan, bahasa asing, atau kata slang. Tabel 8 merupakan contoh hasil tahap normalisasi.

Tabel 8. Contoh hasil tahap normalisasi.

Sebelum	Sesudah
proses packing dan pengirimannya cepet banget pancinya juga cepet panas semoga barangnya awet	proses kemasan dan pengirimannya cepat sekali pancinya juga cepat panas semoga barangnya tahan lama

4. Tokenizing
Tokenisasi merupakan sebuah proses untuk membagi kalimat atau dokumen menjadi kata-kata individual atau token kata. Tabel 10 merupakan contoh hasil tahap tokenizing.

Tabel 9. Contoh hasil tahap tokenizing.

Sebelum	Sesudah
proses kemasan dan pengirimannya cepat sekali pancinya juga cepat panas semoga barangnya tahan lama	['proses', 'kemasan', 'dan', 'pengirimannya', 'cepat', 'sekali', 'pancinya', 'juga', 'cepat', 'panas', 'semoga', 'barangnya', ‘tahan’, ‘lama]

5. Stopword Removal
Tahap *stopword* removal bertujuan untuk menghapus kata umum yang sering muncul namun tidak memberikan informasi penting, seperti dan, atau, yang, di, dan sebagainya. Tabel 11 merupakan contoh hasil tahap stopword removal.

Tabel 40. Contoh hasil tahap stopword removal.

Sebelum	Sesudah
['proses', 'kemasan', 'dan', 'pengirimannya', 'cepat', 'sekali', 'pancinya', 'juga', 'cepat', 'panas', 'semoga', 'barangnya', ‘tahan’, ‘lama]	['proses', 'kemasan', 'pengirimannya', 'cepat', 'sekali', 'pancinya', 'cepat', 'panas', 'semoga', ‘barangnya’, ‘tahan’, ‘lama]

6. Stemming
Tahap stemming merupakan proses menghilangkan imbuhan pada kalimat untuk mendapatkan kata dasar dari masing-masing kata. Tabel 12 merupakan contoh hasil tahap stemming.

Tabel 51. Contoh hasil tahap stemming.

Sebelum	Sesudah
['proses', 'kemasan', 'pengirimannya', 'cepat', 'sekali', 'pancinya', 'cepat', 'panas', 'semoga', ‘barangnya’, ‘tahan’, ‘lama]	['proses', 'kemas', 'kirim', 'cepat', 'sekali', 'panci', 'cepat', 'panas', 'moga', ‘barang’, ‘tahan’, ‘lama]

Pembobotan Kata

Pembobotan kata merupakan tahap memberi nilai atau bobot pada kata dalam sebuah teks [11]. TF-RF merupakan sebuah teknik pembobotan yang relatif baru, dirancang sebagai usaha untuk meningkatkan metode-metode yang telah ada sebelumnya TF-RF merupakan salah satu metode yang memperhatikan istilah atau kata yang sering muncul dalam setiap dokumen [12]. Perhitungan TF-RF dapat dilihat dari persamaan (1) [13].

$$tf_{tf}rf = tf_{td} \times \log\left(2 + \frac{b}{\max(1, c)}\right) \quad (1)$$

Keterangan :

$tf_{tf}.rf$: nilai bobot kata
tf_{td} : frekuensi kemunculan kata t dalam dokumen
b : banyaknya dokumen yang mengandung kata t
c : jumlah dokumen yang tidak mengandung kata t

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil perhitungan TF-RF seperti pada Tabel 12.

Tabel 12. Contoh hasil perhitungan TF-RF

Komentar	Kata	TF	RF	TFRF
['barang', 'bagus', 'harga', 'jangkau', 'kirim', 'cepat'	Barang	1178	1,1464	1.350,46
	Bagus	1489	1,1425	1.701,18
	Harga	1332	1,1255	1.499,17
	Jangkau	32	1,0986	35,1552
	Kirim	1536	1,1272	1.731,38
	Cepat	1080	1,1302	1.220,62

Ensemble Learning

Ensemble Learning adalah kombinasi dari beberapa algoritma dengan tujuan untuk mencapai hasil yang lebih baik [14]. Teknik ensemble learning yang bisa digunakan, yaitu [15] bagging, boosting, stacking, dan voting.

Support Vector Machine

Support Vector Machine (SVM) adalah salah satu metode Machine Learning yang digunakan untuk tugas klasifikasi data. Konsep SVM dapat diartikan sebagai upaya menemukan hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah antara dua kelas pada ruang input [16].

Random Forest

Random Forest terdiri dari sejumlah pohon keputusan (decision trees) sebagai model dasar. Setiap pohon keputusan melakukan bootstrap untuk mengambil sampel secara acak. Kemudian melakukan prediksi berdasarkan hasil dari semua pohon keputusan menggunakan majority vote.

Multinomial Naive Bayes

Multinomial Naïve Bayes bekerja berdasarkan konsep term frequency, yang mengindikasikan seberapa sering suatu kata muncul dalam sebuah dokumen. Model ini memiliki kemampuan untuk mengklasifikasikan data yang tidak dapat direpresentasikan secara numerik dengan memperhitungkan frekuensi kata-kata dalam kategori atau kelas yang diberikan [17]. Perhitungan Multinomial Naïve Bayes dilakukan dengan cara menghitung jumlah kemunculan kata dalam dokumen dengan rumus [18]:

$$P(X|c) = log\frac{N_c}{N} + \sum_{i=1}^{n} log\frac{t_i + \alpha}{\sum_{i=1}^{n} t_i + \alpha} \quad (2)$$

Evaluasi Model

Confusion matrix merupakan model data untuk mengevaluasi seberapa baik kinerja model dalam melakukan klasifikasi. Penggunaan *confusion matrix* membantu untuk menghitung evaluasi model seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan

Pada tahapan ini dibuatlah model dari data latih yang nantinya diimplementasikan pada data uji. Terdapat dua model yang dihasilkan, yaitu model klasifikasi layanan dan model klasifikasi sentimen. Pemodelan dilakukan menggunakan tiga algoritma klasifikasi, yaitu Support Vector Machine, Random Forest, dan Multinomial Naive Bayes.

Evaluasi Model Layanan dan Model Sentimen

Evaluasi model layanan dan model sentimen dilakukan dengan menggunakan confusion matrix untuk menghitung nilai accuracy, precision, recall, dan F1-Score. Evaluasi pemodelan ini melibatkan tiga rasio seperti yang telah direncanakan (90:10, 80:20, dan 70:30). Hasil dari evaluasi model layanan dan model sentimen dapat ditinjau pada Tabel 13.

Tabel 63. Hasil evaluasi data testing

Rasio	Evaluasi Model Layanan			Evaluasi Model Sentimen		
	SVM	RF	MNB	SVM	RF	MNB
90 : 10	92,5%	93,2%	89,5%	89,6%	91,2%	82,5%
80 : 20	91,8%	93%	89%	88,8%	91,6%	81,6%
70 : 30	92,5%	92,6%	87,8%	87%	90,7%	81,1%

Berdasarkan hasil dari evaluasi tersebut, maka model yang digunakan untuk memprediksi sentimen untuk data komentar adalah model yang dibangkitkan dari rasio 90:10. Adapun hasil evaluasi model ensemble melalui pendekatan soft voting didapatkan hasil akurasi dan F1-*score* sebesar 87,3%.

Hasil Implementasi Model

Hasil yang didapatkan dari pemodelan klasifikasi layanan ini adalah dataset terbagi menjadi dua label, yaitu kualitas layanan dan bukan kualitas layanan. Tabel 14 menjabarkan hasil dari klasifikasi komentar.

Tabel 74. Hasil klasifikasi komentar

Komentar	Prediksi Label
barangnya udah sampai dengan selamat, Dari Packingannya rapi dan penjualnya ramah	1
simpel dan praktis cocok bgt buat olahraga nyerep keringat	0

Dari 27.223 data yang digunakan, didapatkan 12.931 data berlabel 1 (kualitas layanan) dan 14.292 data berlabel 0 (bukan kualitas layanan). Data dari hasil implementasi klasifikasi layanan kemudian di filtering untuk memisahkan data yang berlabel kualitas layanan dan bukan kualitas layanan. Data yang berlabel kualitas layanan diambil untuk selanjutnya digunakan sebagai dataset dalam mengimplementasikan model sentimen. Sebanyak 12.931 data akan di klasifikasikan menjadi 3 label, yaitu positif, negatif, dan netral. Hasil implementasi pemodelan klasifikasi sentimen bisa dilihat pada Tabel 15 berikut.

Tabel 85. Hasil klasifikasi sentimen

Komentar	Prediksi Label
Ini panasnya cepet banget tadi dihidupkan terus ditinggal ambil bahan udah panas minyaknya pengirimannya cepet langsung dikirim semoga awet deh	1
Sayang pelayanannya perlu ditingkatkan untuk jasa pengiriman, hampir 3 minggu baru nyampe	-1
pengiriman oke Packing oke.. Next update buat masak dan tumis. baru nyoba masak indomie, dan overall good.	0

Dari total 12.931 data kualitas layanan, didapatkan 7.962 data berlabel positif dengan persentase 61%, 2.511 data berlabel negatif dengan persentase 20%, dan 2.458 data berlabel netral dengan persentase 19%. Jumlah data dari masing-masing label dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 9. Jumlah data masing-masing label.

Label	Jumlah	Persentase
Positif	7.962	61%
Negatif	2.511	20%
Netral	2.458	19%

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa; proses klasifikasi kualitas layanan toko di platform Shopee dilakukan dalam dua belas tahap yang meliputi, membuat kamus kata kualitas layanan, scraping data komentar, pelabelan data, preprocessing, pembobotan kata, membagi dataset, pembuatan model, evaluasi model klasifikasi, implementasi model klasifikasi layanan, filtering komentar, implementasi model klasifikasi sentimen, dan menarik kesimpulan dari opini pembeli; dan berdasarkan hasil evaluasi model, didapatkan kinerja yang cukup baik yaitu dengan nilai akurasi dan F1-score sebesar 87,3%. Dari contoh kasus analisis kualitas layanan toko di platform Shopee, model yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa dari 10 toko yang dipilih memiliki kualitas layanan yang baik. Hal ini ditunjukkan bahwa dari 12.931 data berlabel Kualitas Layanan, 7.962 data berlabel positif dengan persentase 61%, 2.511 data berlabel negatif dengan persentase 20%, dan 2.458 data berlabel netral dengan persentase 19%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Databoks, "Pengunjung Shopee Makin Banyak, Bagaimana E-Commerce Lain?," Databoks. Accessed: Dec. 30, 2023. [Online]. Available: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/10/11/pengunjung-shopee-makin-banyak-bagaimana-e-commerce-lain

[2] B. C. Adyanto and S. B. Santosa, "Pengaruh kualitas layanan, brand image, harga dan kepercayaan produk terhadap keputusan pembelian (studi layanan e-commerce Berrybenka. com)," *Diponegoro J. Manag.*, pp. 10–29, 2018.

[3] D. Aryani and F. Rosinta, "Pengaruh kualitas layanan terhadap kepuasan pelanggan dalam membentuk loyalitas pelanggan," *BISNIS BIROKRASI J. Ilmu Adm. dan Organ.*, 2010.

[4] E. H. Muktafin, K. Kusrini, and E. T. Luthfi, "Analisis Sentimen pada Ulasan Pembelian Produk di Marketplace Shopee Menggunakan Pendekatan Natural Language Processing," *J. Eksplora Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 32–42, Sep. 2020, doi: 10.30864/eksplora.v10i1.390.

[5] I. Cholissodin, S. Sutrisno, A. A. Soebroto, U. Hasanah, and Y. I. Febiola, *AI, Machine Learning & Deep Learning*. 2020.

[6] N. L. P. C. Savitri, R. A. Rahman, R. Venyutzky, and N. A. Rakhmawati, "Analisis klasifikasi sentimen terhadap sekolah daring pada twitter menggunakan Supervised Machine Learning," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, 2021.

[7] A. C. Imanda, N. Hidayat, and M. T. Furqon, "Klasifikasi Kelompok Varietas Unggul Padi Menggunakan Modified K-Nearest Neighbor," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, pp. 2392–2399, 2018.

[8] M. Wolfinbarger and M. C. Gilly, "eTailQ: Dimensionalizing, measuring and predicting etail quality," *J. Retail.*, vol. 79, no. 3, pp. 183–198, 2003, doi: 10.1016/S0022-4359(03)00034-4.

[9] A. Josi and L. Andretti Abdillah, "PENERAPAN TEKNIK WEB SCRAPING PADA MESIN PENCARI ARTIKEL ILMIAH," 2014.

[10] R. Feldman and J. Sanger, *The text mining handbook : advanced approaches in analyzing unstructured data*. Cambridge University Press, 2007.

[11] M. R. Faisal, D. Kartini, A. R. Arrahimi, and T. H. Saragih, *Belajar Data Science: Text Mining Untuk Pemula I*. 2022.

[12] M. S. Al Ghofany, R. Dwiyansaputra, F. Bimantoro, and Khairunnas, *Indonesian SMS Spam Detection Using TF-RF Feature Weighting Method and Support Vector Machine Classifier*. 2023.

[13] R. N. Aufa, S. S. Prasetiyowati, and Y. Sibaroni, "The Effect of Feature Weighting on Sentiment Analysis TikTok Application Using The RNN Classification," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 5, no. 1, Jun. 2023, doi: 10.47065/bits.v5i1.3597.

[14] L. M. Cendani and A. Wibowo, "Perbandingan Metode Ensemble Learning pada Klasifikasi Penyakit Diabetes," *J. Masy. Inform.*, pp. 33–44, 2022.

[15] G. Kyriakides and K. G. Margaritis, *Hands-On Ensemble Learning with Python: Build Highly Optimized Ensemble Machine Learning Models Using Scikit-learn and Keras*. 2019.

[16] A. S. Nugroho, A. B. Witarto, and D. Handoko, "Support Vector Machine-Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika 1," *Proceeding Indones. Sci. Meeiting Cent. Japan.*, 2003, [Online]. Available: http://asnugroho.net

[17] E. Hasibuan and E. A. Heriyanto, "Analisis Sentimen Pada Ulasan Aplikasi Amazon Shopping Di Google Play Store Menggunakan Naive Bayes Classifier," *J. Tek. dan Sci.*, pp. 13–24, 2022.

[18] N. L. P. C. Savitri, R. A. Rahman, R. Venyutzky, and N. A. Rakhmawati, "Analisis Klasifikasi Sentimen Terhadap Sekolah Daring pada Twitter Menggunakan Supervised Machine Learning," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.28932/jutisi.v7i1.3216.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7224

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Optimasi Perencanaan Peningkatan Kesejahteraan Ekonomi Masyarakat Dengan Pendekatan Sistem Dinamis Di Provinsi Jawa Tengah

Faiz Zamzami[1], Putri Cahya Ningrum[2], dan Lolanda Hamim Annisa[3]
Sains dan Teknologi, Universitas Putra Bangsa[1,2,3]
e-mail: faizzamzami10p@gmail.com

ABSTRACT

Welfare is something that must be realized by the government for the entire society, as it is one of the main goals of development. Both from an economic and social perspective, welfare reflects the quality of life and prosperity experienced by individuals and communities. Central Java Province faces various challenges in improving economic welfare, such as high poverty rates, low per capita income, and economic disparities that require special attention. In this context, dynamic system modeling is used to illustrate the complex relationships between variables that affect economic welfare. The Causal Loop Diagram (CLD) and Stock Flow Diagram (SFD) methods are applied to visualize the dynamic interactions between various economic factors. This modeling aims to provide a better understanding of the interrelated factors that influence community welfare, as well as how changes in one variable can affect the system as a whole. The results of this modeling show that the interactions between these economic variables are very complex, but can provide valuable insights for formulating more effective policies to improve the welfare of the community in Central Java Province. This dynamic system approach provides a more detailed and comprehensive view of the relationships between economic factors, making it possible to design more effective and sustainable policies.

Keywords: *Welfare; Socio-Economic; System Modeling; Dynamic System; Central Java.*

ABSTRAK

Kesejahteraan merupakan suatu hal yang harus diwujudkan oleh pemerintah untuk seluruh masyarakat, karena menjadi salah satu tujuan utama pembangunan. Baik dari segi ekonomi maupun sosial, kesejahteraan mencerminkan kualitas hidup dan kemakmuran yang dirasakan oleh individu maupun komunitas. Provinsi Jawa Tengah menghadapi berbagai tantangan dalam meningkatkan kesejahteraan ekonomi, seperti tingginya tingkat kemiskinan, rendahnya pendapatan per kapita, dan kesenjangan ekonomi yang memerlukan perhatian khusus. Dalam konteks ini, pemodelan sistem dinamis digunakan untuk menggambarkan hubungan kompleks antar

variabel yang mempengaruhi kesejahteraan ekonomi. Metode Causal Loop Diagram (CLD) dan Stock Flow Diagram (SFD) diterapkan untuk memvisualisasikan interaksi antara berbagai faktor ekonomi secara dinamis. Pemodelan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai faktor-faktor yang saling terkait dan mempengaruhi kesejahteraan masyarakat, serta bagaimana perubahan dalam satu variabel dapat mempengaruhi sistem secara keseluruhan. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan model simulasi yang merujuk pada optimalisasi yang menunjukkan bahwa dengan adanya interaksi variable yang telah didefinisikan akan memberikan gambaran dampak terhadap upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Provinsi Jawa Tengah. Dan hal tersebut diharapkan mampu untuk memberikan pertimbangan terkait kebijakan yang lebih efektif. Pendekatan sistem dinamis ini memberikan pandangan yang lebih terperinci dan komprehensif mengenai hubungan antar faktor-faktor ekonomi, sehingga dapat digunakan untuk merancang kebijakan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Kata kunci: Kesejahteraan; Sosial Ekonomi; Pemodelan Sistem; Sistem Dinamis; Jawa Tengah.

PENDAHULUAN

Kesejahteraan kehidupan masyarakat yang adil dan merata di seluruh wilayah, baik di daerah perdesaan maupun perkotaan, adalah tujuan utama pembangunan nasional oleh pemerintah Indonesia [1]. Kesejahteraan dari segi ekonomi dan sosial mencerminkan kemakmuran dan kualitas hidup yang dirasakan oleh individu dan komunitas. Kesejahteraan ekonomi masyarakat adalah indikator penting yang menunjukkan tingkat perkembangan suatu daerah [2]. Indikator ini dapat dilihat dari berbagai aspek, seperti tingkat pendapatan per kapita, pengurangan angka kemiskinan, pengangguran, serta akses masyarakat terhadap pendidikan dan layanan kesehatan. Meningkatkan kinerja perekonomian untuk menciptakan lapangan kerja dan menyediakan kehidupan yang layak bagi seluruh rakyat adalah tujuan utama pembangunan nasional, yang pada akhirnya akan membawa kesejahteraan masyarakat Indonesia [3]. Peningkatan kesejahteraan ekonomi tidak hanya berfokus pada pembangunan daerah saja, tetapi juga dapat menjadi cerminan kualitas hidup masyarakat yang lebih baik. Provinsi Jawa Tengah masih menghadapi tantangan dalam peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat, dengan tingkat kemiskinan yang relatif tinggi, pendapatan per kapita yang masih di bawah rata-rata nasional, dan tantangan kesenjangan ekonomi yang memerlukan perhatian khusus. Meskipun pembangunan terus dilakukan, pemerintah daerah masih harus menangani masalah kesejahteraan ekonomi yang kompleks. Variabel-variabel tersebut saling terkait erat dan memainkan peran penting dalam menentukan kesejahteraan ekonomi masyarakat. Terlebih, dikutip dari laman Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Tengah, Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi terbesar di Pulau Jawa, dengan jumlah penduduk signifikan mencapai lebih dari 37 juta jiwa, menjadikannya salah satu wilayah dengan populasi tertinggi di Indonesia (BPS Jawa Tengah, 2024). Setiap daerah diharapkan mampu mencapai target yang telah ditetapkan. Dengan kinerja keuangan daerah yang baik dan optimal diharapkan kesejahteraan masyarakat dapat meningkat secara signifikan [4].

Permasalahan kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah masih tergolong tinggi jika dibandingkan dengan provinsi-provinsi lain di Pulau Jawa [5]. Kemiskinan menjadi masalah mendasar yang menghambat peningkatan pembangunan. Dalam pelaksanaannya, pembangunan sering menghadapi tantangan terkait kesejahteraan masyarakat, terutama kemiskinan. Tingginya angka kemiskinan dapat memicu berbagai masalah sosial negatif yang kompleks dan kronis [6]. Tingginya angka kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah tidak hanya berdampak pada tingkat kesejahteraan masyarakat, tetapi juga mengurangi akses terhadap pendidikan, kesehatan, layanan sosial, dan kesempatan kerja, sehingga memengaruhi berbagai aspek kehidupan secara keseluruhan. Kemiskinan tidak hanya soal ketidakmampuan ekonomi, tetapi juga kegagalan dalam memenuhi hak dasar dan ketimpangan perlakuan terhadap individu atau kelompok [7].

Pengangguran merupakan salah satu indikator penting yang menggambarkan tingkat pembangunan dan kesejahteraan masyarakat. Tingkat pengangguran mengacu pada persentase angkatan kerja yang tidak memiliki pekerjaan namun aktif mencarinya. Peningkatan jumlah pengangguran menjadi masalah serius dalam pembangunan, yang sering kali disebabkan oleh pertumbuhan kesempatan kerja yang tidak sebanding dengan peningkatan jumlah angkatan kerja setiap tahunnya [8]. Selain itu, peningkatan jumlah penduduk yang cepat memperburuk kondisi ini,

menyebabkan pengangguran semakin meluas dan menjadi tantangan besar bagi perekonomian daerah [9].

Sementara itu, pendapatan per kapita sering kali digunakan sebagai indikator utama untuk mengukur kesejahteraan ekonomi secara keseluruhan. Pendapatan per kapita merupakan salah satu indikator utama yang sering digunakan untuk mengukur tingkat kesejahteraan ekonomi suatu negara atau wilayah. Indikator ini dihitung dengan membagi Produk Domestik Bruto (PDB) atau Produk Nasional Bruto (PNB) dengan jumlah penduduk. Dengan demikian, pendapatan per kapita mampu mencerminkan seberapa besar rata-rata pendapatan yang diperoleh oleh individu dalam suatu masyarakat.Pendapatan per kapita, yang diukur melalui GNP atau PDB, merupakan indikator yang mencerminkan kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat, karena dapat menggambarkan tingkat kesejahteraan manusia secara langsung [10]. Daya beli masyarakat, yang diukur dari rata-rata pengeluaran per kapita, mencerminkan tingkat pendapatan dan menjadi indikator keberhasilan pembangunan dalam memenuhi kebutuhan hidup layak [11].

Ketiga indikator tersebut terbukti saling memengaruhi dan berkaitan satu sama lain. Interaksi di antara ketiganya menciptakan dinamika yang kompleks sehingga sulit diatasi secara bersamaan. Kompleksitas ini menuntut pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi dalam upaya meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat. Pemodelan simulasi dengan pendekatan sistem dinamis dinilai tepat untuk menganalisis dan menangani permasalahan yang kompleks tersebut. Penelitian terdahulu yang menggunakan pemodelan sistem dinamis telah banyak dilakukan di berbagai bidang, terutama di bidang sosial ekonomi. Salah satu contohnya adalah pemodelan sistem dinamis dengan pendekatan *Causal Loop Diagram* (CLD) untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat dalam penanggulangan kemiskinan. Pendekatan ini menganalisis berbagai elemen yang memengaruhi kemiskinan dan menggambarkannya melalui CLD [12].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model sistem dinamis yang berfokus pada interaksi antara kemiskinan, pengangguran, dan pendapatan per kapita di Provinsi Jawa Tengah. Tingginya tingkat kemiskinan sering kali berkaitan dengan rendahnya pendapatan per kapita serta tingginya angka pengangguran, yang disebabkan oleh keterbatasan akses terhadap pendidikan dan peluang kerja. Sebaliknya, peningkatan pendapatan per kapita dapat menekan angka kemiskinan dan membuka lebih banyak lapangan kerja, sehingga membantu menurunkan tingkat pengangguran. Namun, tingginya pengangguran juga dapat berdampak negatif terhadap pendapatan per kapita, memperburuk kondisi ekonomi masyarakat, dan meningkatkan jumlah penduduk miskin. Interaksi antara ketiga variabel ini membentuk sistem yang dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti investasi, pertumbuhan ekonomi, dan kebijakan pemerintah. Faktor-faktor ini dapat mempercepat atau menghambat peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dengan penerapan model sistem dinamis, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang mendalam mengenai faktor-faktor utama yang memengaruhi kesejahteraan ekonomi masyarakat. Selain itu, model ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam pengambilan keputusan berbasis data yang lebih efektif. Penelitian ini didukung oleh berbagai kajian literatur yang relevan untuk memperkuat validitas model yang telah dikembangkan. Oleh karena itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perumusan kebijakan dan strategi ekonomi yang lebih baik khususnya bagi wilayah Jawa Tengah.

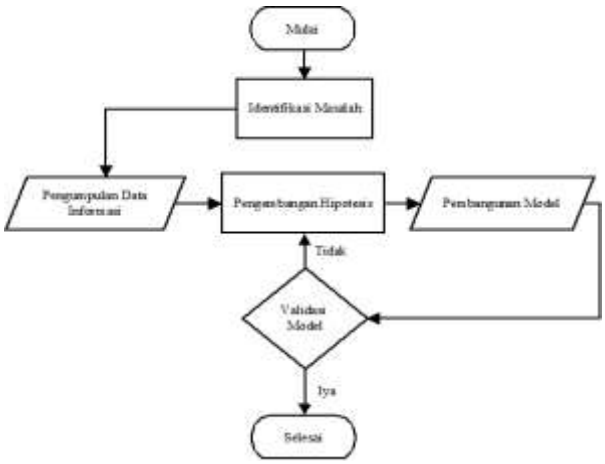
METODE

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis untuk menghasilkan model sistem dinamis yang dapat digunakan dalam perencanaan peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat. Adapun tahapan-tahapan penelitian ini adalah dijelaskan pada gambar 1 di bawah ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model konseptual yang menggambarkan hubungan antara kemiskinan, pengangguran, dan pendapatan per kapita sehingga dapat menunjukkan tingkat kesejahteraan ekonomi masyarakat di Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini akan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang menggunakan metode Sistem Dinamis. Metode pemodelan sistem dinamis digunakan karena kemampuannya dalam menggambarkan sistem kompleks yang memiliki hubungan umpan balik dan perilaku yang berubah seiring waktu. Pemodelan ini memungkinkan

peneliti untuk memprediksi serta merumuskan kebijakan berdasarkan model yang telah dibangun [13]. Metode ini sering digunakan dalam analisis kebijakan di berbagai bidang untuk menilai berbagai pilihan kebijakan dengan mempertimbangkan hubungan sebab-akibat [14]. Penelitian ini tidak menggunakan data empiris melainkan berfokus pada pengembangan model berdasarkan teori dan literatur yang relevan.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi masalah utama terkait kesejahteraan ekonomi di Provinsi Jawa Tengah. Proses ini mencakup studi literatur mendalam untuk mengkaji berbagai penelitian sebelumnya yang relevan. Fokus utama terletak pada eksplorasi faktor-faktor yang memengaruhi kesejahteraan ekonomi masyarakat, seperti pertumbuhan ekonomi, tingkat pengangguran, tingkat kemiskinan, inflasi, dan kebijakan pemerintah yang berlaku. Selain itu, literatur yang berkaitan dengan ide dan teori sistem dinamis diperiksa untuk mendapatkan pemahaman tentang metode yang dapat digunakan untuk mensimulasikan bagaimana variabel-variabel tersebut berinteraksi satu sama lain.

Penentuan Variabel

Setelah permasalahan teridentifikasi, dilakukan penentuan variabel-variabel yang relevan dan berpengaruh terhadap kesejahteraan ekonomi. Setiap variabel didefinisikan dengan teori dan referensi yang relevan, memberikan kerangka kerja yang jelas untuk analisis lebih lanjut. Proses ini penting untuk memastikan bahwa model yang dibangun dapat menunjukkan kondisi saat ini dan memberikan gambaran yang akurat tentang bagaimana berbagai komponen berinteraksi satu sama lain untuk memengaruhi kesejahteraan ekonomi. Metode ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tentang hubungan sebab-akibat antarvariabel, tetapi juga memberikan dasar yang solid untuk simulasi sistem dinamis. Penelitian dapat menjelaskan bagaimana variabel-variabel ini berinteraksi satu sama lain dan memengaruhi kesejahteraan ekonomi secara keseluruhan dengan mengidentifikasi variabel-variabel ini secara menyeluruh.

Hubungan Antar Variabel

Tahap ini melibatkan penyusunan hubungan sebab-akibat antar variabel menggunakan pendekatan sistem dinamis. Hubungan antar variabel dijelaskan pada tabel beserta studi literatur yang relevan untuk mendukung perancangan model sistem dinamis.

Table 1. Tabel Hubungan Variabel Utama dan Parameternya

No	Variabel Utama	Parameter	Hubungan
1	Tingkat Kemiskinan	Pertumbuhan Ekonomi	(-) Mengurangi Tingkat Kemiskinan [15]
		Gini Ratio	(+) Menambah Tingkat Kemiskinan [16]
2	Tingkat Pengangguran	Rata-rata Lama Sekolah (RLS)	(-) Mengurangi Tingkat Pengangguran [17]
		Automisasi Teknologi	(+) Menambah Tingkat Pengangguran [18]
3	Pendapatan per Kapita	Pertumbuhan Penduduk	(-) Mengurangi Pendapatan per Kapita [19]
		Upah Minimum	(+) Menambah Penadapatan Perkapita [20]

Perancangan Model Sistem Dinamis

Perancangan model sistem dinamis dilakukan dalam dua tahapan utama yang saling berkaitan, yaitu Pembuatan Causal Loop Diagram (CLD) dan Pengembangan Stock and Flow Diagram. Setiap tahapan memiliki tujuan dan metodologi yang spesifik untuk memastikan bahwa model yang dihasilkan dapat merepresentasikan dinamika sistem dengan akurat.

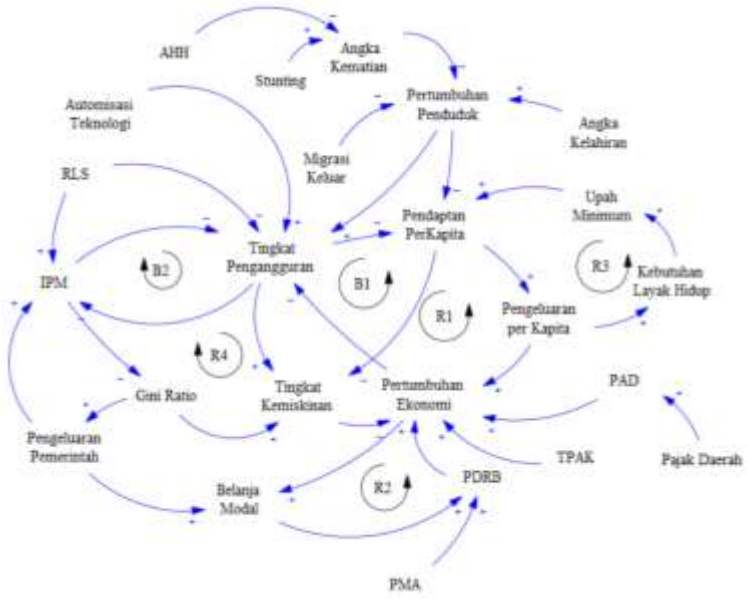
1. Causal Loop Diagram (CLD): Pada tahap ini, peneliti mulai dengan mengidentifikasi variabel-variabel kunci yang telah ditentukan sebelumnya dan menggambarkan hubungan sebab-akibat di antara mereka. CLD berfungsi untuk memvisualisasikan interaksi antar variabel dalam sistem, serta mengidentifikasi umpan balik (feedback loops) yang ada. Umpan balik ini dapat bersifat positif (memperkuat perubahan) atau negatif (menstabilkan sistem).
2. Stock and Flow Diagram: Setelah CLD selesai, langkah berikutnya adalah mengembangkan Stock and Flow Diagram. Diagram ini memberikan detail lebih lanjut tentang variabel stok dan aliran, serta bagaimana mereka berinteraksi dalam konteks waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Model Sistem Dinamis

Hasil dari model sistem dinamis ini berfokus pada hubungan antara Tingkat Kemiskinan, Tingkat Pengangguran, dan Pendapatan per Kapita beserta variabel pendukungnya untuk mengidentifikasi faktor yang memengaruhi Kesejahteraan Ekonomi di Provinsi Jawa Tengah. Pendekatan *Causal Loop Diagram* (CLD) digunakan untuk memetakan keterkaitan sebab-akibat antar variabel, baik yang bersifat memperkuat (*reinforcing*) maupun menyeimbangkan (*balancing*), guna mempermudah analisis dinamika kesejahteraan ekonomi. Hasil pemodelan CLD dapat dilihat pada gambar 1.

Causal Loop Diagram (CLD) yang ditampilkan menggambarkan hubungan dinamis antara berbagai variabel yang memengaruhi kesejahteraan ekonomi di Provinsi Jawa Tengah. Terdapat beberapa loop penguatan (*reinforcing*) dan penyeimbang (*balancing*) yang saling berinteraksi. Loop *Reinforcing* R1 menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan PDRB, yang selanjutnya meningkatkan pendapatan per kapita. Kenaikan pendapatan ini memperbesar pengeluaran per kapita, yang pada akhirnya memperkuat pertumbuhan ekonomi. Selanjutnya, loop R2 menggambarkan bahwa pertumbuhan ekonomi dapat meningkatkan belanja modal dan menarik penanaman modal asing (PMA), yang kemudian mendorong PDRB dan mempercepat pertumbuhan ekonomi. Loop R3 menunjukkan bahwa kenaikan upah minimum meningkatkan kebutuhan layak hidup dan pengeluaran per kapita, yang berpotensi meningkatkan pendapatan per kapita dan kesejahteraan masyarakat.



Gambar 2. *Causal Loop* Diagram

Di sisi lain, loop *Balancing* B2 menggambarkan bahwa peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan rata-rata lama sekolah (RLS) dapat menurunkan tingkat pengangguran dan mengurangi kemiskinan. Loop B1 menunjukkan bahwa tingginya tingkat pengangguran mendorong migrasi keluar, yang dapat menurunkan tingkat pengangguran dan mengurangi tekanan terhadap pendapatan per kapita. Namun, loop *Reinforcing* R4 memperlihatkan bahwa peningkatan ketimpangan pendapatan (Gini Ratio) dapat memperburuk tingkat kemiskinan, yang kemudian meningkatkan pengangguran dan memperbesar kesenjangan ekonomi. Secara keseluruhan, CLD ini mengilustrasikan interaksi kompleks antara variabel ekonomi yang saling memengaruhi, baik melalui penguatan maupun penyeimbangan, yang pada akhirnya berdampak pada kesejahteraan ekonomi masyarakat.

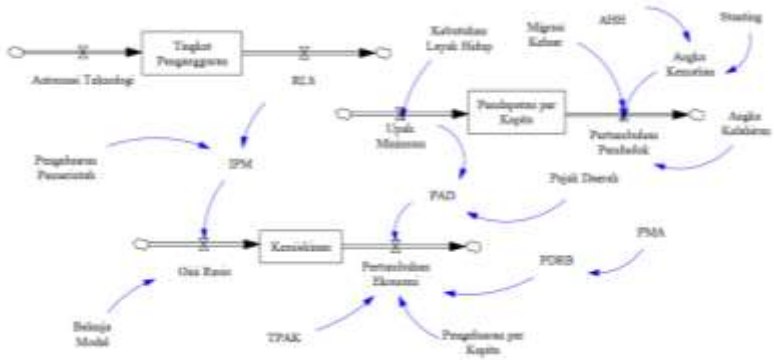
Diagram *Stock and Flow*

Diagram *Stock and Flow* digunakan untuk menggambarkan dinamika perubahan variabel dalam sistem. Variabel Stock berfungsi sebagai akumulasi, sedangkan Flow menunjukkan laju perubahan. Untuk menganalisis lebih mendalam dinamika sistem yang kompleks, *Diagram Stock and Flow* digunakan sebagai alat visualisasi yang menggambarkan bagaimana variabel dalam sistem saling berinteraksi dan berubah seiring waktu. Diagram ini membantu mengidentifikasi sumber akumulasi (*stock*) dan aliran (*flow*) yang memengaruhi pergerakan variabel utama dalam sistem. Untuk lebih jelasnya, Diagram Stock Flow dapat dilihat di gambar 3.

Pada diagram Stock Flow dapat dijelaskan beberapa interaksi antar variabel, contohnya pada Tingkat Pengangguran terdapat dua faktor yang memengaruhi yaitu Automasi Teknologi meningkatkan pengangguran karena menggantikan manusia dengan mesin otomatis. Sebaliknya, RLS meningkatkan keterampilan dan pendidikan masyarakat, membuat mereka lebih kompetitif di pasar kerja, yang mengurangi pengangguran. Pada Kemiskinan, Pertumbuhan Ekonomi berfungsi sebagai outflow, menurunkan kemiskinan melalui peningkatan PDRB dan Pengeluaran Per Kapita masyarakat. Sementara Gini Rasio meningkatkan ketimpangan distribusi pendapatan yang disebabkan oleh rendahnya Belanja Modal dan Pengeluaran Pemerintah. Pada Pendapatan Per Kapita juga memiliki dua faktor yang berpengaruh, dimana Upah Minimum yang dapat mendorong kenaikan standar upah masyarakat berfungsi sebagai inflow yang meningkatkan Pendapatan Per Kapita. Dan sebaliknya, Pertumbuhan Penduduk berfungsi sebagai outflow, yang mengurangi Pendapatan Per Kapita karena peningkatan jumlah penduduk tidak diiringi oleh pertumbuhan ekonomi yang memadai.

Hubungan antara variabel ini menunjukkan sistem umpan balik dinamis. Dalam sistem ini, variabel seperti Belanja Modal dan Pengeluaran Pemerintah, dapat dipengaruhi secara langsung

maupun tidak langsung terhadap variabel utama, menyebabkan perubahan pada kesejahteraan umum. Model ini memberikan gambaran yang komplek tentang bagaimana berbagai komponen berdampak satu sama lain melalui jalur inflow dan outflow.



Gambar 3. *Stock Flow* Diagram

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa melalui penyesuaian parameter model dan evaluasi skenario secara iteratif, dapat diidentifikasi skenario kebijakan yang lebih optimal dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Provinsi Jawa Tengah. Proses optimasi dilaksanakan dengan cara mengidentifikasi strategi kebijakan yang memberikan dampak paling signifikannya terhadap peningkatan pendapatan per kapita, penurunan tingkat kemiskinan, dan reduksi angka pengangguran. Model yang telah dioptimalkan memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai interaksi kompleks antara faktor-faktor ekonomi, serta berfungsi sebagai alat bantu dalam perencanaan strategi kebijakan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman konseptual, tetapi juga menyediakan landasan untuk mengembangkan kebijakan ekonomi yang berbasis sistem dinamis dengan lebih optimal.

Pemodelan ini diharapkan dapat menghasilkan suatu model simulasi yang merujuk pada optimalisasi, yang menunjukkan bahwa interaksi antara variabel yang telah didefinisikan akan memberikan pemahaman mengenai dampak terhadap upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat di Provinsi Jawa Tengah. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pertimbangan yang relevan terkait kebijakan yang lebih efektif. Dengan demikian, model simulasi yang dihasilkan tidak hanya memberikan gambaran mengenai interaksi variabel ekonomi, tetapi juga berfungsi sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan kebijakan yang lebih optimal dan berbasiskan bukti.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Nuradhawati and I. Kristian, "Pelaksanaan Pembangunan Ekonomi Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Di Wilayah Perbatasan Indonesia-Timor Leste : Studi Kasus Kabupaten Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Academia Praja*, vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.36859/jap.v5i1.837.

[2] S. P. Rahayu, R. R. Aripin, and I. S. Ahmad, "Pemodelan Regresi Multivariat pada Penentuan Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Kesejahteraan di Jawa Tengah," *Jurnal Varian*, vol. 3, no. 2, pp. 125–138, Apr. 2020, doi: 10.30812/varian.v3i2.654.

[3] N. Handayani, "Pengaruh IPM, Pertumbuhan Ekonomi dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017-2019," *Diponegoro Journal of Economics*, vol. 11, no. 1, 2022, doi: https://doi.org/10.14710/djoe.32658.

[4] N. Priyono, A. Nurul Fatimah, and Y. Army Nurcahya, "Pengaruh Pad Dan Dana Perimbangan Terhadap Kinerja Keuangan Daerah Dan Kesejahteraan Masyarakat Di Jawa Tengah," *Jurnal REP (Riset Ekonomi Pembangunan)*, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.31002/rep.v5i2.2202.

[5] Y. A. Sari, "Pengaruh Upah Minimum Tingkat Pengangguran Terbuka Dan Jumlah Penduduk Terhadap Kemiskinan Di Provinsi Jawa Tengah," *Equilibrium : Jurnal Ilmiah Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, vol. 10, no. 2, pp. 121–130, Oct. 2021, doi: 10.35906/je001.v10i2.785.

[6] D. Dwi Ferian, E. Yusuf Agung Gunanto, J. H. Soedarto, and S. Tembalang, "Analisis Faktor Penyebab Kemiskinan dan Bagaimana Penanggulangannya : Studi Empiris Pada 29 Kabupaten di Jawa Tengah 2014-2020," *Ekonomikawan : Jurnal Ilmu ekonomi dan Studi Pembangunan*, Dec. 2021, doi: 10.30596/ekonomikawan.v%vi%i.7985.

[7] D. Martini and N. Woyanti, "Analisis Pengaruh Pdrb, Ipm, Dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan 35 Kab/Kota Di Provinsi Jawa Tengah (2016-2020)," *BISECER (Business Economic Entrepreneurship)*, Jul. 2022, doi: https://dx.doi.org/10.61689/bisecer.v5i2.345.

[8] T. Yuliana, L. T. Laut, and G. Jalunggono, "Analisis Determinasi Pengangguran Terbuka Provinsi Jawa Tengah Tahun 2005-2019," *DINAMIC: Directory Journal of Economic*, vol. 2, no. 2, 2020.

[9] A. Nuraeni, M. S. Alfarisi, M. Sohib, R. A. Hidayat, Z. Nazla, and D. Desmawan, "Pengaruh Inflasi Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka Di Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Manajemen Akuntansi (JUMSI)*, vol. 4, no. 3, pp. 696–700, Jul. 2024, doi: 10.36987/jumsi.v4i3.4165.

[10] N. M. Aidar, "Analisis Pengaruh Belanja Pemerintah Sektor Kesehatan dan Pendidikan terhadap Pendapatan Per Kapita di Provinsi Aceh," *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik Indonesia*, vol. 1, no. 2, 2016.

[11] R. Sihite, "Analisis Pengaruh Pendapatan Perkapita, Jumlah Konsumsi Dan Pertumbuhan Ekonomi Di Kabupaten/ Kota Provinsi Kalimantan Tengah," *JEPP : Jurnal Ekonomi Pembangunan Dan Pariwisata*, vol. 2, no. 1, 2022, doi: 10.52300/jepp.v2i1.4433.

[12] W. Puja Ningrum, A. Kendra Azaria, and M. Jihan Shofa, "Penanggulangan Kemiskinan Di Kota Serang Dengan Menggunakan Causal Loop Diagram Poverty Alleviation In Serang City Using Causal Loop Diagram," *Metode Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 2, 2024.

[13] H. Q. Karima, M. A. Saputra, and F. Romadlon, "Analisis Kapasitas Produksi dan Pemenuhan Permintaan dengan Model Sistem Dinamis pada Industri Semen," *UNISTEK*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.33592/unistek.v9i1.1919.

[14] L. R. Andhika, "Model Sistem Dinamis: Simulasi Formulasi Kebijakan Publik," *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: 10.22212/jekp.v10i1.1242.

[15] J. Pendidikan Ekonomi, W. Putri Alisha, F. Ekonomi, and U. Negeri Padang, "Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi terhadap Tingkat Kemiskinan di Kabupaten/ Kota Sumatera Barat," *Jurnal EcoGen*, vol. 4, no. 4, p. 2021, 2021, doi: http://dx.doi.org/10.24036/jmpe.v4i4.12455.

[16] M. A. Maulana, A. Julia, and A. Y. Mafruhat, "Pengaruh Indeks Pendidikan, Gini Rasio, Jumlah Penduduk, dan Pendapatan Perkapita terhadap Tingkat Kemiskinan di Enam Provinsi Indonesia Tahun 2015-2019," *Bandung Conference Series: Economics Studies*, vol. 2, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.29313/bcses.v2i1.300.

[17] N. Qausar and R. S. Aminda, "Determinan Tingkat Pengangguran Terbuka Di Kabupaten/Kota Provinsi Kepulauan Riau," *Journal of Development Economics and Digitalization*, 2022.

[18] I. G. A. D. Dhyanasaridewi, "Analisis Digitalisasi Industri, Penciptaan Kesempatan Kerja dan Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia," *Kompleksitas*, vol. 9, no. 01, pp. 21–29, 2020.

[19] Muslimin, "Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Pendapatan Per Kapita di Kabupaten Berau," *Economy Bring Ultimate Information All About Development Journal*, vol. 5, 2021.

[20] Q. Qarina, "Implementasi Upah dan Pajak terhadap Peningkatan Pendapatan Perkapita di Indonesia," *SINOMIKA Journal: Publikasi Ilmiah Bidang Ekonomi dan Akuntansi*, vol. 1, no. 4, pp. 1021–1030, Nov. 2022, doi: 10.54443/sinomika.v1i4.553.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7226

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Multiple Encryption Menggunakan Electronic Code Book dan Modifikasi Algoritma Playfair Cipher 9x9 untuk Keamanan Data Teks

Jonathan Anandar Cahyadi[1], Citra Nurina Prabiantissa[2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: jonathana4017@gmail.com

ABSTRACT

Over the past decade, the increasing use of computer networks has brought new challenges related to privacy and security, especially for sensitive data such as psychiatric patient medical records. Cryptography has emerged as a solution to maintain the confidentiality of information. This study aims to address the security of text data by combining the Modified 9x9 Playfair Cipher algorithm and Electronic Code Book (ECB) in the encryption process to improve the security of psychiatric patient medical data. The results of the study showed that the average results of the Avalanche Effect test conducted by the researcher were 32.32% for the Playfair 9x9 method, 50.47% for the ECB method and 50.70 for the combination of both. It can be seen that there is an alignment of the increase in the number of different bits with the percentage of Avalanche Effect which shows that for each bit length of the data row, there is a limit to the percentage of Avalanche Effect that will be obtained. With the highest percentage of Avalanche Effect, namely 58.75%.

Keywords: *Multiple Encryption, Cryptography, 9x9 Modified Playfair Cipher, Electronic Code Book (ECB)*

ABSTRAK

Selama dekade terakhir, peningkatan penggunaan jaringan komputer telah membawa tantangan baru terkait privasi dan keamanan, terutama untuk data sensitif seperti catatan medis pasien psikiatri. Kriptografi muncul sebagai solusi untuk menjaga kerahasiaan informasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keamanan data teks dengan menggabungkan algoritma Modified 9x9 Playfair Cipher dan Electronic Code Book (ECB) dalam proses enkripsi untuk meningkatkan keamanan data medis pasien psikiatri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata hasil pengujian Avalanche Effect yang dilakukan oleh peneliti adalah 32,32% untuk metode Playfair 9x9, 50,47 %untuk metode ECB dan 50,70 untuk gabungan keduanya. Dapat dilihat bahwa ada

keselarasan dari kenaikan jumlah bit yang berbeda dengan persentase Avalanche Effect yang menunjukkan bahwa pada setiap panjang bit baris data maka ada batas persentase Avalanche Effect yang akan didapatkan. Dengan persentase Avalanche Effect paling tinggi yaitu 58,75%.
Kata kunci: Multiple Encryption, Kriptografi, Playfair Cipher modifikasi 9x9, Electronic Code Book (ECB)

PENDAHULUAN

Penggunaan jaringan komputer dalam berbagai sektor, seperti pemerintahan, bisnis, dan pendidikan, telah meningkat dalam sepuluh tahun terakhir, memunculkan tantangan privasi dan keamanan. Kriptografi, terutama enkripsi, menjadi kunci untuk menjaga kerahasiaan pesan, memerlukan upaya berkelanjutan dan partisipasi para ahli [1]. Keamanan informasi sensitif menjadi faktor penting dalam era teknologi informasi, terutama dalam komunikasi berbasis teks yang rentan terhadap penyalahgunaan [2].

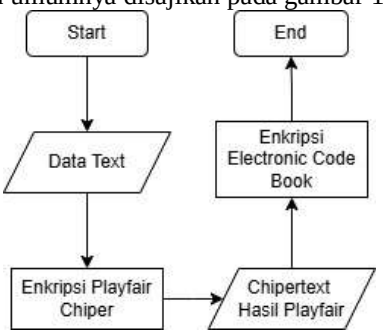
Data sensitif, seperti rekam medis, memerlukan perlindungan ekstra melalui enkripsi untuk mematuhi peraturan privasi. Penggunaan teknik kriptografi membantu melindungi data dan komunikasi di tengah perubahan lanskap digital [3]. Keamanan data medis juga menjadi krusial dalam praktik klinis, di mana enkripsi digunakan untuk melindungi privasi pasien dan integritas informasi kesehatan mental [4].

Beberapa algoritma seperti Electronic Code Book telah terbukti efektif dalam melindungi data privasi seperti data pegawai dari akses yang tidak sah di PDAM Tirta Sanita Sumber [6]. Penggabungan Electronic Code Book dengan Playfair Cipher dapat mengatasi kerentanan umum dalam enkripsi simetris, seperti analisis frekuensi dan uji Kasiski. Algoritma Playfair Cipher adalah algoritma kriptografi yang digunakan secara luas, tetapi perlu diperkuat dan ditingkatkan keamanannya untuk menghadapi serangan kriptoanalisis yang berkembang. Penggabungan Playfair Cipher dengan algoritma kriptografi kontemporer seperti RSA atau AES [7].
Menggabungkan Electronic Code Book dengan Playfair Cipher dapat mengatasi kerentanan umum dalam enkripsi simetris, memberikan tingkat keamanan yang diperlukan untuk melindungi informasi sensitif dalam lingkungan digital [5].

Penggabungan *Electronic Code Book* dengan metode enkripsi *Playfair Cipher* menawarkan solusi terhadap sejumlah masalah umum yang sering dihadapi oleh teknik enkripsi simetris secara umum. Masalah keamanan ini berkaitan dengan kerentanan terhadap serangan seperti analisis frekuensi dan uji Kasiski. Dengan bantuan *Playfair Cipher*, pendekatan ini diharapkan dapat mengatasi potensi kerentanan keamanan.

METODE

Program yang dikembangkan dalam penelitian ini menggabungkan teknik enkripsi *Playfair Cipher* berukuran 9x9 dengan mode *Electronic Code Book (ECB).* Pada tahap enkripsi, algoritma Playfair Cipher dimodifikasi untuk meningkatkan tingkat keamanan dan ketidakdugaan dari hasil ciphertext. Gambaran umumnya disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem

Proses enkripsi dan dekripsi dengan mencoba melakukan perhitungan pada data melalui ekstraksi tabel atau perhitungan manual dengan algoritma Playfair Cipher dan Electronic Code Book:

1. Data Teks
   Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *Kaggle* dengan jumlah 142 data pemeriksaan pasien psikiatri dengan jumlah pasien yang di observasi sebanyak 50 pasien.
2. Algoritma Playfair Chiper
   Playfair cipher diklasifikasikan sebagai cipher poligram, khususnya menggunakan bigram untuk menggantikan dua huruf secara simultan, membedakannya dari cipher klasik lain yang beroperasi pada huruf tunggal. Berikut langkah - langkah untuk menggunakan metode sandi Playfair untuk mengenkripsi data:
   1. Setiap huruf digantikan dengan huruf di bawahnya jika terdapat dua huruf dalam kolom kunci yang sama.
   2. Setiap huruf digantikan dengan huruf di sebelah kanannya jika dua huruf berada dalam baris kunci yang sama.
   3. Huruf pada perpotongan baris huruf pertama dan kolom huruf kedua akan menggantikan huruf pertama jika dua huruf tidak berada dalam baris atau kolom yang sama. Huruf pada sudut keempat dari persegi panjang yang dihasilkan oleh tiga huruf pertama kemudian digunakan untuk menggantikan huruf kedua.
4. Algoritma Electronic Code Book (ECB)
   Selama proses enkripsi, sebuah kunci tertentu (K) dan sebuah fungsi enkripsi (Ek) digunakan untuk mengubah setiap blok plainteks (Pi) menjadi blok cipherteks (Ci) yang sesuai. Dalam proses dekripsi, blok-blok cipherteks (Ci) dapat dikembalikan menjadi blok-blok plainteks (Pi) dengan menggunakan fungsi dekripsi (Dk) yang menggunakan kunci yang sama (K). Representasi matematis dari enkripsi dalam mode Electronic Codebook (ECB) dapat dijelaskan sebagai berikut:
   $Ci = Pi \otimes K$ (1)

   Dimana rumus XOR sebagai berikut :
   $A \otimes B$ = (A AND (NOT B) OR ((NOT A) DAN B) (2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap algoritma yang sudah diterapkan dalam melakukan enkripsi dan dekripsi terhadap data yang didapat, yaitu dengan melakukan pengujian terhadap keamanannya (Avalanche Effect). Semua pengujian dilakukan menggunakan 3 kunci yang memiliki perbedaan panjang bit yaitu :

aBcD123! dengan 64 bit
L0g1c@lP@ssw0rd! dengan 128 bit
R@nd0mC0mplex1oCkK3y!Symb0ls2024 dengan 256 bit

Pengujian Avalanche Effect dilakukan untuk metode Playfair 9x9, Electronic Code Book dan Gabungan keduanya. Pengujian dilakukan pada saat data sudah terenkripsi lalu dilakukan dekripsi, dengan demikian data dapat dibandingkan dari bentuk plaintext dengan bentuk ciphertext-nya. Tabel 1 merupakan berisikan data siswa beserta nilai Avalanche Effect :

Tabel 1. Avalanche Effect Playfair Cipher

Data ke-	Jumlah Bit Plaintext	Jumlah Bit Berbeda	Panjang Bit Kunci	Avalanche Effect (%)
1	80	21	64	26,25
2	80	28	64	35,00
3	80	28	64	35,00

4	160	44	64	27,50
5	160	44	64	27,50
6	160	51	64	31,87
7	288	80	64	27,77
8	288	88	64	30,55
9	288	103	64	35,76
10	80	25	128	31,25
11	80	24	128	30,00
12	80	25	128	31,25
13	160	48	128	30,00
14	160	52	128	32,50
15	160	52	128	32,50
16	288	105	128	36,45
17	288	104	128	36,11
18	288	105	128	36,45
19	80	29	256	36,25
20	80	25	256	31,25
21	80	31	256	38,75
22	160	50	256	31,25
23	160	45	256	28
24	160	50	256	31,25
25	288	100	256	35
26	288	96	256	33
27	288	98	256	34

Tabel 2 Avalanche Effect **Electronic** Code Book

Data ke-	Jumlah Bit Plaintext	Jumlah Bit Berbeda	Panjang Bit Kunci	Avalanche Effect (%)
1	80	40	64	50,00
2	80	40	64	50,00
3	80	38	64	47,50
4	160	89	64	58,55
5	160	81	64	53,28
6	160	79	64	51,97
7	288	151	64	53,92
8	288	135	64	48,21
9	288	135	64	48,21
10	80	42	128	52,50
11	80	36	128	45,00
12	80	40	128	50,00
13	160	84	128	55,26
14	160	82	128	53,95
15	160	78	128	51,32
16	288	144	128	51,43
17	288	142	128	50,71
18	288	126	128	45,00
19	80	36	256	45
20	80	42	256	52,5
21	80	38	256	47,5

22	160	79	256	52
23	160	81	256	53
24	160	75	256	49
25	288	136	256	49
26	288	152	256	54
27	288	122	256	44

Tabel 3 Avalanche Effect Gabungan Playfair Cipher dan Electronic Code Book

Data ke-	Jumlah Bit Plaintext	Jumlah Bit Berbeda	Panjang Bit Kunci	Avalanche Effect (%)
1	80	41	64	51,24
2	80	38	64	47,50
3	80	41	64	51,24
4	160	91	64	56,87
5	160	79	64	49,37
6	160	90	64	56,25
7	288	149	64	51,73
8	288	143	64	49,65
9	288	144	64	50,00
10	80	47	128	58,75
11	80	36	128	45
12	80	49	128	61
13	160	79	128	49
14	160	77	128	48
15	160	79	128	49
16	288	134	128	47
17	288	131	128	45
18	288	134	128	47
19	80	41	256	51
20	80	47	256	58,75
21	80	41	256	51
22	160	76	256	47,5
23	160	81	256	51
24	160	80	256	50
25	288	139	256	48
26	288	139	256	48
27	288	141	256	49

Hasil Tabel 1,2,dan 3 didapati bahwa Playfair Cipher menunjukkan bahwa pada kunci 64 bit, rata-rata Avalanche Effectnya sekitar 30,8%, sementara pada kunci 128-bit, efek Avalanche meningkat menjadi sekitar 32,94%. Pada kunci 256-bit, rata-rata Avalanche Effect mencapai sekitar 33,22%. Selain itu, rata-rata dari kunci dengan panjang 64, 128, dan 256 bit adalah 32,32. ECB menunjukkan bahwa pada kunci 64-bit, rata-rata Avalanche Effectnya sekitar 51,06%, sedangkan pada kunci 128-bit, efek Avalanche sedikit lebih rendah, sekitar 50,71%. Pada kunci 256-bit, rata-rata Avalanche Effect adalah sekitar 49,95%. Tidak secara konsisten, panjang kunci mempengaruhi rata-rata Avalanche Effect pada ECB. Rata-rata dari kunci dengan panjang 64, 128, dan 256 bit adalah 50,47.

Gabungan Playfair Cipher dan ECB menunjukkan bahwa pada kunci 64-bit, rata-rata Avalanche Effectnya sekitar 51,04%, sedangkan pada kunci 128-bit, efek Avalanche sedikit lebih

rendah, yaitu sekitar 50,55%. Pada kunci 256-bit, rata-rata Avalanche Effect adalah sekitar 50,63%. Rata-rata dari kunci dengan panjang 64, 128, dan 256 bit adalah 50,70. Pada kunci 256-bit dan gabungan terdapat kecenderungan untuk mencapai rata-rata Avalanche Effect yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa bahwa rata-rata hasil pengujian Avalanche Effect yang dilakukan oleh peneliti adalah 32,32% untuk metode Playfair 9x9, 50,47 %untuk metode ECB dan 50,70 untuk gabungan keduanya. Dapat dilihat bahwa ada keselarasan dari kenaikan jumlah bit yang berbeda dengan persentase Avalanche Effect yang menunjukkan bahwa pada setiap panjang bit baris data maka ada batas persentase Avalanche Effect yang akan didapatkan. Dengan persentase Avalanche Effect paling tinggi yaitu 58,75% dan persentase paling rendah yaitu 26,25%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Susanti, "Analisis Modifikasi Metode Playfair Cipher Dalam Pengamanan Data Teks," *Indones. J. Data Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–18, Mar. 2020, doi: 10.33096/ijodas.v1i1.4.

[2] Ananda, "Kombinasi Algoritma Playfair Cipher Dengan Metode Zig-zag Dalam Penyandian Teks," INA-Rxiv, preprint, May 2018. doi: 10.31227/osf.io/7r4gk.

[3] A. Mufid, "TEKNIK ENKRIPSI DAN DESKRIPSI MENGGUNAKAN ALGORITHMA ELECTRONIC CODE BOOK (ECB)".

[4] R. Bauer, T. Glenn, S. Monteith, P. C. Whybrow, and M. Bauer, "Survey of psychiatrist use of digital technology in clinical practice," *Int. J. Bipolar Disord.*, vol. 8, no. 1, p. 29, Dec. 2020, doi: 10.1186/s40345-020-00194-1.

[5] M. Z. Siambaton and A. Muhazir, "MODIFIKASI ALGORITMA PLAYFAIR CIPHER DENGAN PENGURUTAN ARRAY PADA MATRIKS," vol. 02, 2018.

[6] W. Ariandi, S. Widyastuti, dan L. Haris, "Implementasi Block Cipher Electronic Codebook (ECB) untuk Pengamanan Data Pegawai," *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS*, vol. 2, no. 02, pp. 65-74, Nov. 2020.

[7] M. Z. Siambaton and A. Muhazir, "MODIFIKASI ALGORITMA PLAYFAIR CIPHER DENGAN PENGURUTAN ARRAY PADA MATRIKS," 2018.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7232

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

PERANCANGAN SISTEM DINAMIS UNTUK OPTIMALISASI PERTUMBUHAN EKONOMI NASIONAL DIUKUR DARI INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN

Andi Riawan[1], Eka Prasetianingsih[2], dan Lolanda Hamim Annisa[3]
Universitas Putra Bangsa
e-mail: andiriawan321@gmail.com

ABSTRACT

Economic growth is an important indicator in a country's development, describing the level of social welfare and the nation's progress. The aim of this research is to to conceptualize dynamic systems and study how the dynamic interaction between the Consumer Price Index (CPI), Indonesia Composite Index (ICI), and Gross Domestic Product (GDP) functions to optimize Indonesia's economic growth. Literature-based methods show that various factors, including the exchange rate, money supply, interest rates, and inflation or deflation rates, influence GDP and external debt, as well as foreign exchange reserves. Factors such as inflation, world oil prices, gold prices and exchange rates form the IHG, which shows capital market confidence and as a simulation tool in analyzing various policies to assess their impact on economic growth. Validation through Systematic Literature Review (SLR) shows the consistency of the model with economic theory and previous research. Thus, this model is valid and accurate as an analysis tool and supports more effective economic policies.

Keywords: *Economic growth; Dynamic Systems; Public welfare; Consumer Price Index; Stock Price Index.*

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi merupakan indikator penting dalam pembangunan suatu negara, menggambarkan tingkat kesejahteraan masyarakat dan kemajuan bangsa. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat konseptual sistem dinamis dan mempelajari bagaimana interaksi dinamis antara Indeks Harga Konsumen (IHK), Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), dan Produk Domestik Bruto (PDB) berfungsi untuk mengoptimalkan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Metode berbasis literatur menunjukkan bahwa berbagai

faktor, termasuk kurs, jumlah uang beredar, suku bunga, dan tingkat inflasi atau deflasi, memengaruhi PDB dan utang luar negeri, serta cadangan devisa. Faktor seperti inflasi, harga minyak dunia, harga emas, dan nilai tukar membentuk IHG, yang menunjukkan kepercayaan pasar modal. Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem dinamis yang terdiri dari causal loop diagram dan stock flow diagram sebagai alat analisis untuk menggambarkan hubungan kompleks antar variabel utama serta menjadi alat simulasi dalam menganalisis berbagai kebijakan untuk menilai dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi. Validasi melalui Systematic Literature Review (SLR) menunjukkan konsistensi model dengan teori ekonomi dan penelitian terdahulu. Dengan demikian, model ini valid dan akurat sebagai alat analisis serta mendukung perumusan kebijakan ekonomi yang lebih efektif.
Kata kunci: Pertumbuhan ekonomi; Sistem Dinamis; Kesejahteraan Masyarakat; Indeks Harga Konsumen; Indeks Harga Saham.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi menjadi salah satu elemen kunci dalam proses pembangunan suatu negara. Sebagai penanda utama tingkat kesejahteraan dan kemajuan bangsa, pertumbuhan ekonomi menggambarkan kemampuan sebuah negara dalam mengelola sumber daya untuk meningkatkan produksi, pendapatan, serta kualitas hidup masyarakatnya. Untuk mencapai tingkat pertumbuhan ekonomi yang maksimal, berbagai variabel ekonomi berperan signifikan dan saling berinteraksi secara dinamis. Pertumbuhan ekonomi adalah proses peningkatan perekonomian suatu negara dari waktu ke waktu dengan mentranformasikan kondisi perekonomian yang terus menerus pada suatu negara [1]. Di Indonesia, sebagai negara berkembang dengan perekonomian yang terus mengalami pertumbuhan, memahami faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan ekonomi menjadi hal yang krusial. Beberapa variabel utama yang kerap menjadi perhatian adalah Indeks Harga Konsumen (IHK), Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), serta Produk Domestik Bruto (PDB).

Laju pertumbuhan ekonomi dihitung berdasarkan PDB atas dasar harga konstan tahun yang bersangkutan terhadap tahun sebelumnya. Perbandingan nilai PDB di Indonesia pada tahun 2023 dan 2024 dapat dilihat dari beberapa aspek, termasuk proyeksi pertumbuhan ekonomi, beberapa sektor yang mendominasi dan faktor – faktor eksternal yang mempengaruhi seperti inflasi global, fluktuasi harga komoditas dan ketegangan geopolitik. Inflasi mempunyai pengaruh negatif terhadap PDB [2]. Selain itu, Ekspor dan Utang Luar Negeri memiliki pengaruh terhadap PDB [3]. Mengenai faktor Ekspor, hal yang mempunyai kaitan erat dengan Ekspor yang biasa disebut sebagai Impor juga mempunyai pengaruh cukup besar terhadap PDB sebesar 71% [4].

Perkembangan pasar modal saat ini juga dijadikan sebagai tolak ukur bagi perkembangan ekonomi suatu negara secara keseluruhan dan mencerminkan kondisi secara makro. Salah satu indikator yang sering digunakan untuk melihat perkembangan pasar modal di Indonesia adalah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) yang merupakan saham gabungan dari seluruh jenis saham yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI) [5].Ketika ekonomi tumbuh dengan stabil dan cepat, investor lebih optimis dan meningkatkan investasi dan pasar saham, sehingga IHSG naik, hal ini juga berlaku sebaliknya. Jika PDB menurun, investor bisa menarik investasi mereka dari pasar saham, yang dapat menyebabkan penurunan IHSG. Pada penelitian sebelumnya juga menunjukan besarnya pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif terhadap IHSG [6]. Selain itu, IHSG juga dipengaruhi oleh beberapa faktor keuangan seperti inflasi, suku bunga, dan nilai tukar [7]

IHK merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat inflasi di tingkat konsumen, yaitu perubahan harga barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga dalam periode tertentu. Indeks harga konsumen sendiri mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang [1]. Selain Inflasi, faktor lain yang mempengaruhi IHK tidak lain yaitu Suku Bunga dan Kredit [8].

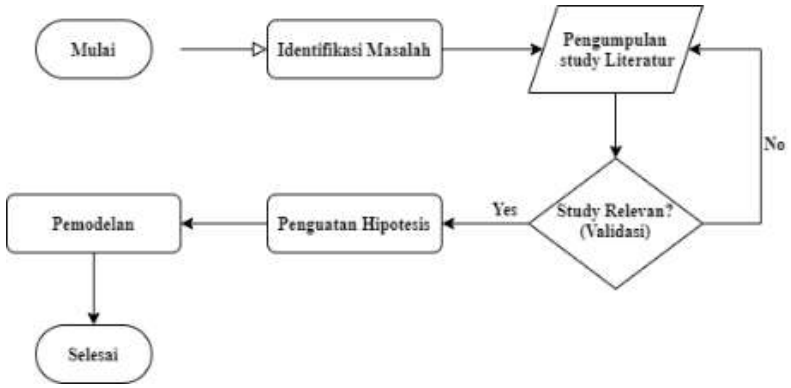
Dari beberapa hasil penelitian sebelumnya, mengenai faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Kali ini penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh berbagai faktor ekonomi terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa pertumbuhan ekonomi, yang diukur melalui Produk Domestik Bruto (PDB), dipengaruhi oleh variabel-variabel utama seperti Indeks Harga Konsumen (IHK), Indeks Harga

Saham Gabungan (IHSG), inflasi, ekspor, impor, utang luar negeri, serta faktor eksternal seperti fluktuasi harga komoditas dan ketegangan geopolitik. Diharapkan inflasi memiliki pengaruh negatif terhadap PDB, sedangkan ekspor dan impor menunjukkan hubungan signifikan, dengan impor memberikan kontribusi besar terhadap PDB. Selain itu, IHSG diperkirakan mencerminkan perkembangan pasar modal dan dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi melalui PDB, serta oleh inflasi, suku bunga, dan nilai tukar. IHK, sebagai indikator inflasi, diasumsikan memiliki dampak jangka panjang terhadap pertumbuhan ekonomi melalui kaitannya dengan suku bunga dan kredit.

Hasil penelitian ini akan menganalisis interaksi dinamis antara variabel-variabel tersebut untuk memberikan gambaran yang lebih holistik mengenai faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Hubungan antara Produk Domestik Bruto (PDB), Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), dan Indeks Harga Konsumen (IHK) perlu dianalisis menggunakan model sistem dinamis karena ketiga variabel tersebut saling berinteraksi secara kompleks dan berubah secara dinamis dalam jangka panjang, sistem ini terbentuk melalui mekanisme umpan balik positif dan negatif, di mana perubahan pada satu variabel dapat mempengaruhi variabel lain dengan cara yang beragam serta dalam jangka waktu yang tidak seragam. Oleh karena itu, diperlukan studi literatur yang membahas keterkaitan antarvariabel tersebut guna memahami pola hubungan dan dampaknya secara lebih mendalam.

METODE

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat konseptual sistem dinamis dan mempelajari bagaimana interaksi dinamis antara Indeks Harga Konsumen (IHK), Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), dan Produk Domestik Bruto (PDB) berfungsi untuk mengoptimalkan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Metode berbasis literatur menunjukkan bahwa berbagai faktor, termasuk kurs, jumlah uang beredar, suku bunga, dan tingkat inflasi atau deflasi, memengaruhi PDB dan utang luar negeri, serta cadangan devisa. Faktor seperti inflasi, harga minyak dunia, harga emas, dan nilai tukar membentuk IHG, yang menunjukkan kepercayaan pasar modal.

Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang berfokus pada pertumbuhan ekonomi sebagai tolok ukur utama kesejahteraan suatu negara. Stabilitas dan keberlanjutan pertumbuhan ekonomi sangat penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat, menciptakan lapangan kerja, serta menarik investasi. Namun, dalam praktiknya, pertumbuhan ekonomi kerap menghadapi berbagai tantangan yang dapat mengganggu

kestabilannya, seperti tingkat inflasi, volatilitas pasar saham, serta faktor eksternal seperti krisis global dan perubahan kebijakan ekonomi.

Hubungan Variabel Terhadap Pertumbuhan Ekonomi

Tabel 1. Refferensi pengaruh variabel utama terhadap pertumbuhan ekonomi

Data ke-	Parameter	Jurnal
1	PDB	[1], [2],[10] ,[11] ,
2	IHK	[12],[1]
3	ISHG	[5], [6]

Keterangan literatur review berdasarkan dari beberapa jurnal terdahulu

PDB : Berdasarkan hasil estimasi literatur review menunjukkan bahwa variabel cadangan devisa memiliki pengaruh positif signifikan yang menunjukkan bahwa variabel cadangan devisa memiliki pengaruh searah dengan pertumbuhan ekonomi
Inflasi berpengaruh signifikan dan negatif terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia yang artinya inflasi dapat mengurangi PDB

IHK : Variabel Kurs Tengah mempunyai nilai regresi positif yang artinya setiap kenaikan Kurs akan menyebabkan kenaikan pada nilai IHK.
Jika perubahan IHK bernilai positif maka terjadi inflasi, sebaliknya jika perubahan IHK bernilai negative maka terjadi deflasi

IHSG : Deflasi terjadi karena adanya penurunan harga yang ditunjukkan oleh turunnya beberapa indeks kelompok pengeluaran, yaitu: kelompok makanan, minuman, dan tembakau sebesar 0,84 persen serta kelompok informasi, komunikasi, dan jasa keuangan sebesar 0,04 persen

Berdasarkan literatur review yang telah sesuai dengan referensi jurnal, model yang dikembangkan sudah mampu mencerminkan hubungan dinamis antara PDB, IHSG, dan IHK dengan pertumbuhsn ekonomi secara akurat. Dalam hal ini, pendekatan sistem dinamis menjadi pilihan yang tepat karena dapat menangkap interaksi kompleks, termasuk mekanisme umpan balik positif dan negatif di antara variabel-variabel tersebut.

Validitas (Literature Review)

Penelitian ini merancang model sistem dinamis dari pengaruh Indeks Harga Konsumen (IHK), Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), dan Produk Domestik Bruto (PDB) terhadap pertumbuhan ekonomi berdasarkan Systematic Literature Review (SLR), yang merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menganalisis dan mengorganisasi literatur terkait topik tertentu. Proses SLR dilakukan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, serta menyintesis bukti-bukti yang relevan dari penelitian sebelumnya [9].

Pemodelan

Tahapan selanjutnya Membuat Causal Loop Diagram untuk melihat pola hubungan dan membuat Stock Flow Diagram untuk melihat faktor yang menambah dan mengurangi jumlah variabel utama yang dimanfaatkan untuk mengoptimalkan pertumbuhan ekonomi yang ditandai nilai IHSG meningkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel Parameter

Dalam perancangan sistem dinamis untuk mengoptimalkan pertumbuhan ekonomi penulis memilih 3 variabel utama yaitu (PDB) sebagai pengukur pertumbuhan ekonomi, (IHK)

sebagai variabel yang menambah pertumbuhan ekonomi dan (IHSG) sebagai variabel yang di pengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi. Dari ketiga variabel tersebut memiliki parameternya masing-masing seperti pada tabel :

Tabel 2.Yang Mempengaruhi PDB

Data ke-	Parameter	Jurnal
1	Inflasi	[1],[6],[10]
2	Pengeluaran Pemerintah	[13]
3	Pajak	[14]
4	Cadangan Devisa	[15]
5	Ekspor	[16]
6	Import	
7.	Nilai Kurs	[17]
8.	Utang Luar Negri	[18]
9.	Defisit anggaran	

Tabel 3.Yang memiliki hubungan dengan IHK

Data ke-	Parameter	Judul Jurnal
1	Nilai Kurs	[8]
2	Jumlah Uang Beredar	[19]
3	Suku Bunga	
4	Deflasi	[20]
5.	Inflasi	

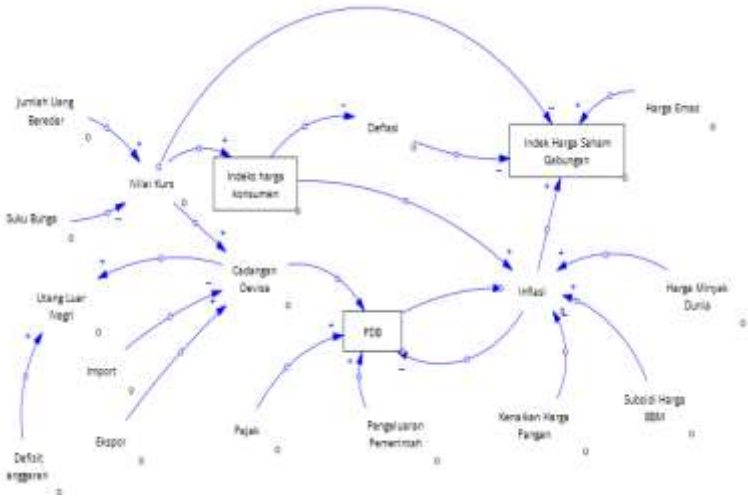
Tabel 4.Yang mepengaruhi ISHG

Data ke-	Parameter	Jurnal
1	Deflasi	[20]
2.	Harga Emas	[21]
3.	Nilai Kurs	[22]
4	Harga Minyak Dunia	
5.	Inflasi	[7]
6.	PDB	[2]
7.	Kenaikan harga Pangan	[23]
8	Kenaikan Harga BBM	

Terdapat tiga variabel utama yang saling berhubungan dan dipengaruhi oleh sejumlah variabel parameter. Variabel pertama, produk domestik bruto (PDB), berfungsi sebagai indikator utama untuk mengukur perkembangan ekonomi suatu negara. PDB digunakan untuk menentukan struktur ekonomi negara tersebut serta untuk merumuskan kebijakan pemerintah yang bertujuan mendorong pertumbuhan ekonomi. Variabel kedua, indeks harga konsumen (IHK), memainkan

peran penting dalam pasar keuangan. Perubahan harga barang dan jasa yang tercermin dalam IHK akan memengaruhi tingkat PDB, karena perubahan tersebut mencerminkan kondisi daya beli masyarakat dan tekanan inflasi. Variabel ketiga, indeks harga saham gabungan (IHSG), merupakan salah satu indikator vital yang mencerminkan kestabilan ekonomi suatu negara. IHSG dapat digunakan sebagai dasar dalam analisis pasar saham, yang pada gilirannya memberikan gambaran tentang keadaan pasar dan kepercayaan investor. Berdasarkan hasil analisis dan landasan literatur jurnal yang ada, langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah membuat causal loop diagram.

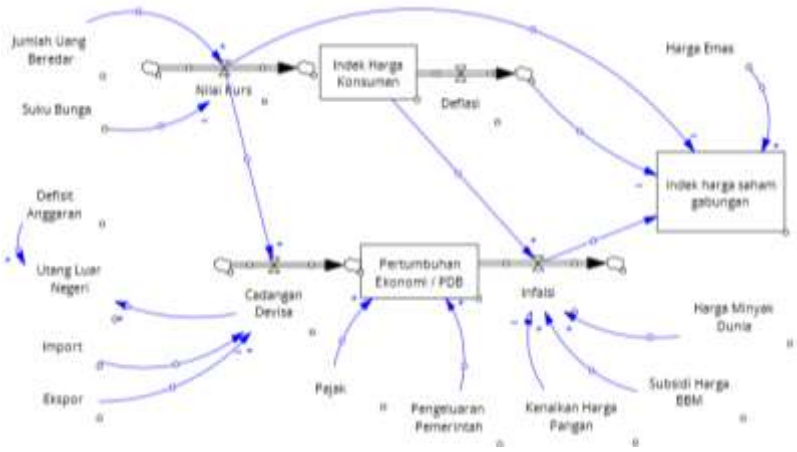
Konseptual Model



Gambar 2.Causa Loop Diagram

Diagram tersebut menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi Indonesia melalui tiga faktor utama: PDB, IHK, dan IHSG. PDB dipengaruhi oleh faktor seperti inflasi, pengeluaran pemerintah, pajak, cadangan devisa, ekspor, impor, nilai kurs, dan utang luar negeri. Inflasi dapat menurunkan daya beli masyarakat, sementara pengeluaran pemerintah dapat mendorong pertumbuhan ekonomi. Ekspor dan impor berperan dalam perdagangan internasional, dan nilai kurs mempengaruhi daya saing ekonomi. IHK, yang mengukur tingkat inflasi, dipengaruhi oleh nilai kurs, jumlah uang beredar, suku bunga, dan deflasi. Perubahan harga barang dan jasa berpengaruh pada daya beli dan kondisi ekonomi. IHSG dipengaruhi oleh deflasi, harga emas, nilai kurs, harga minyak dunia, inflasi, PDB, serta kenaikan harga pangan dan BBM. Semua faktor ini memengaruhi sentimen pasar dan keputusan investasi. Diagram ini memberikan gambaran tentang bagaimana berbagai faktor saling berinteraksi dalam mempengaruhi pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Setelah membentuk diagram causal yang ditunjukkan pada Gambar 2, langkah selanjutnya adalah menyusun Stock Flow Diagram sebagai bagian dari rancangan sistem dinamis. Diagram ini dimanfaatkan untuk mengoptimalkan pertumbuhan ekonomi nasional dan dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam penelitian ini, terdapat tiga variabel utama yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi di Indonesia, yaitu Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Indeks Harga Konsumen (IHK), dan Produk Domestik Bruto (PDB).



Gambar 3 Stock Flow Diagram

PDB sebagai alat utama untuk mengukur pertumbuhan ekonomi, menunjukkan kemampuan suatu negara untuk memproduksi barang dan jasa serta mengelola sumber daya ekonomi. Banyak faktor, seperti inflasi, ekspor, impor, utang luar negeri, nilai kurs, dan cadangan devisa, mempengaruhi variabel ini. PDB memberikan gambaran yang jelas tentang tingkat kesejahteraan dan perkembangan ekonomi suatu negara dari waktu ke waktu. Sebaliknya, IHK berfungsi sebagai indikator penting untuk mengukur tingkat inflasi melalui perubahan harga barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga. Dalam penelitian ini, IHK dianggap sebagai variabel yang berkontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi, dan perubahan pada IHK berdampak langsung pada daya beli masyarakat, yang pada gilirannya memengaruhi konsumsi domestik sebagai salah satu pendorong utama pertumbuhan ekonomi. Sebagai indikator penting di pasar modal, IHSG menunjukkan dampak dari pertumbuhan ekonomi. Ketika PDB tumbuh, investor cenderung lebih optimis, yang menghasilkan peningkatan aktivitas investasi dan kenaikan IHSG. Sebaliknya, ketika pertumbuhan ekonomi melambat, investor cenderung kurang optimis, yang mengakibatkan penurunan IHSG.

Persamaan Model

Berdasarkan stock flow diagram yang terbentuk, hubungan antara Indeks Harga Konsumen (IHK), Produk Domestik Bruto (PDB), dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dapat direpresentasikan dalam bentuk persamaan yang mencerminkan keterkaitan dinamis antarvariabel.

IHK = (Jumlah Uang Beredar + **Nilai Kurs** – Suku Bunga) – **Deflasi**
PDB = Pajak + Pengeluaran pemerintah +(Nilai Kurs + **Cadangan Devisa** + ekspor – (Utang Luar Negri + Defisit Anggaran) - (IHK+ Harga Minyak Dunia + Subsidi BBM + **Inflasi** – Kenaikan Harga Pangan)
IHSG = Nilai Kurs + Inflasi – Deflasi – Nilai Kurs

Validasi Model

Validitas model yang digunakan telah buktikan melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR), yang membandingkan hasil model dengan temuan dari berbagai penelitian terdahulu. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola hubungan antara PDB, IHSG, dan IHK yang dihasilkan oleh model selaras dengan teori ekonomi serta studi empiris yang telah dipublikasikan. Dengan demikian, model yang dikembangkan dapat dianggap valid dan layak digunakan sebagai alat analisis yang akurat dalam memahami dinamika ekonomi secara komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan model sistem dinamis untuk menganalisis hubungan antara Produk Domestik Bruto (PDB), Indeks Harga Konsumen (IHK), dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan menggunakan causal loop diagram dan stock flow diagram. Model ini mampu menggambarkan interaksi kompleks antarvariabel ekonomi serta mengidentifikasi mekanisme umpan balik yang terjadi di dalam sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PDB berfungsi sebagai indikator utama dalam mengukur pertumbuhan ekonomi, sementara IHK berpengaruh terhadap daya beli masyarakat dan kestabilan ekonomi. Kenaikan IHK dapat menyebabkan penurunan daya beli masyarakat, yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan ekonomi. Di sisi lain, IHSG berperan sebagai indikator kepercayaan investor terhadap kondisi ekonomi suatu negara, di mana pergerakannya cenderung sejalan dengan pertumbuhan ekonomi yang positif.

Selain memberikan pemahaman mengenai pola hubungan antarvariabel ekonomi, model ini juga memungkinkan dilakukannya simulasi skenario kebijakan untuk mengevaluasi dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan strategis bagi pembuat kebijakan dalam merancang langkah-langkah yang lebih efektif guna mendorong pertumbuhan ekonomi, mengurangi risiko eksternal, serta menjaga stabilitas ekonomi dalam jangka panjang.

Validitas model telah diuji melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR), yang membandingkan hasil model dengan penelitian terdahulu. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa hubungan antara PDB, IHSG, dan IHK dalam model ini konsisten dengan teori ekonomi serta bukti empiris yang telah dipublikasikan. Oleh karena itu, model yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat analisis yang valid dan akurat dalam memahami dinamika ekonomi serta mendukung pengambilan kebijakan berbasis data.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. C. Kunthi, S. Mandai, and S. Sofyan, "ANALISIS PENGARUH INFLASI, INDEKS HARGA KONSUMEN, JUB, DAN KURS TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI PADA TAHUN 2013 - 2021," *Jurnal Ekonomi Trisakti*, vol. 3, no. 1, pp. 303–310, Jan. 2023, doi: 10.25105/jet.v3i1.15409.

[2] I. S. Larasati and S. Sulasmiyati, "PENGARUH INFLASI, EKSPOR, DAN TENAGA KERJA TERHADAP PRODUK DOMESTIK BRUTO (PDB) (Studi Pada Indonesia, Malaysia, Singapura, dan Thailand)," *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, vol. 63, no. 1, 2018.

[3] R. D. Prasetyo and Y. P. Utomo, "ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUK DOMESTIK BRUTO DI-8 NEGARA ASEAN PADA TAHUN 2018-2022," *Jurnal Menara Ekonomi : Penelitian dan Kajian Ilmiah Bidang Ekonomi*, vol. 10, no. 1, Oct. 2024, doi: 10.31869/me.v10i1.5717.

[4] A. Affandi and E. Gunawan, "PENGARUH EKSPOR, IMPOR DAN JUMLAH PENDUDUK TERHADAP PDB INDONESIA TAHUN 1969 -2016," *JURNAL PERSPEKTIF EKONOMI DARUSSALAM*, vol. 4, no. 2, 2019, doi: 10.24815/jped.v4i2.13021.

[5] R. Nurjanah, "Faktor Ekonomi Makro Domestik Dan Global Terhadap Ihsg Domestic and Global Macro Economic on the Jakarta Composite Index," *Tax and Business Journal*, vol. 308, no. 2, 2023.

[6] M. D. Aika Putra Hakim and V. Sulfitri, "PENGARUH INFLASI, SUKU BUNGA, NILAI TUKAR, DAN PERTUMBUHAN EKONOMI TERHADAP IHSG," *EBID:Ekonomi Bisnis Digital*, vol. 1, no. 2, pp. 85–92, Dec. 2023, doi: 10.37365/ebid.v1i2.180.

[7] W. C. Ananda and A. B. Santoso, "Pengaruh Inflasi, Suku Bunga, dan Nilai Tukar Rupiah terhadap Return Saham pada Perusahaan Perbankan yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia

(2018-2020)," *J-MAS (Jurnal Manajemen dan Sains)*, vol. 7, no. 2, 2022, doi: 10.33087/jmas.v7i2.559.

[8] F. Sumantri and U. Latifah, "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Indeks Harga Konsumen," *Jurnal Sekretari dan Manajemen*, vol. Vol.3, no. No.1, 2019.

[9] N. H. Sutanto, E. Utami, and R. Rismayani, "Systematic Literature Review untuk Identifikasi Metode Evaluasi Website Layanan Pendidikan di Indonesia," *Jurnal Ilmiah IT CIDA*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.55635/jic.v7i1.133.

[10] A. Salim and Fadilla, "Pengaruh Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Anggun Purnamasari," *Ekonomica Sharia: Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Ekonomi Syariah*, vol. 7, no. 1, 2021.

[11] BPS, "PRODUK DOMESTIK BRUTO INDONESIA TRIWULANAN 2020–2024," Badan Pusat Statistik. Accessed: Dec. 30, 2024. [Online]. Available: https://www.bps.go.id/id/publication/2024/10/09/7290b829d2eaa972e4968d19/produk-domestik-bruto-indonesia-triwulanan-2020-2024.html

[12] E. Silalahi and R. Sihombing, "PENGARUH FAKTOR MAKRO EKONOMI TERHADAP PERGERAKAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN (IHSG) DI BURSA EFEK INDONESIA PERIODE 2017-2020," *Jurnal Riset Akuntansi & Keuangan*, 2021, doi: 10.54367/jrak.v7i2.1361.

[13] A. V. Tamba, M. L. Purba, and J. Sihotang, "ANALISIS PENGARUH PENGELUARAN PEMERINTAH, PENANAMAN MODAL DALAM NEGERI, DAN PENANAMAN MODAL ASING TERHADAP PRODUK DOMESTIK BRUTO DI INDONESIA PERIODE 2000–2020," *Jurnal KAFEBIS*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.51622/kafebis.v1i1.2008.

[14] I. Hendarsih, "Implementasi Multiplier Pajak Terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Di Indonesia Tahun 2010 s/d 2022," *Moneter - Jurnal Akuntansi dan Keuangan*, vol. 10, no. 1, pp. 95–99, Apr. 2023, doi: 10.31294/moneter.v10i1.15562.

[15] I. Safitri, "Analisis Pengaruh Inflasi, Suku Bunga, Nilai Tukar dan Cadangan Devisa Terhadap Produk Domestik Bruto di Indonesia Tahun 1995-2019," *Jurnal Ekonomi dan Bisnis UMS Surakarta*, vol. 5, no. 7, 2020.

[16] Cut Nova Rianda, "PENGARUH EKSPOR IMPOR TERHADAP CADANGAN DEVISA DI INDONESIA," *AT-TASYRI': JURNAL ILMIAH PRODI MUAMALAH*, 2020, doi: 10.47498/tasyri.v12i2.384.

[17] I. putu A. B. Dananjaya, A. A. K. Jayawarsa, and A. A. S. Purnami, "Pengaruh Ekspor, Impor, Kurs Nilai Tukar Rupian, Dan Tingkat Inflasi Terhadap Cadangan Devisa Indonesia Periode 1999-2018," *Warmadewa Economic Development Journal (WEDJ)*, vol. 2, no. 2, 2019.

[18] M. H. A. R. Pratama, N. Masnila, and S. Hartaty, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Utang Luar Negeri Indonesia (Periode 2004-2021)," *Ekonomica Sharia: Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Ekonomi Syariah*, vol. 9, no. 1, 2023, doi: 10.36908/esha.v9i1.919.

[19] S. P. Agustin and A. Anis, "Pengaruh Guncangan Variabel Moneter Terhadap Nilai Tukar Dan Inflasi Di Indonesia," *Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan*, vol. 3, no. 3, 2021, doi: 10.24036/jkep.v3i3.12369.

[20] BPS, "Perkembangan Indeks Harga Konsumen Agustus 2022," Badan Pusat Statistik. Accessed: Dec. 30, 2024. [Online]. Available: https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2022/09/01/1864/deflasi-terjadi-pada-agustus-2022-sebesar-0-21-persen--deflasi-tertinggi-terjadi-di-tanjung-pandan-sebesar-1-65-persen-.html

[21] S. Suryanto, "PENGARUH HARGA MINYAK DAN EMAS TERHADAP INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN DI BURSA EFEK INDONESIA," *JURISMA : Jurnal Riset Bisnis & Manajemen*, vol. 7, no. 1, 2017, doi: 10.34010/jurisma.v7i1.439.

[22] B. R. Hanoeboen, "ANALISIS PENGARUH HARGA MINYAK DUNIA, NILAI TUKAR RUPIAH, INFLASI DAN SUKU BUNGA SBI TERHADAP INDEKS HARGA SAHAM

GABUNGAN (IHSG)," *Jurnal Cita Ekonomika*, vol. 11, no. 1, 2017, doi: 10.51125/citaekonomika.v11i1.2630.

[23] S. Sarbaini and N. Nazaruddin, "Pengaruh Kenaikan BBM Terhadap Laju Inflasi di Indonesia," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 2, no. I, 2023, doi: 10.55826/tmit.v2ii.132.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7235

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan Insulasi Perpindahan Panas Pada Pipa Boiler Feed Water Di PT. Petrokimia Gresik

Alifiyah Shaffa Nabilah[1], Gusza Ditto[2], Astrie Kusuma Dewi[3]
[1]Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38 Kec.Cepu, Kab. Blora, Jawa Tengah, 58315
[*] *E-mail*: shaffaalifiyah@gmail.com

ABSTRACT

Corrosion is a major issue for steel pipes used in the oil and gas industry, particularly due to corrosive environments. One way to mitigate the effects of corrosion and improve energy efficiency is by installing insulation on the pipes. This research aims to analyze the use of heat transfer insulation on boiler feed water pipes at PT Petrokimia Gresik. The purpose of the insulation is to prevent heat loss, enhance energy efficiency, and protect workers from high temperatures. The type of insulation used is glass wool, which is known for its low thermal conductivity and high heat resistance, enabling it to maintain the optimal and stable temperature of the fluid inside the pipes. The calculation results show that a pipe without insulation has a heat transfer rate of 2,834.04 W, while a pipe with insulation only experiences a heat transfer rate of 60.52 W. The use of insulation has proven to be effective in reducing the heat transfer rate and preventing energy los.. The comparison between heat transfer in uninsulated and insulated pipes indicates that the use of insulation can reduce heat transfer by approximately 97.86%.

Keywords: *Glass wool; new renewable energy; insulation; boiler feed water.*

ABSTRAK

Korosi merupakan masalah utama pada pipa baja yang digunakan dalam industri migas, terutama karena lingkungan korosif. Salah satu cara untuk mengurangi dampak korosi dan meningkatkan efisiensi energi adalah dengan memasang insulasi pada pipa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan insulasi perpindahan panas pada pipa boiler feed water di PT Petrokimia Gresik. Insulasi bertujuan untuk mencegah hilangnya energi panas, meningkatkan efisiensi, dan melindungi pekerja dari suhu tinggi. Jenis insulasi yang digunakan adalah glass wool, yang dikenal memiliki konduktivitas termal rendah dan tahan terhadap suhu tinggi, sehingga mampu menjaga suhu fluida dalam pipa tetap optimal dan stabil. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pipa tanpa insulasi memiliki perpindahan panas sebesar 2.834,04 W, sementara pipa yang menggunakan insulasi hanya sebesar 60,52 W. Penggunaan insulasi ini terbukti efektif dalam mengurangi laju perpindahan panas dan mencegah kebocoran energi. Perbandingan antara perpindahan panas tanpa insulasi dan dengan insulasi menunjukkan bahwa penggunaan insulasi dapat mengurangi perpindahan panas sebesar sekitar 97,86%

Kata kunci: *Glass wool*; energi baru terbarukan; insulasi; *Boiler feed water*.

PENDAHULUAN

Korosi adalah proses alami yang menyebabkan kerusakan material akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Pada dasarnya, semua lingkungan memiliki sifat korosif. Lingkungan korosif yang paling umum meliputi udara, kelembaban, air tawar dan garam, serta gas seperti sulfur dioksida, klorin, dan hidrogen sulfida. Dalam industri migas, pipa logam, terutama yang terbuat dari baja, merupakan jenis pipa yang paling banyak digunakan.[1] Namun, masalah utama yang sering timbul adalah rendahnya ketahanan pipa baja terhadap korosi, baik korosi internal maupun eksternal.

Dari penelitian dahulu corrosion under insulation (CUI) menjadi masalah utama dalam dunia industry kimia dan pengeboran minyak sejak tahun 1970 saat Krisi minyak menyebabkan kenaikan biaya sumber energi dan penggunaan system insulasi yang menjadi sebuah keharusan dikarenakan beberapa factor.[2] Pada tahun 2006, di Amerika Serikat, pabrik petrokimia mengalami kebocoran dari saluran hidrokarbon 4 inci atau sekitar 10 sentimeter, menghancurkan setengah unit pabrik dan menelan biaya Perusahaan sekitar RP. 785 miliar, dan penyebabnya adalah corrosion under insulation.[3] Pemasangan insulasi pada pipa diperlukan untuk mencegah hilangnya energi panas secara tidak efisien dan untuk melindungi pekerja di sekitar pipa, mengingat suhu fluida dalam pipa yang dioperasikan sering kali sangat berbeda dengan suhu ruangan. [2] Selain itu, karena efisiensi biaya produksi dan keselamatan operasional sangat diperhatikan dalam dunia industri, insulasi dipasang pada pipa yang beroperasi pada suhu tertentu untuk mendukung efisiensi tersebut.[4]

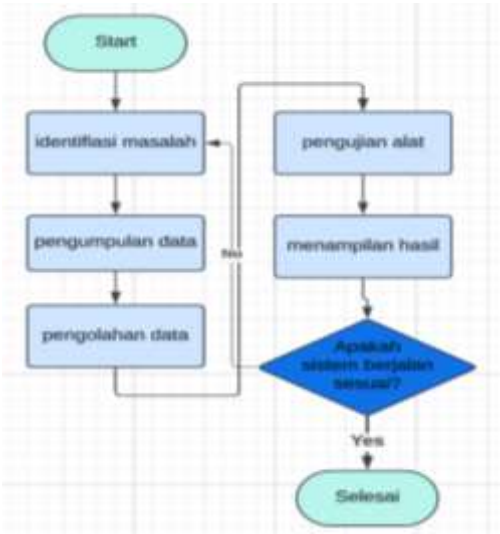
Pada perusahan PT. Petrokimia Gresik yaitu menarapkan insulasi perpindahan panas pada pipa untuk menurunkan suhu pada pipa supaya tidak berdampak pada lingkungan sekitar. Insulasi perpindahan panas atau insulasi termal adalah proses atau metode untuk mengurangi laju perpindahan panas atau kalor. Insulasi dapat dilakukan dengan menggunakan material atau metode tertentu. Insulasi dapat digunakan untuk: Menjaga efisiensi energi bangunan, Menjaga kenyamanan termal, Mengurangi emisi karbon, Menjaga bagian dalam wadah terasa dingin lebih lama.

Melalui artikel ini, saya akan membahas secara mendalam mengenai insulasi perpindahan panas pipa pada Boiler feed water dengan keluaran steam drum di PT. petrokimia Gresik. Saya akan mengeksplorasi kinerja *system*, koefisiensi dari insulasi, perhitungan tanpa insulasi dan memakai insulasi, jenis dan ketebalan insulasi, lepas aluminium dan saat masukkan glass wool. Dengan demikian artikel ini membahas tentang perbandingan antara penggunaan insulasi pada pipa dengan tidak menggunakan insulasi Dimana pada saat penggunaan insulasi suhu pada pipa tidak

akan dilepaskan ke lingkungan dan ini meminimalisir dampak pada lingkungan sekitar pipa tersebut. Ini juga bisa menjadi pembelajaran bagi Perusahaan lain untuk beralih pada energi terbarukan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode observasi yang dilakukan di PT Petrokimia Gresik. Yang Dimana metode ini adalah cara pengumpulan data dengan cara mengamati objek atau fenomena yang menjadi fokus penelitian secara langsung dan sistematis. Metode digunakan untuk menganalisis pemanfaatan insulasi pada pipa boiler yang bertujuan untuk mengurangi laju perpindahan panas atau kalor. Insulasi dapat dilakukan dengan menggunakan material atau metode tertentu. Dan bisa membandingkan saat dipasang insulasi atau tidak dipasang. Tahap-tahap penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Insulator adalah benda atau materi yang memiliki kemampuan insulasi. Kemampuan insulasi suatu bahan diukur dengan konduktivitas termal (k). Konduktivitas termal yang rendah setara dengan kemampuan insulasi yang tinggi. Beberapa contoh material insulasi yang umum digunakan adalah: Busa poliuretan, Wol mineral, Polistiren, Serat kaca. Perpindahan panas dapat terjadi melalui tiga cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Perpindahan panas konduksi adalah perpindahan energi dari partikel yang memiliki energi lebih tinggi menuju partikel didekatnya yang memiliki energi lebih sedikit. [5] Proses perpindahan panas terjadi karena adanya perbedaan temperatur antara bagian dalam pipa dengan udara sekitar. Oleh karena itu kehilangan energi akan terus menerus terjadi melalui dinding pipa dan lapisan-lapisan isolasi. Secara intuitif kita merasa bahwa perpindahan panas terjadi satu arah yaitu dari dalam pipa menuju permukaan luar isolasi. [6] Jenis insulasi yang digunakan

Untuk jenis insulasi perpindahan panas pipa sendiri menggunakan jenis carbon steel Dimana Pipa *carbon steel* adalah jenis pipa yang terbuat dari baja karbon, yaitu baja yang mengandung karbon sebagai unsur utama selain besi, dengan sedikit atau tanpa tambahan unsur paduan lainnya seperti kromium, nikel, atau molibdenum.

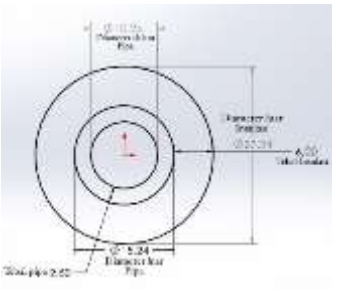
Kemudian untuk insulasi pada pipa menggunakan glass wool Dimana Glass wool adalah bahan isolasi termal dan akustik yang terbuat dari serat kaca halus yang dipintal menjadi tekstur seperti wol. [7] Bahan ini termasuk dalam kategori *fiberglass insulation* dan merupakan salah satu material yang paling umum digunakan untuk keperluan isolasi di berbagai industri. Berikut adalah keunggulan terkait penggunaan *glass wool* sebagai insulasi pada pipa *boiler feed water*:

1. Efisiensi Termal: Glass wool memiliki konduktivitas termal rendah, menjaga suhu fluida optimal dan mengurangi kehilangan panas, sehingga meningkatkan efisiensi energi sistem boiler, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.
2. Pengurangan Kehilangan Panas: Insulasi pipa dengan glass wool mengurangi perpindahan panas ke lingkungan, menjaga suhu fluida tetap stabil.
3. Tahan Suhu Tinggi: Glass wool tahan panas tinggi, cocok untuk sistem perpipaan yang terhubung ke boiler feed water yang beroperasi pada suhu tinggi.



Gambar 2. Glass wool

A. Data lapangan Isulasi pipa di PT. Petrokimia Gresik



(a)



(b)

Gambar 2 (a). Diameter Pipa; (b). Pengambilan Data

B. Rumus perhitungan tanpa insulasi dan menggunakan insulasi

Perpindahan panas dalam pipa tanpa insulasi dapat ditulis dengan persamaan berikut ini:

$$Q = \frac{2\pi Lk\,(T_1 - T_3)}{ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad (1)$$

Ketika pipa dilapisi dengan material insulasi, perpindahan panas dari dalam pipa ke lingkungan berkurang secara signifikan karena insulasi bertindak sebagai penghalang utama yang menghambat aliran panas. Lapisan ini menambah tahanan termal, sehingga membatasi laju perpindahan panas dan mengurangi kontak langsung antara pipa yang

panas dengan lingkungan dingin. Untuk menghitung perpindahan panas pada pipa terinsulasi, diperlukan pendekatan matematis yang memperhitungkan ketebalan dan konduktivitas termal bahan insulasi, karena faktor ini memengaruhi efektivitas insulasi dalam menghambat panas.

Persamaan untuk perpindahan panas pada pipa yang terinsulasi dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = \frac{2\pi L\,(T_2 - T_3)}{\frac{ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_1} + \frac{ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{k_2}} \quad (2)$$

C. Perhitungan tanpa insulasi dan menggunakan insulasi

- Perhitungan tanpa insulasi

$$Q = \frac{2.\,\pi\,.\,L\,.\,k\,.\,(\text{T fluida} - \text{T lingkungan})}{ln\,\frac{(D\ luar)}{(D\ dalam)}}$$

$$Q = \frac{2\,.\,3{,}14\,.\,25\text{ m}\,.\,60{,}5\text{w/mk}\,.\,(424\text{k} - 303\text{k})}{ln\,\frac{(0{,}1524\ m)}{(0{,}1016\ m)}}$$

$$Q = \frac{1.149{,}32}{\ln 1{,}5}$$

$$Q = \frac{1.149{,}32}{0{,}4054}$$

$$Q = 2.834{,}04\ W$$

Jika dalam 1 jam maka:

$E = Q \times t$

$E = 2.834{,}04 \times 3600$

$E = 10.202.544\ Joule$

- Perhitungan menggunakan insulasi

$$Q = \frac{2.\,\pi\,.\,L\,.\,(\text{T fluida} - \text{T lingkungan})}{ln\,\frac{(D2/D1)}{k1} + ln\,\frac{(D3/D2)}{k2}}$$

$$Q = \frac{2.\,3{,}14\,.\,25\,.\,(312{,}8 - 303)}{ln\,\frac{(0{,}1524/0{,}1016)}{60{,}5} + ln\,\frac{(0{,}2724/0{,}1524)}{0{,}023}}$$

$$Q = \frac{1.538{,}6}{0{,}00670 + 25{,}25}$$

$$Q = 60{,}52\ W$$

Jika dalam 1 jam maka:

$E = Q \times t$

$E = 60{,}52 \times 3600$

$E = 217.872\ Joule$

Pipa tanpa insulasi memiliki perpindahan panas sebesar 2.834,04 W, yang bila dihitung dalam satu jam, setara dengan 10.202.544 Joule. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa insulasi, jumlah panas yang keluar dari pipa ke lingkungan sangat besar. Sebaliknya, pipa yang menggunakan insulasi hanya mengalami perpindahan panas sebesar 60,52 W, atau setara dengan 217.872 Joule dalam satu jam, yang jauh lebih rendah. Perbandingan ini menegaskan bahwa insulasi sangat efektif dalam mengurangi laju perpindahan panas dari pipa ke lingkungan sekitarnya. Ketika pipa dilapisi insulasi, panas lebih terkendali di dalam pipa dan tidak mudah hilang ke lingkungan luar. Ini penting untuk menjaga efisiensi energi, terutama dalam proses industri, karena energi panas dapat dimanfaatkan dengan lebih optimal tanpa terbuang.

Keunggulan menggunakan insulasi pada pipa:

1. Mengurangi kehilangan panas, menjaga suhu fluida dan menghemat energi.
2. Meningkatkan efisiensi energi dengan mengurangi kebutuhan energi untuk pemanasan/pendinginan.
3. Mencegah kondensasi, menghindari kelembaban dan korosi.
4. Meningkatkan keselamatan dengan menjaga suhu permukaan pipa.
5. Mengurangi risiko korosi dan memperpanjang umur pipa.
6. Menstabilkan suhu fluida dalam pipa.



Gambar 1. Saat glass wool dipasang dalam pipa

D. Koefisiensi dari insulasi

Untuk koefisien insulasi perpindahan panas pada pipa *boiler feed water* di PT. petrokimia Gresik ini sangat efesiensi dikarenakan pada saat penggunaan insulasi suhu pada pipa tidak akan dilepaskan ke lingkungan dan ini meminimalisir dampak pada lingkungan sekitar pipa tersebut. Dan juga menurunkan suhu pada pipa dengan Kemampuan insulasi suatu bahan diukur dengan konduktivitas termal (k). Agar meminimalisir pada pekerja diarea tersebut. Kemudian penggunaan *Glass wool* tidak hanya berfungsi sebagai isolator termal, tetapi juga memberikan perlindungan fisik pada pipa dari kerusakan eksternal dan korosi, yang dapat memperpanjang umur pipa dan sistem secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Penggunaan insulasi termal pada pipa boiler feed water di PT Petrokimia Gresik terbukti sangat efektif dalam mengurangi laju perpindahan panas dan mencegah kebocoran energi. Jenis insulasi yang digunakan, yaitu glass wool, memiliki konduktivitas termal rendah yang menjaga suhu fluida tetap optimal, serta memberikan perlindungan terhadap korosi dan kerusakan eksternal. Berdasarkan perhitungan, perpindahan panas pada pipa tanpa insulasi sebesar 2.834,04 W, sedangkan pada pipa berinsulasi hanya 60,52 W, yang berarti terjadi pengurangan perpindahan panas sebesar 97,86%. Penggunaan insulasi ini juga meningkatkan efisiensi energi, menjaga suhu stabil dalam pipa, mengurangi dampak terhadap lingkungan, serta melindungi pekerja dari paparan

suhu tinggi. Oleh karena itu, insulasi tidak hanya meningkatkan kinerja sistem perpipaan tetapi juga memperpanjang umur pipa dan meningkatkan keselamatan operasional di industri.

DAFTAR PUSAKA

[1] F. Ardian, "Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Fluida Dalam Dan Variasi Jenis Lingkungan Luar Terhadap Karakteristik Korosi Dibawah Insulasi Baja ASTM A53 Grade-B," 2018.

[2] Z. R. Azhar, "Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Fluida Dalam Dan Variasi Jenis Coating Terhadap Karakteristik Korosi Dibawah Insulasi Pada Pipa Baja Astm a53 Grade B," pp. 1–129, 2018.

[3] F. G. Permadi, P. Studi, T. Mesin, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. Sriwijaya, "Pengaruh pengelasan terhadap korosi di bawah isolasi dengan media air laut dan air rawa pada baja astm a36," 2023.

[4] A. Kirana, "Effect of Adding Glass Fiber Reinforced Polyurethane Composites on Sound Absorbtion Coefficient and Mechanical Properties of Doorpanel Composite," *Prism. Fis.*, pp. 1–105, 2016, [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/72365/1/2712100118-undergraduate-theses-.pdf

[5] F. T. Saputra, A. W. Husodo, and L. Pramesti, "Optimasi Insulasi Pada Pipa Outlet Start Up Blower Menuju Inlet Gas Combustor," *Proc. Natl. Conf. Pip. Eng. Its Appl.*, vol. 8, no. 1, pp. 6–10, 2023.

[6] S. Fisik and K. Polypropylene, "291463408," 2017.

[7] B. Lazuardi *et al.*, "' D esain Insulasi dan Expansion loop pada Penggantian Jalur Pipa Transfer Ammonia (NH 3) Diameter 8 Inch (Studi Kasusdi PT . Petrokimia Gresik) '".

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7237

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis Hasil Produksi Perikanan Budidaya Air Tawar di Kebumen Menggunakan Metode Clustering K-means

Rohmatulloh Muhamad Ikhsanuddin[1], Aris Mulyadi[2]
Universitas Putra Bangsa[1,2]
e-mail: ikhsanuddin@fst.universitasputrabangsa.ac.id

ABSTRACT

Analysis of freshwater aquaculture production results in Kebumen is needed to map freshwater aquaculture production results so that production results can be optimized. Empowerment of production results needs to be done by empowering optimization in areas where production results are still low. One way of empowerment is to first analyze by creating clusters in 26 sub-districts in Kebumen. The clustering process as a solution to the problem of sub-optimal land use using k-means clustering data mining. The purpose of the study is to help group sub-district areas in decision making. This stage goes through the process of data identification, data transformation, data model, evaluation, implementation of the k-means method and ends with visualization of clustering results. The results of data mining tests using Davies Bouldin with a value of k = 2 to 10 concluded that the best value, namely at a value of k = 3, was 0.487. The K-means method with a value of k = 3 produces 3 clusters with the results of cluster 1 consisting of 19 sub-districts, namely the Alian, Ambal, Bonorowo, Buluspesantren, Gombong, Karanganyar, Karanggayam, Karangsambung, Kebumen, Mirit, Padureso, Pejagoan, Petanahan, Poncowarno, Prembun, Rowokele, Sadang, Sempor, and Sruweng areas. Cluster 2 consists of 1 sub-district, namely the Kuwarasan area, while cluster 3 consists of 6 sub-districts, namely the Adimulyo, Ayah, Buayan, Klirong, Kutowinangun and Puring areas..

Keywords: *Fishery; datamining; clustering; k-means;*

ABSTRAK

Analisis hasil produksi perikanan budidaya air tawar di Kebumen diperlukan untuk memetakan hasil produksi perikanan budidaya air tawar agar dapat dilakukan optimalisasi hasil produksi. Pemberdayaan hasil produksi perlu dilakukan dengan cara pemberdayaan optimalisasi pada daerah yang hasil produksinya masih rendah. Salah satu cara pemberdayaan ini dilakukan analisis terlebih dahulu dengan membuat cluster pada

wilayah 26 kecamatan di Kebumen. Proses clustering sebagai solusi atas permasalahan belum optimalnya pemanfaatan lahan dengan menggunakan data mining clustering k-means. Tujuan dalam penelitian untuk membantu mengelompokan wilayah kecamatan dalam pengambilan keputusan. Tahapan ini melalui proses identifikasi data, data transformasi, data model, evaluasi, implementasi metode k-means dan diakhiri dengan visualisasi hasil clustering. Hasil pengujian data mining menggunakan Davies Bouldin dengan nilai k=2 sampai 10 disumpulkan bahwa hasil nilai terbaik yaitu pada nilai k=3 adalah 0.487. Metode K-means dengan nilai k=3 menghasilkan cluster sebanyak 3 dengan hasil klaster 1 terdiri dari 19 kecamatan yaitu wilayah Alian, Ambal, Bonorowo, Buluspesantren, Gombong, Karanganyar, Karanggayam, Karangsambung, Kebumen, Mirit, Padureso, Pejagoan, Petanahan, Poncowarno, Prembun, Rowokele, Sadang, Sempor, dan Sruweng. Cluster 2 terdiri dari 1 kecamatan yaitu wilayah Kuwarasan, sedangkan cluster 3 terdiri dari 6 kecamatan yaitu wilayah Adimulyo, Ayah, Buayan, Klirong, Kutowinangun dan Puring.

Kata kunci: Perikanan; data mining; clustering; k-means;

PENDAHULUAN

Kebumen sebagai kabupaten yang wilayahnya berada di pantai selatan dari Provinsi Jawa Tengah memiliki potensi hasil perikanan yang cukup besar. Wilayah ini memiliki 26 kecamatan sehingga luasan wilayah Kabupaten Kebumen dapat dioptimalkan untuk proses produksi budidaya perikanan air tawar. Perikanan merupakan suatu kegiatan melalui proses produksi dengan cara budidaya, penangkapan ataupun pengelolaan dengan tujuan untuk pemenuhan sumber protein sebagai kebutuhan pangan manusia atau kegiatan non pangan seperti pariwisata dan hiasan ikan. Sungai, rawa-rawa, embung, maupun danau sebagai tempat tinggal karena air tersebut mengandung garam di bawah 0,5 ppt sehingga dapat dikategorikan sebagai ikan air tawar [1].

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statitik pada tahun 2022 hasil produksi perikanan di Kebumen mencapai 3.316.378 kg. Perikanan memiliki peranan dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan gizi masyarakat di Indonesia sehingga memiliki peranan sebagai penopang perekonomian suatu wilayah [2]. Salah satu bentuk upaya untuk mewujudkan peningkatan perekonomian masyarakat diperlukan pengembangan hasil produksi perikanan budidaya. Saat ini hasil perikanan di 26 wilayah kecamatan di Kebumen belum optimal sehingga diperlukan analisis hasil produksi perikanan budidaya air tawar. Analisis yang perlu dilakukan adalah mengelompokan wilayah kecamatan di Kebumen menjadi beberapa kategori. Hal ini bertujaun untuk memetakan daerah mana saja yang perlu dilakukan pembinaan peningkatan hasil produksi budidaya perikanan air tawar dapat optimal. Peningkatan ini sejalan dengan tujuan pemenuhan hasil ekonomi masyarakat akan kebutuhan pangan perikanan baik menambahan gizi ataupun melalui kegiatan pariwisata.

Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis sebaran hasil produksi perikanan budidaya air tawar di wilayah kecamatan Kabupaten Kebumen dimana yang memiliki hasil produksi bagus dan kecamatan mana yang produksi kurang bagus sehingga perlu dilakukan pembinaan pengembangan produksi hasil perikanan budidaya. Clustering dilakukan dengan cara mengelompokan 26 wilayah kecamatan di Kabupaten Kebumen menjadi beberapa kategori berdasarkan titik pusat terbaik. Setelah proses analisis dan clustering wilayah sudah dilakukan maka diharapkan dapat membantu pengambilan keputusan melalui perencanaan pembinaan pengembangan pemanfaatan wilayah kecamatan yang masih dapat dilakukan agar peningkatan hasil produksi perikanan budidaya di Kabupaten Kebumen dapat dioptimalkan sehingga pertumbuhan ekonomi wilayah dapat meningkat.

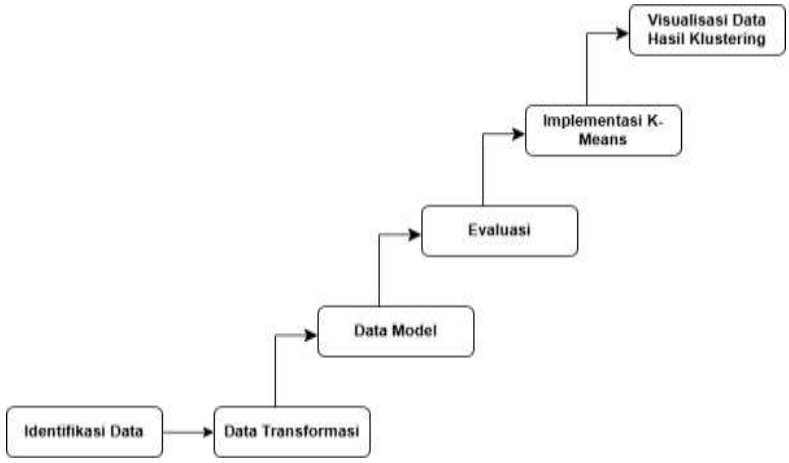
Proses analisis pada permasalahan dan tujuan penelitian tersebut dapat menggunakan metode data mining. Data mining memiliki peranan dalam menyelesaiakan permasalahan dengan cara pemroses data-data berdasarkan sumber data berdasarkan suatu teknik dan metode. Analisis akan diselesaiakan berdasarkan permasalahan dengan pemilihan cara yang akan dipakai [3]. Data Mining merupakan suatu cara untuk mengelola data dengan jumlah yang cukup besar dengan tujuan untuk prediksi, clustering maupun klasifikasi. Data mining secara umum digambarkan

sebagai proses menggali dari data yang lampau atau telah terjadi untuk dijadikan informasi baru. Data lampau akan membentuk pola atau aturan sebagai konsep pada proses penggalian dalam data mining. Kumpulan data manual akan membentuk pengetahuan sebagai nilai tambah dalam rangkaian proses data mining [4]. Informasi dan perspektif yang berbeda memiliki peningkatan keuntungan karena dapat mengurangi biaya pengeluaran [5].

Proses clustering dimaksudkan untuk mengelompokan wilayah kecamatan di Kebumen sesuai dengan kategorinya. Penggunaan clustering sudah diterapkan di dunia industri dengan cara mengelompokan bebagai objek berdasarkan kemiripan ukuran titik data [6]. Peranan clustering sangat diperlukan karena sesuai pada proses penelitian data mining dengan fungsi analisis. Proses kerja pada clustering dilakukan dengan cara membagi menjadi beberapa kelompok sehingga ketentuannya harus memiliki persamaan karakteristik pada objek data jika tidak memiliki kesamaan maka akan dipisahkan dari kelompok objek untuk membentuk kelompok objek yang baru [7].

Kemudahan dalam proses penerapan metode cluster pada aplikasi skala kecil dan algoritma tertua maka metode K-means banyak diterapkan pada penelitian. Proses k-means mudah karena nilai Sym of Squared Error (SSE) dengan objek – objek data dilakukan dengan cara meminimalkan melalui empat langkah [8]. Hasil penelitian sebelumnya pada proses pengelompokan menu favorit di Tetra Coffeshop diperoleh nilai terbaik yaitu k=2 serta alasan penggunaan metode k-means dikarenakan metode ini memiliki fleksibelitas untuk menentukan jumlah pada cluster, jumlah pada iterasi atau tipe pada centroidnya [9]. Penelitian clustering dengan perbandingan algoritma k-means dan k-medoid pada study kasus UMKM di Kebumen memiliki perbedaan. Hasil Davies Bouldin Index pada algoritma k-means sebesar 0,324 dan algoritma k-medoid sebesar 0,536 sehingga disimpulkan bahwa algoritma k-means memiliki peforma lebih baik karena nilai DBI mendekati nilai 0 [10].

METODE



Gambar 1. Tahapan Proses Penelitian

Tahapan penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1. Tahapan untuk mengelompokan hasil produksi budidaya air tawar wilayah kecamatan di Kebumen dilakukan menggunakan data mining clustering K-Means. Metode klustering digunakan untuk menentukan nilai kluster terbaik pada k sehingga untuk menganalisis diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Identifikasi Data
   Identifikasi data merupakan langkah awal dalam menentukan kebutuhan data dengan cara mengumpulkan data hasil perikanan budidaya air tawar yaitu ikan gurame, lele dan nila yang berada di kecamatan wilayah kabupaten Kebumen
2. Data transformasi
   Data transformasi merupakan proses pemindahan data set dari file excel ke dalam data set aplikasi RapidMiner. Setelah data dipindah ke data set RapidMiner tahapan selanjutnya menentukan target dalam penelitian ini agar menghasilkan kluster.
3. Data Model
   Data model merupakan tahapan memodelkan pada loop parameter beberapa alternatif nilai k 2 sampai dengan 10. Tahapan ini dilakukan pengujian menggunakan Davies Bouldin untuk mengetahui nilai terbaik pada kluster yang terbentuk.
4. Evaluasi
   Setelah data model terbentuk tahap berikutnya melakukan evaluasi atas pengujian menggunakan Davies Bouldin dimana nilai terkecil akan dipilih sebagai nilai k yang diimplementasikan pada metode K-Means.
5. Implementasi K-Means

   Implementasi metode diterapkan setelah memilih nilai k yang terbaik berdasarkan hasil nilai Davies Bouldin terkecil. Tahapan implementasi K-Means sebagai berikut [7] :
   a. Tentukan nilai k untuk membentuk cluster dengan jumlah yang dikehendaki sesuai dengan rumus :
      $SSE = \sum_{k=1}^{K} \sum_{x_i = S_k} \|N_i - C_k\|^2$
   b. Tentukan k untuk menentukan awal titik pusat cluster (centroid) dengan cara random sesuai dengan rumus :
      $v = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_1}{n} : i = 1,2,3, \ldots . . n$
   c. Mencari jarak centroid pada objek dengan cluster yang lainnya sesuai dengan rumus :
      $d(x,y) = \|x - y\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2} : i = 1,2,3, \ldots \ldots n$
   d. Lakukan iterasi hard k-means untuk menyatakan anggota cluster dengan menghitung jarak titik pusat cluster dengan cara mengalokasikan centroid terdekat dari setiap objek.
   e. Lakukan iterasi selanjutnya pilih posisi centroid baru sesuai rumus sebelumnya.
   f. Lakukan kembali pada proses tahapan ke tiga jika hasil tidak sama di posisi centroid baru.
6. Visualisasi Data Hasil Klustering

   Visual sebagai proses menampilkan hasil kluster kecamatan berdasarkan dengan kelompok klaster agar memudahkan analisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indentifikasi Data

Kebutuhan data set yang diperlukan bersumber dari Badan Pusat Statistik dengan periode hasil produksi perikanan budidaya air tawar meliputi hasil produksi ikan gurame, ikan lele, dan ikan nilai pada periode tahun 2022 di Kabupaten Kebumen dengan cakupan wilayah 26 kecamatan. Berikut data sekunder pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 yang digunakan sebagai data set penerapan data mining.

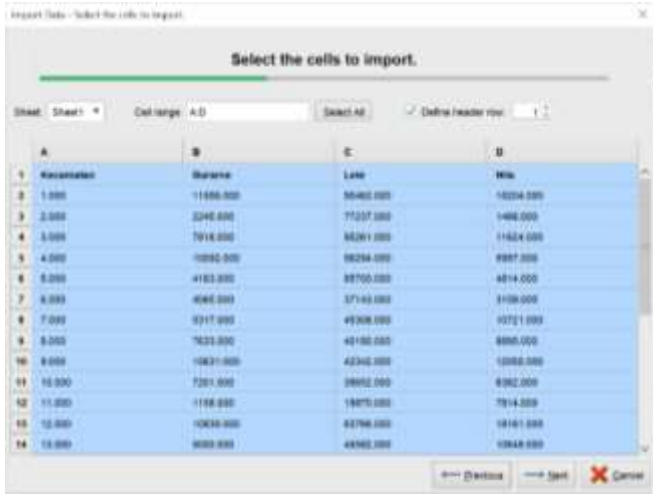
Tabel 1. Data Hasil Produksi Perikanan Budidaya Air Tawar

No	Kecamatan	Gurame	Lele	Nila
1	Ayah	11,556	90,462	15,204
2	Buayan	2,245	77,237	1,488
3	Puring	7,818	90,261	11,624
4	Petanahan	10,092	56,294	5,997
5	Klirong	4,163	85,700	4,814
…	……	…….	……	……..
23	Karanganyar	3,409	14,843	398
24	Karanggayam	4,857	37,517	5,119
25	Sadang	703	22,690	1,697
26	Karangsambung	3,743	30,715	1,187

Keterangan: Kualitatif merujuk pada data Badan Pusat Statistik data olah tahun 2022

Data Transformasi

Tahapan ini merupakan proses transformasi data set dari file Microsoft excel dilakukan proses import data pada aplikasi Rapid Miner. Tujuan dari data transformasi yaitu untuk menyesuakan data set sebelumnya agar sesuai dengan kebutuhan data mining pada aplikasi Rapid Miner sesuai pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil data transformasi rapid miner

Data Model

Data mining memiliki peranan dalam penambangan data historikal dengan peranan cluster. Pemodelan data pada penelitian ini dilakukan untuk mencari nilai terkecil dari Davies Bouldin dengan besaran nilai k = 2 sampai 10 sesuai hasil pemodelan data Clustering K-Means sesuai Gambar 3.



(a) (b)

Gambar 3. a) Pemodelan process, b) Pemodelan loop parameter

Sumber: dokumen pribadi redaksi

Evaluasi

Tahapan evaluasi merupakan hasil proses data model pada Gambar 3 dengan tujuan menentukan jumlah cluster terbaik berdasarkan nilai terkecil pada Devies Bouldin. Nilai cluster pada pengujian ini dilakukan dengan pemilihan nilai k pada nilai minimum 2 sampai dengan nilai maksimum 10. Berdasarkan hasil pengujian Davies Bouldin Bouldin diperoleh hasil terkecil yaitu 0,487 pada nilai k=3 sesuai pada Gambar 4. Berdasarkan evalauasi bahwa proses penerapan nilai k yaitu nilai penggunaan k=3.

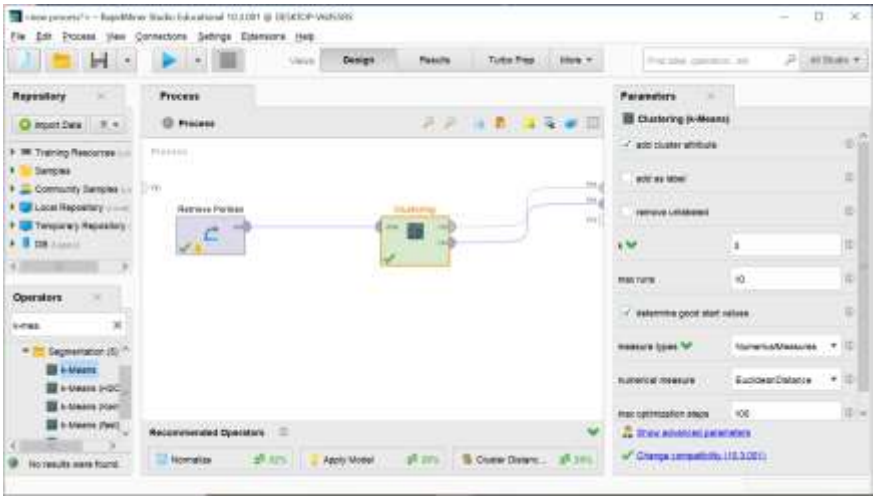
Loop Parameters (9 rows, 3 columns)

Iteration	Clusteri...	Davies ...
3	4	0.596
2	3	0.487
5	6	0.643
4	5	0.566
7	8	0.711
1	2	0.559
6	7	0.493
8	9	0.580
9	10	0.512

Gambar 4. Data hasil pengujian davies bouldin

Implementasi K-Means

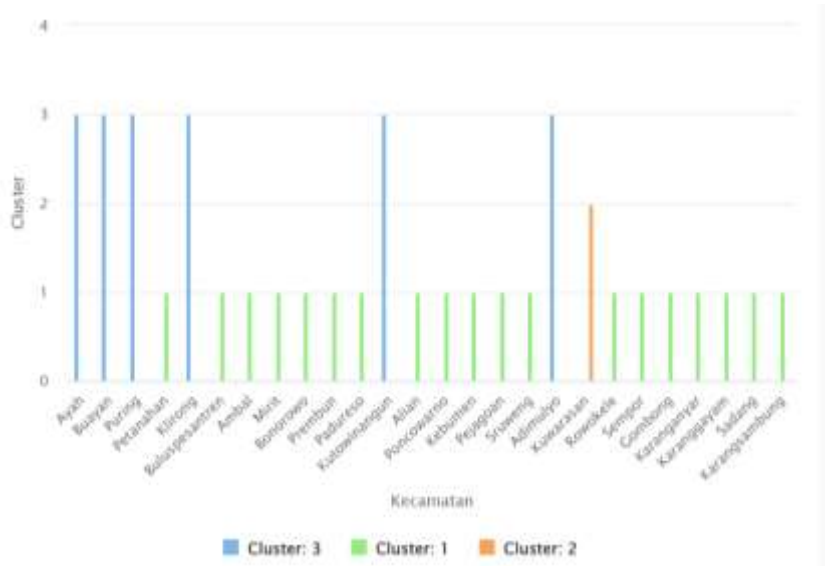
Tahapan implementasi dilakukan setelah evaluasi pemilihan nilai k sebagai cluster terbaik yaitu dengan nilai k=3. Nilai k sudah ditentukan nilai terbaik selanjutnya implementasi K-Means menggunakan aplikasi rapid miner untuk mencari clustering berdasarkan wilayah kecamatan di Kebumen sesuai dengan Gambar 4.



Gambar 4. Pernerapan clustering k-means

Visualisasi Data Hasil Clustering

Implementasi metode K-Means telah dilakukan selanjutnya hasil implementasi ditampilkan dalam bentuk visualisasi agar memudahkan analisis hasil cluster yang terbentuk berdasarkan wilayah kecamatan sesuai dengan Gambar 5.



Gambar 5. Hasil clustering wilayah kecamatan

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan menggunakan tools RapidMiner bahwa nilai terkecil pada Davies Bouldin metode clustering K-Means yaitu diperoleh sebesar 0.487 sehingga nilai k yang terbaik yaitu k=3. Cluster yang terbentuk pada penelitian ini yaitu klaster 1 terdiri dari 19 kecamatan yaitu wilayah Alian, Ambal, Bonorowo, Buluspesantren, Gombong, Karanganyar, Karanggayam, Karangsambung, Kebumen, Mirit, Padureso, Pejagoan, Petanahan, Poncowarno, Prembun, Rowokele, Sadang, Sempor, dan Sruweng. Cluster 2 terdiri dari 1 kecamatan yaitu wilayah Kuwarasan, sedangkan cluster 3 terdiri dari 6 kecamatan yaitu wilayah Adimulyo, Ayah, Buayan, Klirong, Kutowinangun dan Puring. Perancangan dari hasil cluster dapat dilakukan tata kelola pada daerah cluster 1 sebagai prioritas pelatihan, pendampingan dan permodalan dalam rangka meningkatkan produksi perikanan budidaya air tawah.

DAFTAR PUSTAKA

[1] U. Windi, N. Istiqamah, and Muslimah, "Identifikasi Potensi Perikanan Air Tawar Di Desa Perigi Landu Kecamatan Sejangkung Kabupaten Sambas" *NEKTON J. Perikan. Dan Ilmu Kelaut.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–43, Mar. 2021, doi: 10.47767/nekton.v1i1.268.

[2] M. Fattah, "Komoditas Unggulan Ikan Air Tawar Pulau Kalimantan" *JFMR-J. Fish. Mar. Res.*, vol. 5, no. 2, Aug. 2021, doi: 10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.8.

[3] A. Maulana and K. N. Akbar, "Penerapan Clustering Menggunakan Algoritma K-Means Sebagai Analisis Produksi Komoditas Perikanan Provinsi di Indonesia," 2021.

[4] J. M. Barus, M. Zunaidi, and F. Sonata, "Implementasi Data Mining Untuk Klasterisasi Penjualan Makanan Dan Minuman Menggunakan Metode K-Means (Studi Kasus: Bloum Coffee)," vol. 3, no. 6, 2020.
[5] M. Bakri, "Penerapan Data Mining untuk Clustering Kualitas Batu Bara dalam Proses Pembakaran di PLTU Sebalang Menggunakan Metode K-Means," *J. Teknoinfo*, vol. 11, no. 1, p. 6, Jun. 2017, doi: 10.33365/jti.v11i1.3.
[6] A. Saputra and R. A. Sahputra, "Penentuan Kluster UMKM Sektor Perdagangan dan Perikanan Melalui Pendekatan Metode Clustering Data Mining di Kabupaten Aceh Barat," *J. Optim.*, vol. 9, no. 2, p. 173, Oct. 2023, doi: 10.35308/jopt.v9i2.8463.
[7] G. Gustientiedinaa, M. H. Adiyaa, and Y. Desnelita, "Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan Pada RSUD Pekanbaru," *J. Nas. Teknol. DAN Sist. Inf.*, vol. 05, no. 01, pp. 17–24, 2019.
[8] A. Nugraha, O. Nurdiawan, and G. Dwilestari, "Penerapan Data Mining Metode K-Means Clustering Untuk Analisa Penjualan Pada Toko Yana Sport" *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 849–855, Nov. 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5755.
[9] D. Prasetiyo, W. Lestati, and V. Atina, "Penerapan Clustering Dengan K-Means Untuk Pemilihan Menu Favorit Di Tetra Coffeeshop," vol. 11, no. 3, 2024.
[10] R. Wahyusari and S. Wardani, "Perbandingan Algoritma K-Means dan Algoritma K-Medoid Untuk Pengelompokan UMKM di Kebumen".

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7244

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Sistem Monitoring Tegangan Dan Arus DC Berbasis Mini Scada Menggunakan Protokol Komunikasi Modbus RTU

Rahmat Yuliardi[1], Nariyah Silviana Erwanti[2*], Moch Rafi Habib Ardiansyah[3], Binsar Albert Fernandes Gultom[4], M. Alfan Ainur R[5], M Rafky Fino A[6], Rafiiansyach Adhi Irawanto[7], Yuliyanto Agung Prabowo[8]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4,5,6,7,8]
e-mail: nariyahse@gmail.com

ABSTRACT

Electrical system monitoring is crucial in enhancing operational efficiency and safety, especially in the Industry 4.0 era. This study develops an electrical monitoring system based on the PZEM-017 sensor integrated with Haiwel SCADA software via the Modbus RTU protocol. The system is designed to measure electrical parameters such as voltage, current, power, and energy in real-time with high accuracy. Implementation results demonstrate the system's capability to visualize data interactively, facilitating analysis of electrical parameter fluctuations. Furthermore, the integration of hardware and software proved reliable in ensuring data communication without loss of information. With features such as historical trend graphs, the system aids users in optimizing energy management and mitigating risks of equipment damage caused by electrical anomalies.

Keywords: *SCADA; PZEM-017; Haiwel; Modbus RTU; Electrical Monitoring.*

ABSTRAK

Pemantauan sistem kelistrikan menjadi aspek penting dalam mendukung efisiensi dan keamanan operasional, khususnya di era industri 4.0. Studi ini mengembangkan sistem monitoring kelistrikan berbasis sensor PZEM-017 yang terintegrasi dengan perangkat lunak SCADA melalui protokol komunikasi Modbus RTU. Sistem ini dirancang untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi secara real-time dengan akurasi tinggi. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu memvisualisasikan data secara interaktif, memfasilitasi analisis fluktuasi parameter kelistrikan. Selain itu, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak terbukti andal dalam mendukung komunikasi data tanpa kehilangan informasi. Dengan fitur

visualisasi seperti grafik tren historis, sistem ini membantu pengguna dalam pengelolaan energi yang lebih efisien dan mitigasi risiko kerusakan peralatan akibat anomali listrik.

Kata kunci: SCADA; PZEM-017; Haiwel; Modbus RTU; Monitoring Kelistrikan.

PENDAHULUAN

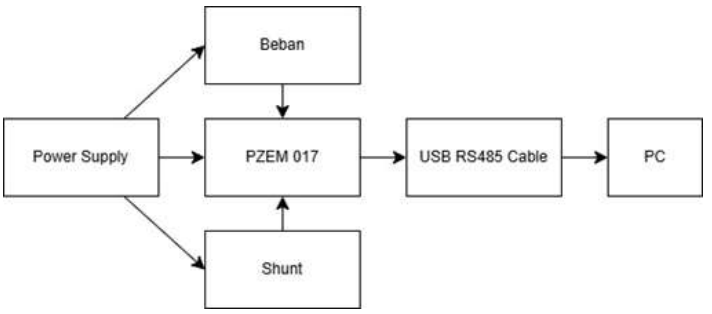
Di era industri 4.0, pemantauan dan pengendalian sistem kelistrikan menjadi semakin penting untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan operasional. Di Surabaya, sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, kebutuhan akan energi pengelolaan yang efisien semakin mendesak, terutama dengan pertumbuhan populasi dan industri yang pesat. Pemantauan tegangan dan arus merupakan aspek penting dalam manajemen energi, yang dapat membantu dalam mendeteksi anomali, mencegah kerusakan peralatan, dan mengoptimalkan penggunaan energi.

Sensor PZEM 017 merupakan salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan, arus, dan daya secara real-time. Dengan mengintegrasikan sensor ini ke dalam sistem pemantauan yang menggunakan konfigurasi Haiwel dan protokol Modbus polling, diharapkan dapat tercipta sistem yang handal dan efisien dalam pemantauan kondisi kelistrikan. Sistem ini tidak hanya akan memberikan manfaat bagi industri, tetapi juga bagi rumah tangga di Surabaya yang ingin mengelola konsumsi energi mereka dengan lebih baik.

Sistem yang dikembangkan dalam project ini adalah sistem monitoring kelistrikan yang memanfaatkan sensor PZEM 017 untuk mengukur tegangan dan arus secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan ke perangkat Haiwel melalui konfigurasi pada polling Modbus terlebih dahulu. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi yang akurat dan cepat mengenai kondisi kelistrikan, sehingga pengguna dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mencegah kerusakan pada peralatan..

METODE

Metodologi penelitian ini melibatkan beberapa tahapan utama untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kelistrikan berbasis sensor PZEM-017 yang terintegrasi dengan perangkat lunak Haiwel SCADA menggunakan protokol komunikasi Modbus Polling. Langkah pertama adalah perancangan perangkat keras. Pada tahap ini, komponen utama seperti sensor PZEM-017, catu daya 12V 2A, PLC Haiwel, dan koneksi ke komputer melalui kabel USB RS485 diintegrasikan dalam satu sistem yang stabil. Diagram blok perangkat keras ditampilkan pada Gambar 1, yang memperlihatkan alur koneksi antar komponen. Selain itu, Gambar 2 menunjukkan skema wiring yang dirancang untuk memastikan bahwa setiap komponen terhubung sesuai dengan perancangan.

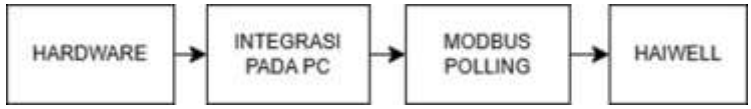


Gambar 1. Diagram Blok Hardware: Integrasi Power Supply, PZEM-017, dan PC.



Gambar 2. Diagram Perancangan Hardware dengan Sensor PZEM-017 Power Supply 12V 2A.

Tahap kedua adalah perancangan perangkat lunak. Diagram blok perangkat lunak Gambar 3, menggambarkan alur data dari perangkat keras, melalui protokol Modbus RTU dan perangkat lunak Modbus Polling, hingga divisualisasikan pada antarmuka Haiwel SCADA. Pengaturan parameter komunikasi meliputi baudrate, data bits, serial port, dan alamat register, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 1 dan Tabel 2. Selanjutnya, proses integrasi dilakukan dengan konfigurasi variabel eksternal di Haiwel SCADA, yang menghubungkan data sensor ke sistem untuk divisualisasikan.



Gambar 3. Diagram Blok Software: Proses Integrasi Data dari Perangkat Keras hingga SCADA.

Tabel 1. Register Addres dan Deskripsi

Register Address	Deskripsi
0x0000	Voltage Value
0x0001	Current Value
0x0002	Power Value
0x0004	Energy Value

Tabel 2. Parameter Pengaturan pada Modbus Polling

Keterangan Parameter
Baudrate 9600 baud
8 data bits
None parity
2 stop bit
Serial port
Slave ID : 1
Function : 04 read input register (3x)

Desain tampilan pada perangkat lunak Haiwel SCADA mencakup dua elemen utama, yaitu grafik real-time dan main display. Grafik real-time dirancang untuk menunjukkan fluktuasi parameter kelistrikan seperti tegangan dan arus secara langsung, sementara main display memberikan wawasan tentang pola perubahan data. Gambar 4 menampilkan antarmuka konfigurasi variabel eksternal, sementara Gambar 5 a, menunjukkan visualisasi grafik dalam sistem SCADA, sedangkan Gambar 5 b, memperlihatkan tampilan main display.

	Variable name	Register type	Address format	Register address	Address length	Data type	The mode of reading and writing	Collect frequency
1	V	AI[Analog input register]	Decimal	0	1	Integer	Read only	Normal
2	A	AI[Analog input register]	Decimal	1	1	Integer	Read only	Normal
3	W	AI[Analog input register]	Decimal	2	1	Integer	Read only	Normal
4	E	AI[Analog input register]	Decimal	4	1	Integer	Read only	Normal

Gambar 4. konfigurasi variabel eksternal.



(a) (b)

Gambar 5. a) Desain Grafik Pengujian Data pada Haiwel, b) Tampilan Antarmuka Haiwel SCADA untuk Monitoring Tegangan, Arus, dan Daya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Sistem monitoring kelistrikan berbasis sensor PZEM-017 yang terintegrasi dengan perangkat lunak Haiwel SCADA dan protokol Modbus Polling telah menunjukkan performa yang baik dalam pengujian kondisi real-time. Pengujian dilakukan pada dua skenario, yaitu dengan load beban dan tanpa load beban, untuk mengevaluasi stabilitas dan efisiensi sistem dalam berbagai kondisi operasional. Pada kondisi dengan load beban, grafik parameter kelistrikan menunjukkan kestabilan tegangan di sekitar nilai 12V, sementara arus mengalami fluktuasi sesuai dengan perubahan beban yang terhubung. Gambar 6 menampilkan hasil output pada modbus polling yang menunjukkan data tegangan dan arus yang diukur oleh sensor PZEM-017. Performa ini menunjukkan bahwa sistem mampu merespons dinamika beban dengan baik tanpa mengorbankan stabilitas tegangan.

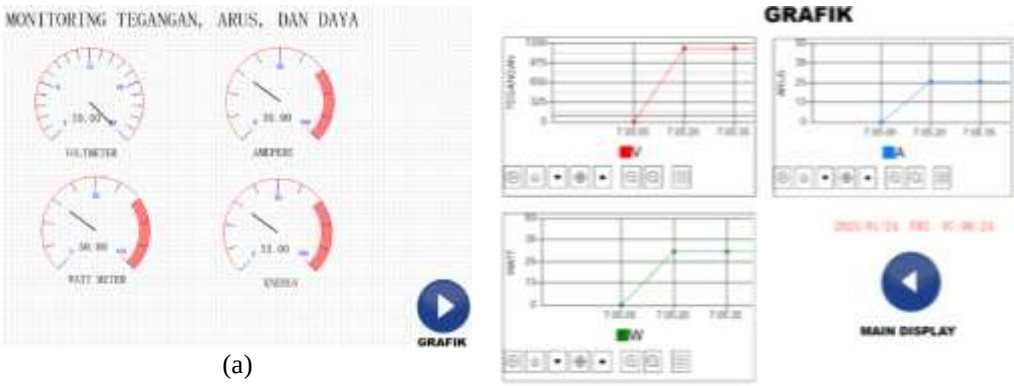
Tx = 53: Err = 0: ID = 1: F = 04: SR = 1000ms

	Name	00000
0		1207
1		26
2		31
3		0
4		19
5		0
6		0
7		0
8		
9		

Gambar 6. Display hasil output PZEM dan Beban.

Selanjutnya, Gambar 7 a, memperlihatkan konfigurasi parameter sistem saat pengujian dengan beban, sedangkan Gambar 7 b, menampilkan grafik hasil pengujian dengan beban. Dari

hasil ini, sistem terbukti dapat menjaga output yang stabil dan konsisten meskipun terdapat variasi beban.



(a) (b)

Gambar 7. a) Tampilan Konfigurasi Parameter saat Pengujian dengan Load Beban pada Haiwel SCADA, b) Grafik Hasil Pengujian Data dengan Load Beban Pada Haiwel Scada.

Pada pengujian tanpa load beban, sistem menunjukkan bahwa tegangan tetap stabil di sekitar nilai 12V, sedangkan arus hampir mendekati nol karena tidak adanya konsumsi daya. Gambar 8 a, menunjukkan konfigurasi parameter saat pengujian tanpa beban, dan Gambar 8 b, menampilkan grafik hasil pengujian pada kondisi ini. Sistem bekerja dengan efisiensi tinggi tanpa pemborosan energi saat idle.



(a) (b)

Gambar 8. a) 3 Tampilan Konfigurasi Parameter saat Pengujian tanpa Load Beban pada Haiwel SCADA, b) Grafik Hasil Pengujian Data tanpa Load Beban Pada Haiwel Scada.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem monitoring ini responsif terhadap perubahan data secara real-time, baik pada kondisi dengan beban maupun tanpa beban. Protokol komunikasi Modbus RTU serta perangkat lunak Haiwel SCADA terbukti mampu menjaga keandalan transfer data tanpa kehilangan informasi. Secara keseluruhan, sistem ini sangat andal dan efisien dalam memonitor parameter kelistrikan, menjadikannya solusi yang relevan untuk berbagai kebutuhan energi baik pada skala rumah tangga maupun industri.

KESIMPULAN

Sistem monitoring kelistrikan berbasis sensor PZEM-017 yang dikonfigurasikan dengan perangkat lunak Haiwel SCADA dan protokol Modbus Polling telah berhasil diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan energi secara real-time dengan akurasi yang tinggi. Data hasil pengukuran disajikan melalui antarmuka visual pada Haiwel SCADA, memudahkan pengguna dalam memantau kondisi kelistrikan dan memahami pola fluktuasi data secara langsung. Keberhasilan sistem ini didukung oleh integrasi protokol Modbus RTU yang memastikan komunikasi data antara perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan andal dan stabil. Fitur-fitur yang disediakan, seperti grafik real-time dan tampilan tren historis, memberikan kemudahan dalam analisis konsumsi energi dan mendukung pengguna dalam pengambilan keputusan untuk pengelolaan daya yang lebih efisien. Dengan kemampuan ini, sistem dapat diaplikasikan pada berbagai kebutuhan, baik untuk rumah tangga maupun industri, dalam upaya meningkatkan efisiensi energi dan mencegah kerusakan akibat anomali listrik.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Y. A. Prabowo and L. E. U. Mandala, "Perancangan Hour Meter Berbasis Internet of Thing Menggunakan Logika Fuzzy," Jurnal Ilmiah Rekayasa Elektrikal, vol. 1, no. 2, pp. 45–52, 2020.

[2]. Y. A. Prabowo and A. Syaifurrizal, "Identification of Automatic Guided Vehicle (AGV) Based on Magnetic Guided Sensor for Industrial Material Transfer," Jurnal Teknik Elektro, vol. 10, no. 1, pp. 15–22, 2021.

[3]. J. S. Toledo, J. F. Gonzalez, and J. P. Menendez, "Modbus protocol in SCADA networks," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 12, no. 3, pp. 765–772, May 2016.

[4]. A. T. Wahyudi, R. Susilo, and T. Santoso, "Development of electrical parameter monitoring using PZEM-017 sensor integrated with Modbus protocol," in Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), Jakarta, Indonesia, 2022, pp. 125–130.

[5]. J. Zhang and M. Zhou, "SCADA systems for industrial automation: An overview," IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 14, no. 4, pp. 1572–1583, Oct. 2017.

[6]. M. K. Yadav, P. R. Gupta, and S. Sharma, "Energy monitoring system using IoT and Modbus communication," in Proceedings of the International Conference on Smart Energy Systems and Technologies (SEST), Sep. 2021, pp. 1–5.

[7]. T. K. Ramesh and S. V. Narayana, "Analysis of Modbus RTU for real-time energy management systems," IEEE Access, vol. 7, pp. 14592–14601, Feb. 2019.

[8]. H. Lin, X. Li, and W. Zhou, "Implementation of smart grid monitoring using SCADA and Modbus TCP/IP protocol," in Proceedings of the International Conference on Power and Energy Systems Engineering (CPESE), Tokyo, Japan, 2020, pp. 33–39.

[9]. B. D. Chen, S. Liu, and T. Li, "Development of Modbus-based monitoring and control system for solar energy," IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 34, no. 3, pp. 1032–1040, Aug. 2019.

[10]. R. K. Sharma, T. Singh, and A. Kumar, "Real-time SCADA application in industrial automation using Modbus RTU," International Journal of Control and Automation, vol. 13, no. 4, pp. 45–56, 2021.

[11]. A. F. Sitanggang, Y. A. Prabowo, " Perancangan Alat Monitoring Arus Bocor pada Kabel 20 kV Menggunakan Filter Kalman Berbasis Internet of Things ", Jurnal Elektrika, Vol. 14, no. 2, pp. 41-48, 2022.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7260

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Perancangan *Dashboard Monitoring* dan Evaluasi Data Mahasiswa Jurusan Teknologi Informasi menggunakan Metode *Design Thinking*

Mungki Astiningrum[1], Candra Bella Vista[2], dan Rokhimatul Wakhidah[3]
Jurusan Teknologi Informasi, Politenik Negeri Malang[1,2,3]
e-mail: mungki.astiningrum@polinema.ac.id

ABSTRACT

Data is the most valuable commodity. Data management is not only a necessity but also a crucial foundation in responding to and optimizing the potential of an organization, including the Information Technology Department of Malang State Polytechnic. The Information Technology Department has a data volume continues to increase significantly, one related to student data. No system can display student data concisely, making the monitoring and evaluation process difficult, for such as accreditation. The development of a dashboard for monitoring and evaluating student data in the Information Technology Department is a strategic step to increase the effectiveness of data management. The dashboard provides a visualization interface that allows for fast and efficient data monitoring and analysis. This study aims to apply the design thinking method to organize data using a more iterative and user-centered approach. Thus, the dashboard not only serves as a tool for data monitoring but also supports more strategic data-driven decision-making. The user acceptance test method aims to assess several parameters, including information, design, use, and user loyalty. The test results showed that 89% of respondents agreed that the dashboard was considered feasible and met the assessment criteria based on the parameters tested.

Keywords: *dashboard, student data, design thinking*

ABSTRAK

Data merupakan komoditas yang paling berharga. Manajemen data bukan hanya menjadi sebuah kebutuhan, melainkan suatu fondasi yang krusial dalam merespon dan mengoptimalkan potensi yang dimiliki oleh organisasi, termasuk Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang. Jurusan Teknologi Informasi memiliki *volume* data yang terus bertambah secara signifikan salah satunya terkait data mahasiswa. Belum ada sistem yang dapat menampilkan data mahasiswa secara ringkas menyulitkan proses

monitoring dan evaluasi, misalnya akreditasi. Pengembangan *dashboard* untuk *monitoring* dan evaluasi data mahasiswa di Jurusan Teknologi Informasi sebagai langkah strategis meningkatkan efektivitas pengelolaan data. *Dashboard* menyediakan antarmuka visualisasi yang memungkinkan pemantauan dan analisis data yang cepat dan efisien. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode *design thingking* untuk mengorganisasi data dengan pendekatan yang lebih iteratif dan berpusat pada pengguna. Dengan demikian, *dashboard* tidak hanya menjadi alat bantu dalam pemantauan data, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara lebih strategis. Pengujian menggunakan metode *user acceptance test* bertujuan untuk menilai beberapa parameter, antara lain: informasi, desain, penggunaan, dan loyalitas pengguna. Hasil uji diperoleh bahwa 89% responden menyetujui bahwa *dashboard* sudah dikatakan layak dan memenuhi kriteria penilaian berdasarkan parameter yang diujikan.

Kata kunci: *dashboard*, data mahasiswa, *design thinking*

PENDAHULUAN

Data merupakan komoditas yang paling berharga. Manajemen data bukan hanya menjadi sebuah kebutuhan, melainkan suatu fondasi yang krusial dalam merespon dan mengoptimalkan potensi yang dimiliki oleh organisasi [1]. Jurusan Teknologi Informasi memiliki volume data yang bertambah secara signifikan terkait data mahasiswa. Manajemen data yang efektif memungkinkan institusi untuk mengelola, menyimpan, dan mengakses data dengan mudah sebagai dasar yang kokoh dalam pengambilan keputusan [2]. Belum ada sistem yang menampilkan data mahasiswa di Jurusan Teknologi Informasi secara ringkas menyulitkan ketika *monitoring* dan evaluasi, misalnya akreditasi. Sebagai solusi dalam hal manjemen data dapat memanfaatkan teknologi analisis berbasis kecerdasan bisnis. Kecerdasan bisnis adalah sekumpulan metode atau alat untuk analisis data yang bertujuan mengoptimalkan performa organisasi [3]. *Dashboard* adalah salah satu alat kecerdasan bisnis yang merupakan antarmuka grafis untuk menyajikan informasi yang mendukung analisis data [4].

Perancangan model *dashboard* telah banyak dilakukan sebagai solusi dalam hal pelaporan, monitoring dan evaluasi data di berbagai institusi, seperti Dinas Kesehatan [5], untuk monitoring penyebaran covid-19 untuk pihak Polres Metro Jakarta Barat [6], perusahaan pengelola mesin ATM dan EDC [7], dan startup dibidang e-marketplace [8]. Visualisasi informasi dalam dashboard dapat mengakomodasi kebutuhan pengguna dalam menyajikan data yang representatif dan mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam merancang *dashboard* adalah metode *design thinking.* Metode design thinking adalah suatu metode kreatif yang memfokuskan perhatian pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan pengguna, eksplorasi ide-ide inovatif, dan pengembangan solusi yang sesuai dengan konteks pengguna [9]. Metode *design thinking* tidak hanya menghasilkan solusi secara fungsional, tetapi juga dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik [10]. Penelitian terdahulu yang mengadopsi pendekatan *design thinking* untuk merancang dan mengembangkan UI/UX untuk sistem penilaian karyawan di PT Kaltim Daya Mandiri [11] dan penelitian [12] mengadopsi *design thinking* untuk pembuatan *dashboard* evaluasi performa kinerja kota cerdas di Sydney, Australia.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah dashboard monitoring dan evaluasi yang diharapkan dapat mempermudah pengelolaan data mahasiswa di Jurusan Teknologi Informasi. Sesuai dengan prinsip metode *design thinking*, yang berfokus pada pemenuhan kebutuhan pengguna, penelitian ini menggunakan metode *User Acceptance Test* (UAT) sebagai teknik pengujian untuk menilai efektivitas dan kelayakan *dashboard* yang dikembangkan. UAT merupakan salah satu metode pengujian yang umum digunakan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pengguna [13]. Dalam penelitian ini, kuisioner UAT akan disusun berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu kelengkapan informasi, desain antarmuka, kemudahan penggunaan, dan loyalitas pengguna. Untuk mengukur respon pengguna terhadap sistem yang diuji, skala *Likert* akan digunakan sebagai alat pengukuran. Skala *Likert* merupakan metode yang

digunakan untuk menilai persepsi dan tingkat kepuasan pengguna terhadap suatu sistem melalui serangkaian pertanyaan dengan opsi jawaban bertingkat, misalnya "sangat tidak setuju" hingga "sangat setuju" [14].

METODE

Penelitian ini dilakukan mengikuti tahapan metode pengembangan sistem yang berbasis *design thinking*. Pendekatan *design thinking* sangat cocok digunakan dalam proses perancangan *dashboard* karena dengan metode ini pengguna dilibatkan untuk memastikan bahwa *dashboard* yang telah dirancang telah sesuai dengan kebutuhan, sehingga dapat mendukung dalam pengambilan keputusan berbasis data. Tahapan design thinking meliputi *emphatize, define, ideate, prototype,* dan *test*. Gambar 1 menunjukkan tahapan *design thinking.*



Gambar 1 Tahapan *design thinking*

Emphatize

Pada tahap pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan wawancara. Studi literatur untuk mendapatkan pengetahuan terkait data apa saja yang disajikan, bagaimana mengelola data, menentukan visualisasi yang sesuai, dan bagimana mengimplemntasikan ke dalam *tools* visualisasi. Wawancara dilakukan kepada admin program studi untuk menggali informasi terkait permasalahan dalam hal pengelolaan data dan penyajian data mahasiswa di Jurusan Teknologi Informasi. Pada tahap ini dihasilkan *emphaty maps* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel *Emphaty Maps*

Say	**Think**
• Tidak ada data sebaran dan prestasi mahasiswa yang dapat dilihat secara ringkas • Harus mengakses file satu-satu ketika membutuhkan data, karena tidak terintegrasi	• ada *dashboard* yang dapat menampilkan data sebaran mahasiswa dan data prestasi mahasiswa • ada *platform* yang dapat mengakomodasi integrasi data mahasiswa
Do	**Feel**
• membuka file satu-satu untuk akses data sebaran dan data prestasi • membuat data visualisasi sendiri jika ingin membuat data mahasiswa secara ringkas • Data perlu di-*update* dan terpisah saat yudisium	• kesulitan akses data sebaran dan prestasi mahasiswa • kesulitan saat ingin melihat data secara visual • keberatan ketika *file* terpisah dan update di *file* terpisah juga

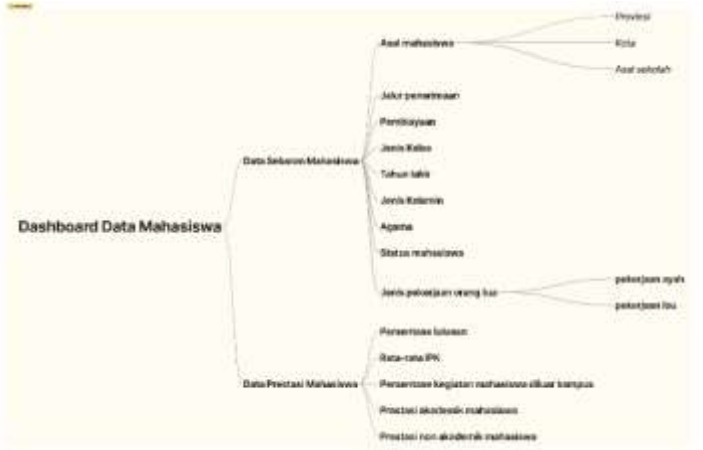
Define

Tahapan *define* adalah aktivitas untuk mendefinisikan semua masalah yang butuh dipecahkan [9]. Pada tahap ini digunakan untuk mendefinisikan atribut visualisasi, seperti: tipe visualisai, tipe *font*, dan warna palet untuk pengembangan *dashboard. User persona* merupakan visualisasi grafis terdapat profil individu atau kelompok yang menjadi target atas *dashboard* yang dikembangkan. Analisis *user persona* dapat dijadikan pedoman dalam menyusun *storyline* pada *dashboard.* Tabel 2 menunjukkan analisis *user persona stakeholder* Jurusan Teknologi Informasi.

Tabel 2 *User Persona*

Profil	
Admin dan Koordinator Program Studi dengan tugas untuk mengelola dan memanfaatkan data mahasiswa untuk *monitoring* dan evaluasi	
Goal	***Frustation***
Mendapatkan data yang ringkas dan cepat terkait data sebaran, rata-rata IPK, presentase kelulusan, persentase kegiatan mahasiswa diluar kampus, dan prestasi mahasiswa, sehingga memudahkan dalam evaluasi di tiap semester. Lebih lanjut dapat menjadi acuan untuk proses penyusunan laporan kinerja program studi dan proses akreditasi.	Merasa kesulitan karena untuk melihat data daya tampung mahasiswa, data peminat tiap tahun, sebaran mahasiswa, rata-rata IPK, presentase kelulusan, persentase kegiatan mahasiswa diluar kampus, dan prestasi mahasiswa harus mengakses file satu per satu karena belum ada suatu sistem yang terintegrasi untuk pengelolaan data tersebut.
Need	***Insight***
Perlunya *dashboard* yang bisa secara terintegrasi menampilkan seluruh data terkait KPI mahasiswa, seperti data sebaran mahasiswa, rata-rata IPK, presentase kelulusan, persentase kegiatan mahasiswa diluar kampus, dan prestasi mahasiswa. Ada filter yang bisa menampilkan data sesuai dengan kebutuhan yang akan dianalisis tergantung pada jenis data yang diiginkan.	Memudahkan dalam melihat data data daya tampung mahasiswa, data peminat tiap tahun, sebaran mahasiswa, rata-rata IPK, presentase kelulusan, persentase kegiatan mahasiswa diluar kampus, dan prestasi mahasiswa dalam satu *dashboard.* dan juga meringkas data yang banyak dalam bentuk visualisasi yang lebih mudah dipahami dan dianalisis sesuai dengan kebutuhan.

Pada tahapan *define* juga dilakukan proses identifikasi *Key Performance Indicator* (KPI). KPI merupakan kumpulan hasil kinerja yang menjadi prioritas utama keberhasilan organisasi [15]. Serangkaian data seperti sebaran mahasiswa yang meliputi: daerah asal mahasiswa, jenis pekerjaan orang tua, jalur masuk, sumber pembiayaan, status mahasiswa, sebaran mahasiswa berdasarkan jenis kelas, jenis kelamin, tahun kelahiran, agama, asal sekolah, rata-rata IPK, presentase kelulusan, persentase kegiatan mahasiswa diluar kampus, dan prestasi mahasiswa disepakati sebagai KPI yang akan dimuat di dalam dashboard. *Mind mapping* adalah suatu teknik untuk menempatkan dan mendefinisikan ide ke dalam suatu peta yang saling terkait untuk memudahkan penyusunan informasi. Gambar 2 menunjukkan *mind mapping* terkait data yang akan divisualisasikan ke dalam *dashboard.*



Gambar 2 *Mindmap*

Ideate

Fase ketiga dari *design thinking* adalah penyampaian ide. Baik pengembang maupun pengguna sebaiknya diskusi bersama untuk merumuskan solusi ideal dari hasil proses sebelumnya. Hasil tahapan ini adalah didapatkan arsitektur sistem yang dibangun. Data yang dimiliki admin prodi berbentuk file excel dan juga beberapa dokumen pendukung lainnya. Dari data admin prodi tersebut, proses dimulai dengan melakukan transformasi data. Transformasi data meliputi pemilihan dan pengumpulan dokumen yang sesuai dengan KPI yang disepakati sebelumnya, penyeragaman format data, dan menghilangkan ketidakkonsistenan data. Data yang sudah ditransformasi kemudian disimpan ke dalam google sheet. Google sheet dipilih karna relatif sama pengunaannya dengan excel, sehingga admin prodi tidak perlu mengalami kesulitan untuk beradaptasi terhadap sistem baru. Selanjutnya data dari google sheet akan di sinkronisasikan ke dalam dashboard yang dibangun menggunakan tools looker studio.

Prototype

Fase keempat dari design thinking adalah membuat prototipe. Setelah memiliki sejumlah ide, tahap selanjutnya adalah menciptakan prototipe atau model konseptual dari solusi yang mungkin. *Looker Studio* adalah salah satu alat untuk pengembangan *dashboard* yang dimiliki oleh google. Visualisasi menggunakan *looker studio* menghasilkan *dashboard* yang interaktif, menarik, dan mudah dipahami [16]. Aspek penting dalam pengembangan *dashboard* adalah terkait data dan media penyajian data atau pemilihan grafik visualisasi yang sesuai dengan data yang akan direpresentasikan [17]. *Looker studio* memungkinkan pembacaan data dari berbagai sumber data, termasuk *goole sheet, google analytics,* dan sumber lainnya. Salah satu tujuan dalam membuat sebuah dashboard visualisasi adalah memudahkan pelacakan performa kinerja. Pengukuran kinerja suatu organisasi dapat didasarkan pada Key Performace Indicator (KPI). Key Performance Indicator memberikan panduan yang jelas dalam mengevaluasi kinerja [15]. Penggunaan KPI memungkinkan pengukuran dampak langsung dari dashboard terhadap tujuan strategi jurusan.

Test

Prototipe yang telah dibuat kemudian diuji cobakan dengan pengguna sebenarnya. Umpan balik dari pengguna digunakan untuk memperbaiki dan mengembangkan solusi lebih lanjut. Pada penelitian ini penggujian menggunakan *User Acceptance Test* (UAT). UAT merupakan proses pengujian yang melibatkan interaksi langsung antara pengguna dan sistem yang dikembangkan [13]. Tujuannya adalah memastikan bahwa sistem telah dibangun sesuai dengan perencanaan yang didasarkan pada kebutuhan pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dashboard yang diharapkan dapat memudahkan dalam hal monitoring dan evaluasi terkait data mahasiswa di Jurusan Teknologi Informasi. Dashboard akan dikembangkan menggunakan pendekatan *design thinking*. Implementasi *dashboard* monitoring dan evaluasi data mahasiswa Jurusan Teknologi Informasi dibuat menggunakan *tools looker studio*. Palet warna dasar yang digunakan adalah #3A1078, #4E31AA, #3795BD, #F7F7F8 dan menggunakan tipografi verdana dan roboto. *Dashboard* diimplementasikan dalam dua tema warna, yaitu tema gelap (*dark theme*) dan tema terang (*light theme*). Tema gelap dimaksudkan untuk kenyamanan dalam membaca melalui *gadget*, sedangkan tema terang ditujukan untuk memudahkan dalam kebutuhan pelaporan yang membutuhkan *print out* dari data *dashboard*. Gambar 3 menunjukkan implementasi *dashboard* dengan tema gelap dan terang.

Pengujian

Penelitian berbasis *design thinking* ini melakukan pengujian dari aspek pengguna. Metode pengujian yang akan dilakukan menggunakan *user acceptance test* (UAT). Dalam kuisioner UAT skala penilaian menggunakan skala *likert* dengan atribut meliputi sangat tidak setuju dengan bobot 1, tidak setuju (TS) dengan bobot 2, netral (N) dengan bobot 3, setuju (S) dengan bobot 4, sangat setuju (SS) dengan bobot 5. Skala penilaian tersebut selanjutnya digunakan untuk memberikan penilaian terhadap beberapa parameter uji, antara lain: informasi, desain, penggunaan, dan loyalitas pengguna. Berpedoman parameter dan atribut kepuasan pengguna disusun beberapa pertanyaan kuisioner yang terdiri dari 12 kalimat pertanyaan. Pengujian dilakukan kepada pimpinan yaitu Ketua Jurusan, Sekretaris Jurusan, Koordinator Program Studi, dan tenaga kependidikan yang diberikan melalui Google Form. Ada 7 orang responden dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.



Gambar 3 Implementasi (a) *dark theme* (b) *light theme*

Tabel 3 Hasil kuisioner

Parameter Kepuasan Pengguna	Pertanyaan Kuisioner	Jawaban				
		STS	TS	N	S	SS
Informasi	Saya merasa visualisasi data pada dashboard memberikan informasi akurat				8	25
	Saya meyakini informasi yang disajikan pada dashboard dapat dipercaya			3	8	20
	Data yang disajikan dalam dashboard memuat data yang up-to-date				16	15
Desain	Saya merasa tampilan dashboard menarik				20	10
	Saya merasa tata letak elemen dashboard disusun dengan baik				8	20
	Saya merasa grafik yang digunakan pada dashboard sudah sesuai dan merepresentasikan data dengan baik				12	20
Penggunaan	Penggunaan dashboard mudah dipelajari				12	20
	Fitur yang tersedia pada dashboard memudahkan dalam menemukan informasi				16	15

	Saya merasa dashboard mudah diakses	16	15
Loyalitas pengguna	Saya merasa dashboard ini layak untuk direkomendasi kepada stakeholder lainnya	4	30
	Dashboard ini menawarkan analisis data yang relevan dengan kebutuhan pengguna.	12	20
	Saya percaya bahwa dashboard ini akan tetap relevan di masa depan.	16	15

Setelah didapatkan hasil pengujian, dilakukan perhitungan bobot untuk tiap pertanyaan dengan cara membandingkan skor yang didapat dengan skor ideal tiap pertanyaan dan dinyatakan dalam bentuk persentase. Persentase skor dihitung dengan persamaan (1) berikut:

$$P = \frac{S}{\text{skor ideal}} \text{ x } 100\% \quad (1)$$

Keterangan:
P = Nilai Presentase
S = Hasil penjumlahan jumlah jawaban x bobot skor

a. Persentase pertanyaan pertama
$P = \frac{33}{35}$ x 100 = 94%
b. Persentase pertanyaan kedua
$P = \frac{31}{35}$ x 100 = 89%
c. Persentase pertanyaan ketiga
$P = \frac{31}{35}$ x 100 = 89%
d. Persentase pertanyaan keempat
$P = \frac{30}{35}$ x 100 = 86%
e. Persentase pertanyaan kelima
$P = \frac{28}{35}$ x 100 = 80%
f. Persentase pertanyaan keenam
$P = \frac{32}{35}$ x 100 = 91%
g. Persentase pertanyaan ketujuh
$P = \frac{32}{35}$ x 100 = 91%
h. Persentase pertanyaan kedelapan
$P = \frac{31}{35}$ x 100 = 89%
i. Persentase pertanyaan kesembilan
$P = \frac{31}{35}$ x 100 = 89%
j. Persentase pertanyaan kesepuluh
$P = \frac{34}{35}$ x 100 = 94%
k. Persentase pertanyaan kesebelas
$P = \frac{32}{35}$ x 100 = 97%
l. Persentase pertanyaan keduabelas
$P = \frac{31}{35}$ x 100 = 89%

Jika dirata-rata untuk keseluruhan pertanyaan, didapatkan hasil sebesar 89%.

KESIMPULAN

Dari hasil pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa perancangan dashboard untuk monitoring dan evaluasi data mahasiswa yang dilakukan dengan metode *design thinking* dimulai dengan tahap *emphatize* yaitu pengumpulan data dan isntrumen terkait studi kasus penelitian. Data dan instrumen didapat dari calon pengguna dashboard yaitu pimpinan dan admin. Berikutnya yaitu *define*, pemetaan informasi mengenai permasalahan yang dialami calon pengguna. Setelah memahami permasalah, dilakukan *ideate* yaitu menyusun solusi dari permasalahan. Dari solusi tersebut, dibangun dashboard yang merupakan tahap *prototype*. *Dashboard* dikembangkan berdasarkan identifikasi KPI dan perancangan solusi pada tahan sebelumnya. Tahan akhir dari pengembangan *dashboard* yaitu *testing* atau pengujian *prototype* yang telah dibangun kepada pimpinan dan admin. Pengujian dilakukan dengan memberikan kuesioner UAT kepada responden. Hasil pengujian dashboard mendapatkan persentase sebesar 89% untuk keseluruhan pertanyaan. Saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk pengembangan lebih lanjut adalah 3. Adanya integrasi dengan sistem yang sudah ada dengan mengambil data dari API Siakad Polinema sehingga tidak perlu mengambil dan mengolah data pada periode yang dibutuhkan. Integrasi data dapat memfasilitasi otomasi update data.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Kanza and N. Knight, "Behind Every Great Research Project is Great Data Management", BMC Res Note Vol 15, No 20, 2022, https://doi.org/10.1186/s13104-022-05908-5

[2] R. Adawiyah, Y. Suryana, dan H. Khoiruddin, "Manajemen Data Siswa berbasis Teknologi Informasi Hubungannya dengan Efektivitas Pelayanan Administrasi Kesiswaan", Jurnal Administrasi Pendidikan Islam Vol 4, No 2, 2022, http://doi.org/10.15642/JAPI.2019.1.1.136-148

[3] CB, Vista dan R. Wakhidah, "Visualisasi Data pada Kecerdasan Bisnis". Polinema Press, 2023

[4] CN. Knaflic, "Storrytelling with data: A data visualization guide for business professionals", John Wiley and Sons, 2015

[5] Hizriansyah, G. Sanjaya, S. Hariyanto, dan Panggarjito, "Perancangan Model *Dashboard* untuk Pelaporan dan Visualisasi Data Kesehatan sebagai Sistem Monitoring di Dinas Kesehatan Gunungkidul", Journal of Information System for Public Health, Vol 8, No 1, 2023

[6] R. Ariyanto, S. Aprilianto, R. Hardana, "Pengembangan Dashboard Sistem Informasi Untuk Monitoring Penyebaran Covid-19 di Jakarta Barat", Seminar Informatika Aplikatif Polinema, 2021.

[7] H Mantik, "Model Pengembangan *Dashboard* untuk *Monitoring* dan Sebagai Alat Bantu Pengambilan Keputusan (Studi Kasus PT MTI dan PT JPN), Jurnal Sistem Informasi, Vol 8, No 1, 2021, https://doi.org/10.35968/jsi.v8i1.620

[8] Z. Attar, T. Kusumasari, dan R. Fauzi, "Pengembangan Sistem *Dashboard* untuk Mengevaluasi *Platform E-marketplace* dengan Metode *Scrum* pada *Startup* GRAVIS", Jurnal Edukasi & Penelitian Informatika Vol 8, No 3, 2022\

[9] R. Wakhidah, CB. Vista, dan H. Pradibta, "E-Business dan Business Model Canvas", UD Dalle Nurul Utama, 2022

[10] X. You, "Applying design thinking for business model innovation", J Innov Entrep 11, 59, 2022 https://doi.org/10.1186/s13731-022-00251-2

[11] H. Rapri, R. Rokhawati, dan B. Hanggara, "Perancangan dan Pengembangan *User Experience* Sistem Penilaian Karyawan 360 Derajat di PT Kaltim Daya Mandri", Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol 6, No 4, 2022

[12] C. Steinmetz-Weiss, C. Marshall, K. Bishop, H. Rahmat, S. Thompson, M. Park, C. Tietz, L. Corkery, " Design Thinking for City Dashboard Develompment: Recommendations from a study of smart asset management in Sydney, Australia", Canadian Geographies, Vol 68, Issue 1 pp. 129-141, https://doi.org/10.1111/cag.12868

[13] R. Supriatna, "Implementasi dan *User Acceptance Test* (UAT) terhadap Aplikasi *E-Learning", Journal of Chemical Information and Modeling,* Vol 53, No 9, 2018

[14] F.A. Rachman, W. H. N. Putra, D. Pramono, "Pengembangan Sistem Informasi Eksekutif *Dashboard E-Government* berbasis Android pada Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Sidoarjo", Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 3, No. 6, 2019

[15] R. Haholongan, S. Sakti, A. Diana, dan M. Yusuf, "Pengaruh *Key Performance Indicator* terhadap Kinerja Karyawan Perusahaan Peralatan Rumah Tangga", Jurnal Inovasi Penelitian Vol. 2, No. 8, 2022

[16] E. Hariyanti, I. Werdiningsih, dan K. Surendro, "Model Pengembangan Dashboard untuk Monitoring dan Evaluasi Kinerja Perguruan Tinggi", JUTI Vol 9, No 1, 2011

[17] T. Saputri, S. Muharni, A. Perdana, dan Sulistiyanto, "Pemanfaatan Google Data Studio untuk Visualisasi Data bagi Kepala Gudang UD Salim Abadi", Jurnal Ilmu Komputer untuk Masyarakat, 2021

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7263

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis User Experience Website Sibela Proses Stock Opname Di PT Bank Mandiri Dengan Metode User Experience Questionnaire Cabang Plaza Mandiri Dan Sudirman Jakarta

Muhammad Ridwan Zaenudin[1], Ade Syahputra[2], dan Ketut Bayu Yogha Bintoro[3]

Departemen Teknik Informatika, Fakultas Sains Teknologi dan Desain, Universitas Trilogi, Jalan TMP KaliBata Jakarta Selatan, 12760, Indonesia [123]

ridwanwawa2@gmail.com

ABSTRACT

The problem of card discrepancies during stock-taking is a challenge for companies, while the use of inventory websites such as SIBELA helps minimize these discrepancies. Some employees are reluctant to help with card data collection during sales because they feel burdened by additional work and have difficulty using applications that are considered complicated, so they need to learn first to help with inventory. User experience factors play an important role in the effectiveness of this system. This research analyzes how users perceive and interact with the SIBELA website in overcoming card discrepancies during stock-taking, with data collected through a questionnaire using the Slovin method. Prior to the main data collection, a pilot test of the questionnaire was conducted to assess the reliability and validity of the research instrument, and the results showed a high level of reliability, so that it could be used to obtain accurate and representative results. The results showed that the clarity and novelty aspects of the SIBELA website scored lower than other aspects, where users had difficulty understanding the layout, navigation and information presented, and felt the design or features were less relevant. Improvements need to focus on increasing the clarity of the interface, presenting more structured information, more intuitive navigation, and updating designs and features to make them more modern and in line with technological trends. This step is expected to improve the user experience so that the SIBELA website is more effective in supporting stock-taking at PT Bank Mandiri.

Keywords: *User Experience; Website 'Sibela'; Stock Opname; User Experience Questionnaire (UEQ); Slovin Method*

ABSTRAK

Masalah selisih kartu saat stock opname menjadi tantangan bagi perusahaan, sedangkan penggunaan website inventory seperti SIBELA membantu meminimalisir selisih tersebut. Beberapa karyawan enggan membantu pendataan kartu saat penjualan karena merasa terbebani oleh pekerjaan tambahan serta kesulitan dalam menggunakan aplikasi yang dianggap rumit, sehingga perlu belajar lebih dulu untuk membantu inventori. Faktor pengalaman pengguna memiliki peran penting dalam efektivitas sistem ini. Penelitian ini menganalisis bagaimana pengguna merasakan dan berinteraksi dengan website SIBELA dalam mengatasi selisih kartu saat stock opname, dengan data yang dikumpulkan melalui kuesioner menggunakan metode Slovin. Sebelum pengambilan data utama, uji coba kuesioner dilakukan untuk menilai keandalan dan validitas instrumen penelitian, dan hasilnya menunjukkan tingkat reliabilitas tinggi, sehingga dapat digunakan untuk memperoleh hasil yang akurat dan representatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek kejelasan dan kebaruan website SIBELA bernilai lebih rendah dibanding aspek lain, di mana pengguna mengalami kesulitan memahami tata letak, navigasi, serta informasi yang disajikan, serta merasa desain atau fitur kurang relevan. Perbaikan perlu difokuskan pada peningkatan kejelasan antarmuka, penyajian informasi yang lebih terstruktur, navigasi yang lebih intuitif, serta pembaruan desain dan fitur agar lebih modern dan sesuai dengan tren teknologi. Langkah ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman pengguna sehingga website SIBELA lebih efektif dalam mendukung stock opname di PT Bank Mandiri.

Kata kunci: Pengalaman Pengguna; *Website* 'Sibela'; *Stock Opname*, *User Experience Questionnaire* (UEQ); Metode Slovin

PENDAHULUAN

Dalam makalah ini, penulis mengevaluasi user experience (UX) dari website SIBELA yang digunakan dalam proses stock opname di PT Bank Mandiri. Proses stock opname merupakan bagian penting dalam manajemen inventaris perusahaan, dan efisiensi dalam pelaksanaannya dapat sangat mempengaruhi produktivitas operasional. Meskipun SIBELA diimplementasikan sebagai alat bantu, beberapa pengguna mengeluhkan kesulitan dalam menggunakannya, terutama dalam hal navigasi, penyajian informasi, dan tampilan antarmuka yang kurang intuitif. Evaluasi sebelumnya terhadap SIBELA belum dilakukan secara komprehensif, sehingga belum tersedia data yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah spesifik dalam pengalaman pengguna.

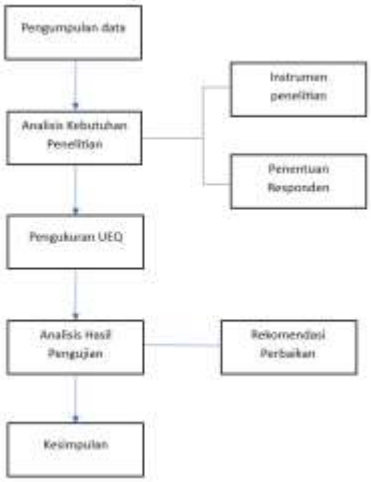
Pengalaman pengguna yang baik berperan dalam meningkatkan efektivitas penggunaan sistem serta kepuasan pengguna. Untuk mengukur aspek UX dari SIBELA, penelitian ini menggunakan metode User Experience Questionnaire (UEQ) yang mencakup kepraktisan, efisiensi, kejelasan antarmuka, dan daya tarik visual sistem. Instrumen ini telah teruji validitas dan reliabilitasnya serta mampu mengukur berbagai dimensi pengalaman pengguna, seperti daya tarik (attractiveness), kejelasan (perspicuity), efisiensi (efficiency), ketepatan (dependability), stimulasi (stimulation), dan kebaruan (novelty). Penggunaan UEQ memungkinkan pengumpulan data kuantitatif yang memberikan gambaran menyeluruh mengenai kelebihan dan kekurangan UX dari SIBELA.

Fokus penelitian ini adalah mengukur kualitas UX melalui metode kuesioner yang dirancang untuk mengumpulkan umpan balik langsung dari pengguna. Uji coba kuesioner dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan instrumen yang digunakan memiliki tingkat reliabilitas yang memadai sebelum diterapkan dalam skala penuh. Data yang diperoleh digunakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan serta memberikan informasi bagi pengembangan lebih lanjut dari sistem SIBELA. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi konkret guna meningkatkan kinerja sistem serta kepuasan pengguna dalam proses stock opname di PT Bank Mandiri.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pendekatan kuantitatif untuk mengukur tingkat pengalaman pengguna (UX) dan menentukan aspek-aspek pengalaman pengguna yang memerlukan peningkatan pada *website* SIBELA, yang digunakan dalam proses *stock opname* di PT Bank Mandiri. Pendekatan ini menggunakan data kuantitatif berupa angka-angka yang dianalisis dengan metode statistik deskriptif, untuk menggambarkan persepsi pengguna terkait interaksi mereka dengan sistem.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai desain dan antarmuka *website* SIBELA, akan dijelaskan secara rinci mengenai tampilan halaman utama, form input data, tabel informasi, serta fitur ganti password. Setiap komponen ini dianalisis berdasarkan dimensi UX yang telah diukur guna mengidentifikasi kekuatan desain maupun area yang memerlukan perbaikan.



(a)



(b)

Gambar 1. a) Struktur Proses Metode Penelitian b) Tampilan Situs Sibela

Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner *User Experience Questionnaire* (UEQ) kepada pengguna *website* SIBELA. Kuesioner UEQ digunakan untuk mengukur enam dimensi utama dari UX, yaitu Daya Tarik, Kejelasan, Efisiensi, Ketepatan, Stimulasi, dan Kebaruan. Data yang berhasil dikumpulkan kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk mengidentifikasi dimensi mana yang menunjukkan kekuatan dan kelemahan sistem.

Berdasarkan Gambar 1 a), penelitian beralih ke fase pengumpulan data penelitian ini terjadi dalam beberapa tahap. Pertama, data primer dikumpulkan melalui *User Experience Questionnaire* (UEQ) yang dibagikan kepada pegawai PT. Bank Mandiri yang terlibat dalam proses inventarisasi dan yang telah menggunakan *website* "Sibela" paling sedikit tiga bulan. Kuesioner ini dirancang untuk mengukur pengalaman pengguna dan kualitas interaksi dengan situs web. Responden akan diminta menjawab serangkaian pertanyaan yang mencakup berbagai aspek seperti daya tarik, efektivitas, kejelasan, keamanan dan inovasi. Kedua, data sekunder dikumpulkan melalui tinjauan literatur yang relevan untuk mendukung analisis data primer. Data dikumpulkan selama jangka waktu sebulan untuk memastikan jumlah tanggapan yang lengkap dan representatif. Seluruh data yang terkumpul akan dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dan inferensial untuk menguji hipotesis penelitian dan memperoleh gambaran lengkap tentang pengalaman pengguna pada *website* "Sibela".

Penelitian beralih ke fase analisis kebutuhan penelitian, yang terjadi dalam beberapa tahap. Pertama, kebutuhan akan data primer diidentifikasi melalui pengumpulan *User Experience Questionnaire* (UEQ). Kuesioner ini dirancang untuk diisi oleh pegawai PT. Bank Mandiri yang

terlibat dalam proses inventarisasi dan telah menggunakan *website* "Sibela" selama minimal tiga bulan. Kuesioner tersebut bertujuan untuk mengukur pengalaman pengguna dan kualitas interaksi dengan situs web, dengan mencakup berbagai aspek seperti daya tarik, efisiensi, kejelasan, keamanan, dan inovasi. Dalam penelitian ini, data primer yang dilandaskan dari *User Experience Questionnair*e (UEQ). Tabel berikut menunjukkan indikator dari variabel penelitian yang digunakan dalam kuesioner UEQ:

Variabel	Indikator		Kode
Daya Tarik (Attractiveness)	Menyusahkan	Menyenangkan	ATT1
	Baik	Buruk	ATT2
	Tidak disukai	Menggembirakan	ATT3
	Tidak nyaman	Nyaman	ATT4
	Aktraktif	Tidak aktraktif	ATT5
	Ramah pengguna	Tidak ramah pengguna	ATT6
Kejelasan (Perspicuity)	Tidak dapat dipahami	Dapat dipahami	PER1
	Mudah dipelajari	Sulit dipelajari	PER2
	Rumit	Sederhana	PER3
	Jelas	Membingungkan	PER4
Efisiensi (Efficiency)	Cepat	Lambat	EFF1
	Tidak efisien	Efisien	EFF2
	Tidak praktis	Praktis	EFF3
	Terorganisasi	Berantakan	EFF4
Kesandalan (Dependability)	Tidak dapat diprediksi	Dapat diprediksi	DEP1
	Menghalangi	Mendukung	DEP2
	Aman	Tidak aman	DEP3
	Memenuhi ekspetasi	Tidak memenuhi ekspetasi	DEP4
Stimulasi (Stimulation)	Bermanfaat	Kurang bermanfaat	STI1
	Membosankan	Menggairahkan	STI2
	Tidak menarik	Menarik	STI3
	Memotivasi	Tidak memotivasi	STI4
Kebaruan (Novelty)	Kreatif	Monoton	NOV1
	Berdaya cipta	Konvensional	NOV2
	Lazim	Terdepan	NOV3
	Konservatif	Inovatif	NOV4

Gambar 2. Indikator dari Variabel Penelitian

Gambar 2 menampilkan indikator utama dari variabel-variabel penelitian yang digunakan untuk mengukur aspek tertentu dalam studi ini. Indikator-indikator tersebut dipilih berdasarkan teori yang relevan dan literatur sebelumnya, sehingga mencakup berbagai elemen seperti kepuasan pengguna, kemudahan penggunaan, dan efisiensi kinerja sistem. Variabel *User Experience*, misalnya, diukur melalui indikator seperti kenyamanan antarmuka, kemudahan navigasi, dan kecepatan respons, sedangkan variabel Kinerja Sistem mencakup indikator stabilitas sistem, waktu pemrosesan data, dan penggunaan sumber daya. Penggunaan indikator-indikator ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas dan terukur terkait kinerja dan pengalaman pengguna, memungkinkan analisis yang komprehensif terhadap hubungan antar variabel yang diteliti.

Berikut ini adalah pertanyaan yang dimasukkan dalam *Google Form* berdasarkan indikator-indikator dari variabel penelitian tersebut:

Tabel 1. Kuesioner UEQ

1	Menyusahkan	OOOOOOO	Menyenangkan
2	Tidak dapat dipahami	OOOOOOO	Dapat dipahami
3	Kreatif	OOOOOOO	Monoton

4	Mudah dipelajari	OOOOOOO	Sulit dipelajari
5	Bermanfaat	OOOOOOO	Kurang bermanfaat
6	Membosankan	OOOOOOO	Mengasyikkan
7	Tidak menarik	OOOOOOO	Menarik
8	Tidak dapat diprediksi	OOOOOOO	Dapat diprediksi
9	Cepat	OOOOOOO	Lambat
10	Berdaya cipta	OOOOOOO	Konvensional
11	Menghalangi	OOOOOOO	Mendukung
12	Baik	OOOOOOO	Buruk
13	Rumit	OOOOOOO	Sederhana
14	Tidak disukai	OOOOOOO	Menggembirakan
15	Lazim	OOOOOOO	Terdepan
16	Tidak Nyaman	OOOOOOO	Nyaman
17	Aman	OOOOOOO	Tidak Aman
18	Memotivasi	OOOOOOO	Tidak memotivasi
19	Memenuhi ekspektasi	OOOOOOO	Tidak memenuhi ekspektasi
20	Tidak efisien	OOOOOOO	Efisien
21	Jelas	OOOOOOO	Membingungkan
22	Tidak praktis	OOOOOOO	Praktis
23	Terorganisasi	OOOOOOO	Berantakan
24	Atraktif	OOOOOOO	Tidak atraktif
25	Ramah pengguna	OOOOOOO	Tidak ramah pengguna
26	Konservatif	OOOOOOO	Inovatif

Pada Tabel 1 ini adalah pertanyaan yang dimasukkan dalam *Google Form* berdasarkan indikator-indikator dari variabel penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah pengguna dari *website* 'Sibela' yang merupakan karyawan dari PT. Bank Mandiri Region 5 cabang Plaza Mandiri dan Sudirman. Bank Mandiri membagi operasionalnya ke dalam beberapa wilayah yang disebut "Region" untuk memudahkan pengelolaan dan pelayanan kepada nasabah. Salah satunya adalah Region V, yang juga dikenal sebagai Region 5/Jakarta 3. Wilayah ini mencakup area tertentu di Jakarta dan sekitarnya.

Untuk menentukan jumlah sampel yang representatif, digunakan metode Slovin. Metode Slovin memberikan rumus sebagai n= N1+N(e2).

$$n = \frac{N}{1+N(e^2)} \quad (1)$$

Keterangan:
n: Ukuran sampel.
N: Ukuran populasi.
e: Margin of error

Dengan ukuran populasi (N) adalah 200 karyawan dan margin of error (e) yang ditentukan adalah 0.1 (10%). Maka perhitungan sampelnya adalah sebagai berikut:

n= 2001+200(0,12); $n \approx 67.$

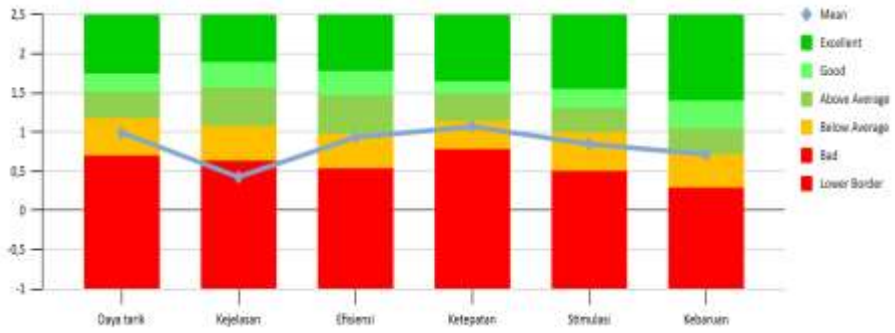
Jumlah sampel yang diperlukan untuk penelitian ini adalah sekitar 67 karyawan dari PT. Bank Mandiri dari satu cabang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tab atau sheet *benchmark* Data Analysis Tool, akan dilakukan komparasi produk Sibela terhadap studi 134 produk yang juga dilakukan dengan metode User Experience Questionnaire (UEQ) juga. Tujuan dilakukannya *benchmark* terhadap produk yang dilakukan pengukuran ini adalah agar dapat mengetahui bagaimana perbandingan hasil pengukuran ketiga aspek beserta keenam skala pada *Website* Sibela terhadap produk lainnya. Tabel 2. dan Gambar 4. dibawah

Tabel 2. Benchmark UEQ

Scale	Mean	Comparison to benchmark	Interpretation
Daya tarik	0,993	Below average	50% of results better, 25% of results worse
Kejelasan	0,426	Bad	In the range of the 25% worst results
Efisiensi	0,931	Below Average	50% of results better, 25% of results worse
Ketepatan	1,069	Below Average	50% of results better, 25% of results worse
Stimulasi	0,846	Below Average	50% of results better, 25% of results worse
Kebaruan	0,715	Above Average	25% of results better, 50% of results worse



Gambar 3. Gambar Benchmark UEQ

Berdasarkan hasil perbandingan dengan *benchmark* pada enam skala UEQ yang diukur, skala daya tarik (*attractiveness*) memiliki nilai 0,993, yang berada dalam kategori *below average*, di mana 50% hasil lebih baik dan 25% hasil lebih buruk dibandingkan *benchmark*. Skala kejelasan (*perspicuity*) dengan nilai 0,426 berada dalam kategori bad, masuk dalam rentang 25% hasil terburuk. Pada skala efisiensi (*efficiency*) dengan nilai 0,931, hasil ini juga berada dalam kategori *below average*, serupa dengan skala ketepatan (*dependability*) yang memiliki nilai 1,069. Skala stimulasi (*stimulation*) dengan nilai 0,846 juga masuk dalam kategori *below average*, mencerminkan bahwa setengah dari hasil pengukuran lebih baik dari nilai ini. Sebaliknya, skala kebaruan (*novelty*) dengan nilai 0,715 berada dalam kategori *above average*, menunjukkan bahwa 25% dari hasil pengukuran lebih baik dan 50% lebih buruk. Secara keseluruhan, hasil ini menggambarkan bahwa meskipun skala kebaruan menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan *benchmark*, aspek kejelasan memerlukan perhatian khusus untuk perbaikan agar meningkatkan pengalaman pengguna *website* SIBELA secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Kesimpulan hasil analisis User Experience Questionnaire (UEQ) terhadap website SIBELA PT Bank Mandiri Region 5 menunjukkan bahwa instrumen pengukuran terbukti valid dan reliabel dengan nilai Cronbach's Alpha di atas 0,8, yang mencerminkan konsistensi internal yang tinggi.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa UEQ merupakan alat ukur yang andal dalam menilai pengalaman pengguna secara komprehensif [10]. Skala daya tarik (attractiveness) mencatat nilai tertinggi (0,993), yang mengindikasikan bahwa antarmuka SIBELA secara visual menarik dan diminati oleh pengguna. Skala efisiensi (efficiency) dan ketepatan (dependability) juga menunjukkan hasil yang positif, masing-masing dengan nilai rata-rata 0,931 dan 1,069, sehingga mencerminkan kemudahan pengguna dalam menyelesaikan tugas dengan cepat serta merasa aman saat menggunakan sistem.

Beberapa aspek masih memerlukan perbaikan. Skala kejelasan (perspicuity) memiliki nilai rata-rata 0,426, yang menunjukkan bahwa beberapa pengguna mengalami kesulitan dalam memahami fitur yang ada, sebagaimana juga ditemukan dalam penelitian lain terkait evaluasi UX pada aplikasi berbasis digital [1][2][3]. Skala kebaruan (novelty) dengan nilai rata-rata 0,715 menunjukkan perlunya inovasi agar layanan tetap menarik dan relevan bagi pengguna, sesuai dengan pentingnya aspek ini dalam mempertahankan kepuasan pengguna sebagaimana dibahas dalam penelitian terdahulu [7][8].

Rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan meliputi peningkatan kejelasan navigasi dan penyajian informasi melalui panduan interaktif, video tutorial, serta dokumentasi yang mudah diakses. Penyusunan tata letak yang lebih intuitif juga perlu dilakukan untuk meningkatkan kemudahan penggunaan [5]. Pengembangan fitur inovatif menjadi langkah strategis dengan menambahkan layanan berbasis personalisasi dan pembaruan desain secara berkala guna menjaga daya tarik sistem [6]. Penyederhanaan antarmuka juga perlu diterapkan dengan mengurangi elemen yang tidak relevan, sehingga pengguna dapat lebih fokus pada tugas utama mereka [4].

Perbaikan pada aspek-aspek tersebut diharapkan mampu meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan, meningkatkan kepuasan pengguna, serta mendukung tujuan perusahaan dalam menyediakan layanan digital yang unggul. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut sistem berbasis UX di lingkungan perbankan, sejalan dengan studi lain yang menekankan pentingnya evaluasi UX dalam meningkatkan adopsi dan efektivitas sistem digital [9][10].

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hidayah, Nur Aeni. Evaluasi user experience pada dompet digital ovo menggunakan user experience questionnaire ueq. BS thesis. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2021.

[2] Rangkuti, Nur Anisah. Evaluasi user experience pada aplikasi AYO SRC menggunakan User Experience Questionnaire (UEQ). BS thesis. Perpustakaan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Jakarta.

[3] Danendra, Devano, et al. "Analisis User Experience Pada Website Dicoding Menggunakan Metode User Experience Questionnaire (UEQ)." The Indonesian Journal of Computer Science 12.5 (2023).

[4] Luthfi, Muhammad. Perancangan User Interface Dan User Experience Aplikasi Mobile E-Letter Menggunakan Metode Goal-Directed Design. BS thesis. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2023.

[5] Nugraheny, Dwi. "Analisis User Interface dan User Experience pada Website Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta." Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta. Vol. 2. 2016.

[6] Waralalo, Mumtaz Haya. Analisis user interface (Ui) dan user experience (Ux) pada ais Uin Jakarta menggunakan metode heuristic evaluation dan webuse dengan standar Iso 13407. BS thesis. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2019.

[7] Maliki, Adha. Analisis pengaruh user experience terhadap kepuasan pengguna aplikasi pinjaman online menggunakan extended information systems success model. BS thesis. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif HIdayatullah Jakarta.

[8] Nadia Amalia. User Satisfaction of E-Government Service: a Case Study of GAMPIL Application. International Journal of Scientific and Research Publication. Journal Article.
[9] Arifin, Syamsul, and Lisa Maharani. "Assessing user experience of a mobile application using usability questionnaire method." Appl. Inf. Syst. Manag 4.1 (2021): 1-10.
[10]Schrepp, Martin, Jörg Thomaschewski, and Andreas Hinderks. "Construction of a benchmark for the user experience questionnaire (UEQ)." (2017).
[9] Arifin, Syamsul, and Lisa Maharani. "Assessing user experience of a mobile application using usability questionnaire method." Appl. Inf. Syst. Manag 4.1 (2021): 1-10.
[10]Schrepp, Martin, Jörg Thomaschewski, and Andreas Hinderks. "Construction of a benchmark for the user experience questionnaire (UEQ)." (2017).

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7272

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Alat Monitoring Serta Penjadwalan Pemberi Pakan Kucing Berbasis Internet Of Things (Iot)

Hilman Fadhli Putranto[1], Hari Agus Sujono[2*], Riny Sulistyowati[3], dan Nariyah Silviana Erwanti[4]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
e-mail:

ABSTRACT

The most important thing about maintaining a cat is fulfilling its basic needs, especially feeding. However, not all pet owners can allocate their time to feed their pets punctually and in the right amount. This study aims to design a tool that can monitor and schedule cat feeding based on the Internet of Things (IoT). The results of this study can provide a solution to the problem of scheduled and measured cat feeding. The tool designed in this study uses the Internet of Things concept with an ESP32 microcontroller integrated with the Blynk platform, as well as load cells and infrared sensors. The feeding mechanism utilizes a screw conveyor. The designed cat feeder successfully dispenses food on a schedule of twice daily at 6:00 AM and 5:00 PM, with a weight of 50 grams. The average weight error from the target dispensed was 9.64%, and the average delay duration to reach the target weight was 4 minutes and 6 seconds. In conclusion, the designed tool can be implemented according to the initial plan. It can automatically dispense food according to the scheduled time and specified weight, and it can monitor the cat food supply in the serving container in real-time through the Blynk application.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Blynk, ESP32, screw conveyor, cat feeder*

ABSTRAK

Hal terpenting dalam memelihara kucing adalah pemenuhan kebutuhan pokoknya yaitu pemberian makan. Namun, tidak semua pemilik hewan peliharaan dapat meluangkan waktunya untuk memberi makan hewan peliharaannya tepat waktu dengan jumlah yang sesuai. Penelitian ini bertujuan merancang alat yang dapat melakukan monitoring serta penjadwalan pemberian pakan kucing yang berbasis Internet Of Things (IOT). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi permasalahan pemberian pakan kucing secara

terjadwal dan terukur. Alat yang dirancang pada penelitian ini menggunakan konsep Internet Of Things dengan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan plaform Blynk serta sensor loadcell dan sensor infrared. Metode pengeluaran pakan, alat ini menggunakan screw conveyor. Hasil perancangan alat pemberi pakan kucing telah berhasil mengeluarkan pakan dengan jadwal pemberian pakan dua (2) kali sehari di jam 06.00 WIB dan 17.00 WIB dengan berat 50 gram. Rerata galat berat pakan dari target yang dikeluarkan adalah 9,64% dan Rerata delay durasi pemberian pakan untuk mencapai berat target adalah 4 menit 6 detik. Dari penelitian ini dapat disimpulkan Alat yang dirancang sudah dapat diimplementasikan sesuai dengan perencanaan awal yaitu dapat memberi pakan secara otomatis sesuai dengan jadwal dan berat pakan yang telah ditentukan serta dapat melakukan monitoring sediaan pakan kucing pada wadah saji secara realtime melalui aplikasi Blynk.

Kata kunci: Internet Of Things (IOT), Blynk, ESP32, screw conveyor, pemberi pakan kucing

PENDAHULUAN

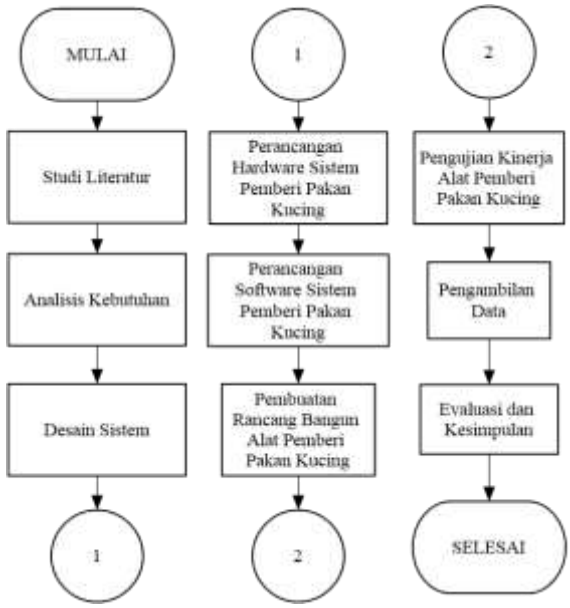
Hewan peliharaan merupakan binatang yang dapat diurus oleh pemilik dan memiliki ikatan secara emosional antar keduanya. Ketika hal tersebut akan membentuk suatu hubungan antara manusia dan hewan. Dalam beberapa penelitian terdahulu ikatan tersebut banyak memberikan manfaat positif kepada pemilik hewan peliharaan baik secara fisik, psikis, dan kesejahteraan sosial [1]. Berbagai jenis hewan dapat dipelihara, mulai dari mamalia, reptil, dan unggas. Hal penting yang harus diperhatikan dalam memelihara kucing adalah terkait perawatannya, yaitu mulai dari asupan makan hingga kebersihan tubuh. Hal terpenting adalah pemenuhan kebutuhan pokok hewan yaitu pemberian makanan. Pemilik hewan peliharaan haruslah meluangkan waktunya untuk memberi makan hewan peliharaannya tepat waktu sesuai dengan jadwal makan hewan peliharaannya.

Namun, tidak semua pemilik hewan peliharaan dapat meluangkan waktunya untuk memberi makan hewan peliharaannya tepat waktu, karena padatnya aktivitas harian namun tetap ingin memiliki hewan peliharaan. sebagai pemilik hewan peliharaan, bersama dengan rutinitas merawat hewan peliharaan juga perlu melakukan aktivitas lain di rumah dan bekerja keluar rumah, sehingga semakin sulit menangani hewan di rumah, apalagi jika harus keluar rumah dalam jangka waktu yang lama.[2] Berat badan hewan peliharaan dapat meningkat jika porsi dan frekuensi pemberian pakannya berlebih. Jika kekurangan pakan dan frekuensi pemberian pakannya kurang teratur dapat menyebabkan malnutrisi dan rentan akan penyakit. Banyak pemilik hewan peliharaan yang meremehkan akan bahaya dari tidak memberi makan hewan peliharaan secara tepat waktu dan sesuai dengan porsinya [3].

Permasalahan pemberian pakan kucing yang telah disebutkan sebelumnya dapat diselesaikan dengan teknologi Internet Of Things (IOT). Fitur utama IOT adalah komunikasi antar perangkat yang terhubung ke Internet, tanpa memerlukan interaksi manusia, saat perangkat memproses data dan bertukar data satu sama lain [4-17]. Salah satu penerapan IOT lainnya adalah melakukan monitoring kucing. Pada penelitian terdahulu yang berujudul "Automatic Cat Feeding Monitoring System with The Arduino Mega 2560-Using Hc-Sr04 Sensor Based Internet Of Thing" (IOT)[3]. Pada penelitian ini memiliki error yang cukup besar pada pembacaan sensor Loadcell yaitu 10,63%, sehingga perlu dilakukan pengembangan agar dapat mengurangi error pembacaan sensor Loadcell. Pada penelitian ini juga diharapkan menggunakan mikrokontroler lain selain Arduino Mega 2560, maka peneliti pada penelitian ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya.

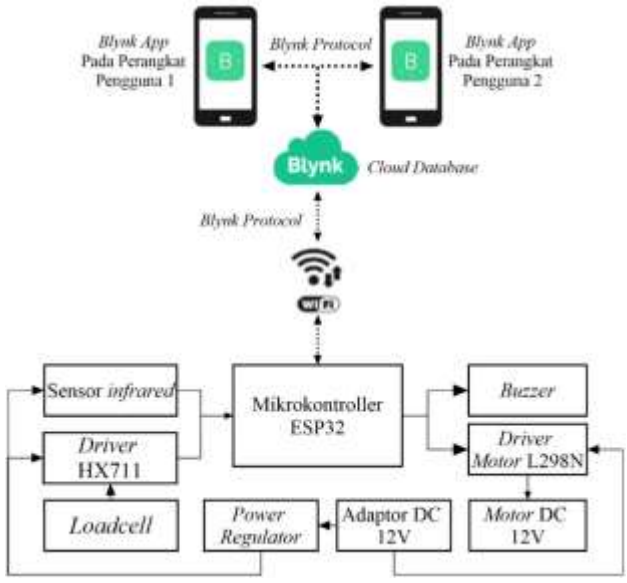
METODE

Metode penelitian ini diawali dengan penyusunan alur penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan referensi terkait alat pemberi pakan kucing otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Selanjutnya, dilakukan analisis kebutuhan yang mencakup analisis alat dan bahan, komponen, serta perangkat lunak yang dibutuhkan.

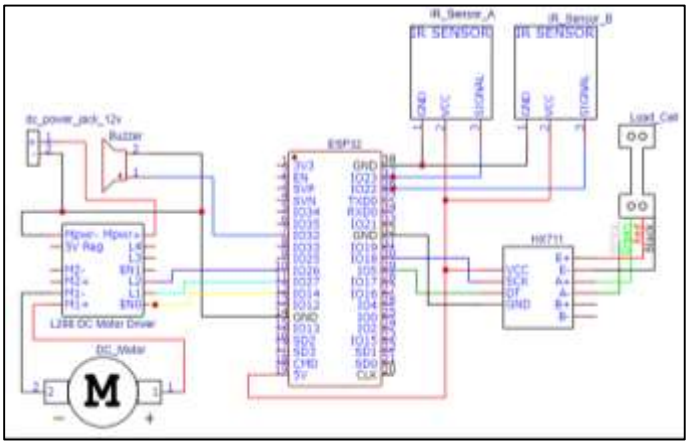


Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian Keseluruhan.

Perancangan desain sistem mencakup pembuatan diagram blok hardware alat, seperti pada Gambar 2, untuk memetakan hubungan antar komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor load cell, sensor infrared, dan mekanisme screw conveyor sebagai pengeluaran pakan. Pada tahap ini, juga dilakukan perancangan mekanik dan skematik rangkaian elektronik, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.

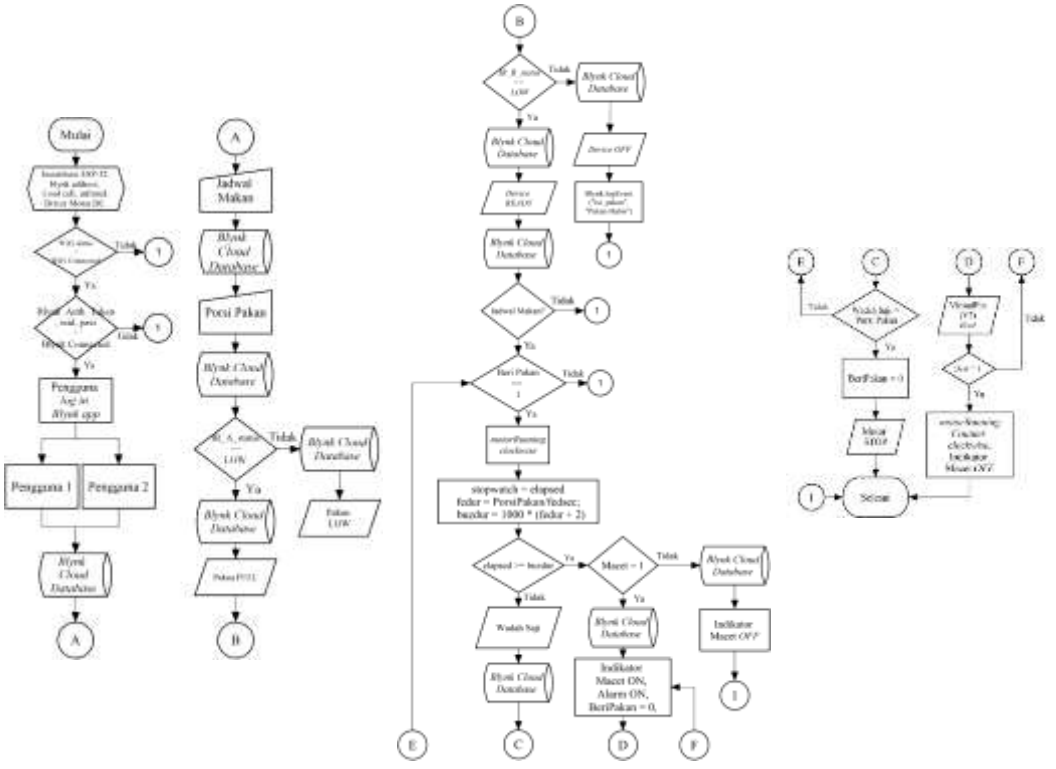


Gambar 2. Blok Diagram Hardware Alat Pemberi Pakan Kucing Secara Keseluruhan.

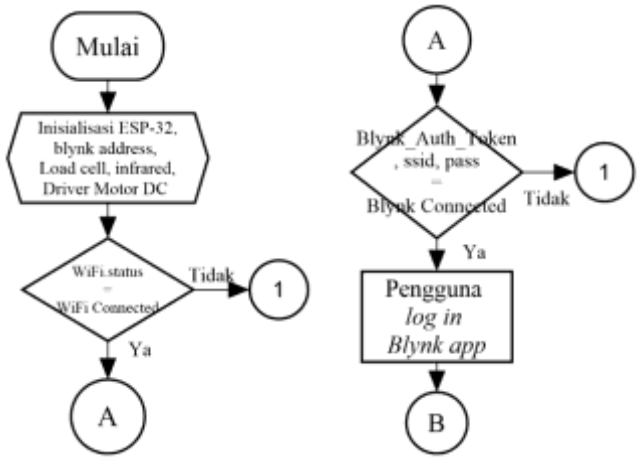


Gambar 3. Skematik Rangkaian Elektrikal Hardware Alat Pemberi Pakan Kucing.

Tahap berikutnya adalah perancangan perangkat lunak, yang mencakup pengembangan flowchart sistem untuk pengoperasian otomatis dan manual Gambar 4 dan Gambar 5. Perangkat lunak ini dirancang menggunakan platform Blynk, yang menyediakan antarmuka pengguna berbasis aplikasi untuk mengontrol dan memonitor alat secara real-time. Desain antarmuka grafis (GUI) disesuaikan untuk memudahkan pengguna dalam mengatur jadwal pemberian pakan.

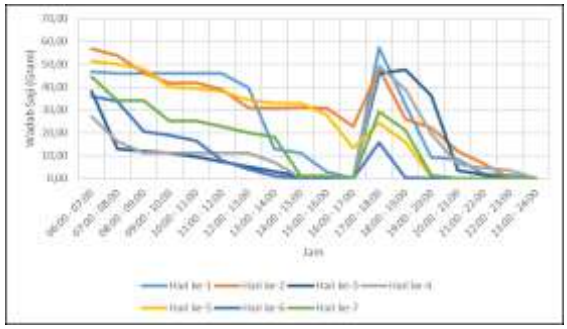


Gambar 4. Flowchart Desain Software Sistem Alat Pemberi Pakan Kucing Secara Otomatis



Gambar 5. Flowchart Desain Software Sistem Alat Pemberi Pakan Kucing Secara Manual.

Pengujian dilakukan pada setiap komponen, termasuk sensor infrared, sensor load cell, dan motor DC, untuk memastikan fungsi perangkat keras. Data hasil pengujian dirangkum dalam tabel kinerja dan grafik hasil, seperti pada Gambar 6, yang menunjukkan akurasi berat pakan yang dikeluarkan. Tahap akhir adalah integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, diikuti oleh pengujian performa sistem secara keseluruhan untuk memastikan alat dapat memberikan pakan dengan jadwal dan berat yang tepat, serta melakukan monitoring secara efisien melalui aplikasi.



No	Jam	Porsi Pakan (gram)	Berat Pakan Pada Wadah Saji (gram)						
			Hari ke -						
			1	2	3	4	5	6	7
1	06:00 - 07:00	50	46,77	56,83	38,07	27,07	51,45	36,15	44,68
2	07:00 - 08:00	50	45,97	53,76	12,99	16,31	50,01	33,82	34,08
3	08:00 - 09:00	50	45,97	48,40	11,81	11,85	47,86	20,12	34,07
4	09:00 - 10:00	50	45,99	41,70	11,05	11,01	40,06	19,01	25,08
5	10:00 - 11:00	50	40,01	41,95	8,62	11,00	35,68	16,11	25,07
6	11:00 - 12:00	50	40,00	38,91	7,44	11,00	18,11	7,90	22,78
7	12:00 - 13:00	50	39,90	31,00	3,23	11,00	14,11	4,00	20,00
8	13:00 - 14:00	50	12,97	30,98	3,06	7,00	12,97	3,13	18,21
9	14:00 - 15:00	50	11,01	31,03	1,35	0,27	11,07	0,04	1,00
10	15:00 - 16:00	50	2,94	31,00	0,88	0,04	7,85	0,00	1,00
11	16:00 - 17:00	50	0,11	22,81	0,00	0,01	11,32	0,00	0,00
12	17:00 - 18:00	50	57,47	48,15	46,32	49,32	34,48	15,61	29,28
13	18:00 - 19:00	50	52,30	26,39	47,65	38,96	18,12	0,28	21,02
14	19:00 - 20:00	50	9,21	22,57	36,26	19,38	0,53	0,00	1,40
15	20:00 - 21:00	50	8,30	12,04	3,66	8,29	0,05	0,01	0,00
16	21:00 - 22:00	50	2,00	8,47	1,88	4,84	0,00	0,00	0,00
17	22:00 - 23:00	50	1,50	0,00	0,00	3,42	0,00	0,00	0,00
18	23:00 - 24:00	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Gambar 6. Contoh Grafik dan Tabel Hasil Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

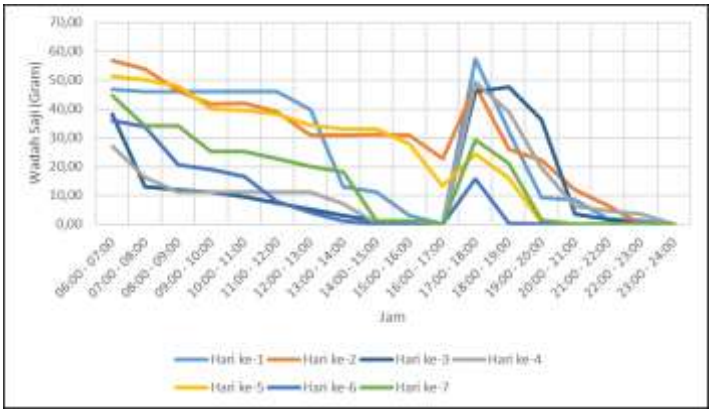
Hasil Pengujian Periodik Berat Pakan

Dari hasil pengujian, berat pakan pada wadah saji menunjukkan perubahan yang terjadwal sesuai dengan implementasi perangkat berbasis Internet of Things (IoT). Tabel 1. memperlihatkan perubahan berat pakan secara periodik, di mana pemberian dilakukan dua kali sehari pada pukul 06.00 dan 17.00 WIB. Data menunjukkan rata-rata berat pakan yang dikeluarkan mendekati target 50 gram, dengan galat sebesar 9,64%.

Tabel 1. Perubahan Berat Pakan Pada Wadah Saji Secara Periodik.

No	Jam	Porsi Pakan (gram)	Berat Pakan Pada Wadah Saji (gram)						
			Hari ke -						
			1	2	3	4	5	6	7
1	06:00 - 07:00	50	46,77	56,83	38,07	27,07	51,45	36,15	44,68
2	07:00 - 08:00	50	45,97	53,76	12,99	16,31	50,01	33,82	34,08

3	08:00 - 09:00	50	45,97	46,40	11,81	11,05	47,80	20,52	34,07
4	09:00 - 10:00	50	45,99	41,70	11,05	11,01	40,00	19,01	25,08
5	10:00 - 11:00	50	46,01	41,95	9,62	11,00	39,60	16,51	25,07
6	11:00 - 12:00	50	46,00	38,91	7,44	11,00	38,11	7,90	22,78
7	12:00 - 13:00	50	39,90	31,00	5,25	11,05	34,51	4,00	20,00
8	13:00 - 14:00	50	12,97	30,98	3,06	7,00	32,97	1,15	18,21
9	14:00 - 15:00	50	11,05	31,03	1,15	0,27	33,07	0,04	1,00
10	15:00 - 16:00	50	2,94	31,00	0,88	0,04	27,85	0,00	1,00
11	16:00 - 17:00	50	0,11	22,65	0,00	0,05	13,32	0,00	0,00
12	17:00 - 18:00	50	57,47	48,15	46,12	49,32	24,49	15,61	29,28
13	18:00 - 19:00	50	32,30	26,09	47,65	38,96	16,12	0,28	21,02
14	19:00 - 20:00	50	9,21	22,17	36,26	19,58	0,53	0,00	1,40
15	20:00 - 21:00	50	8,36	12,04	3,60	6,29	0,05	0,01	0,00
16	21:00 - 22:00	50	2,00	6,47	1,60	4,64	0,00	0,00	0,00
17	22:00 - 23:00	50	1,50	0,00	0,00	3,42	0,00	0,00	0,00
18	23:00 - 24:00	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Gambar 7. Grafik Perubahan Berat Pakan Pada Wadah Saji Secara Periodik.

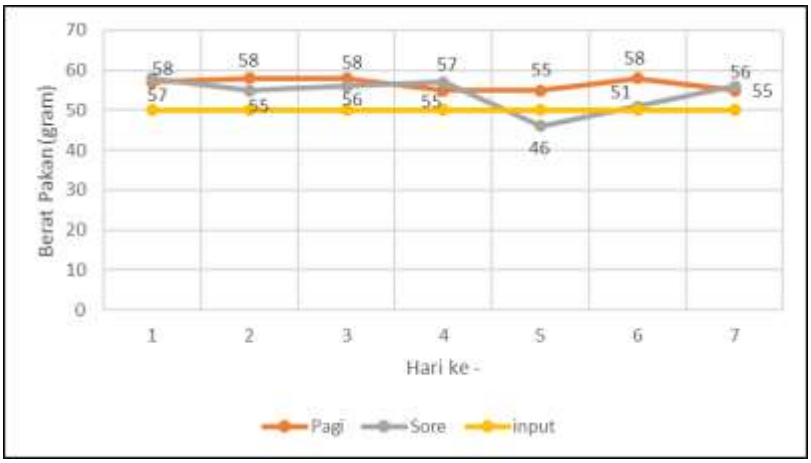
Gambar 7 memberikan visualisasi perubahan berat pakan pada wadah saji secara periodik, yang menggambarkan kestabilan alat dalam mendistribusikan pakan meskipun terjadi sedikit fluktuasi berat akibat galat sensor load cell.

Analisis Persebaran Berat Pakan

Tabel 2. Persebaran output berat pakan kucing.

Hari ke	Output		$\bar{x}$	Input Porsi pakan	Error (%)
	Pagi	Sore			
1	58	58	58	50	13,79
2	58	55	56,5	50	11,50
3	58	56	57	50	12,28
4	55	57	56	50	10,71
5	55	46	50,5	50	0,99
6	58	51	54,5	50	8,26
7	55	56	55,5	50	9,91
Rata - rata Error (%)					9,64

Tabel 2 dan Gambar 6 menunjukkan persebaran berat pakan yang keluar dari alat selama pengujian. Data tersebut mengindikasikan bahwa variasi berat pakan yang dikeluarkan dipengaruhi oleh akurasi screw conveyor dan kalibrasi sensor load cell. Rata-rata berat pakan berada pada interval ±10% dari target berat, yang merupakan batas toleransi yang diterima dalam desain alat ini.



Gambar 8. Grafik Persebaran Berat Pakan Kucing.

Gambar 8 menggambarkan distribusi berat pakan yang bervariasi, tetapi tetap berada dalam rentang yang dapat diterima untuk menjaga nutrisi kucing sesuai kebutuhan.

Pembahasan

Secara keseluruhan, sistem alat monitoring dan penjadwalan pemberi pakan kucing berbasis IoT ini telah memenuhi tujuan awal penelitian. Penggunaan ESP32 dan sensor load cell memungkinkan monitoring yang akurat dan distribusi pakan yang konsisten. Meskipun terdapat galat kecil, hal ini tidak signifikan untuk memengaruhi kondisi kesehatan kucing. Peningkatan dapat dilakukan pada mekanisme screw conveyor untuk mengurangi galat berat pakan, serta optimasi algoritma pengendalian pada aplikasi Blynk untuk memastikan akurasi pemberian pakan. Kombinasi tabel dan grafik memberikan validasi bahwa alat ini dapat diandalkan untuk kebutuhan otomatisasi pakan hewan peliharaan.

KESIMPULAN

Penelitian berhasil merancang dan mengimplementasikan alat monitoring serta penjadwalan pemberian pakan kucing berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, platform Blynk, sensor load cell, dan sensor inframerah. Alat ini mampu memberikan pakan kucing secara otomatis dengan jadwal dua kali sehari pada pukul 06.00 WIB dan 17.00 WIB dengan berat 50 gram per pemberian. Rata-rata galat berat pakan sebesar 9,64%, dengan rata-rata waktu keterlambatan 4 menit 6 detik untuk mencapai berat target. Alat ini juga memungkinkan pemantauan ketersediaan pakan secara real-time melalui aplikasi Blynk, memenuhi tujuan awal penelitian untuk membantu pemilik hewan peliharaan yang memiliki keterbatasan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Chen, K. Hung, and N. Peng, “A cluster analysis examination of pet owners’ consumption values and behavior – segmenting owners strategically,” J. Target. Meas. Anal. Mark., vol. 20, no. 2, pp. 117–132, Jun. 2012, doi: 10.1057/jt.2012.10.

[2] J. Kulaikar, D. Kurade, A. Sawant, P. Sthawarmath, and A. Chaurasia, "IOT Based Automatic Pet Feeding and Monitoring System," Int. J. Mod. Dev. Eng. Sci., vol. 2, no. 4, pp. 24–27, Apr. 2023.

[3] I. Inayatillah, R. Munandi, and A. I. Irawan, "Automatic Cat Feeding Monitoring System with The Arduino Mega 2560-Using Hc-Sr04 Sensor Based Internet of Thing (IOT)," vol. 8, no. 6, p. 2853, desember 2022.

[4] D. Babic, I. Jovovic, T. Popovic, N. Kovac, and S. Cakic, "An Internet of Things System for Environmental Monitoring Based on ESP32 and Blynk," in 2022 26th International Conference on Information Technology (IT), Zabljak, Montenegro: IEEE, Feb. 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/IT54280.2022.9743538.

[5] A. R. Harahap, D. Setiawan, and E. F. Ginting, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Kucing Secara Otomatis Menggunakan Metode Penjadwalan Berbasis Nodemcu Esp8266 Dan Android," 2021.

[6] Riny Sulistyowati, A Suryowinoto, A Fahruzi, M Faisal, Prototype of the Monitoring System and Prevention of River Water Pollution Based on Android, 2019.

[7] R. W. Pratiwi, "Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berbasis Fuzzy Logic Control," Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, 2022.

[8] R. A. Hanif, "Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Kucing Berbasis Esp32 Terintegrasi Bot Telegram," Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2022.

[9] S. N. Rizqulloh, "Rancang Bangun Alat Deteksi Manusia Menggunakan Esp32-Cam Dan Node-Red Untuk Sistem Manajemen Lampu Ruang Kelas Berbasis Internet Of Things (IOT)," Universitas Jenderal Soedirman, Purbalingga, 2022.

[10] M. A. Ramadhan, B. S. Nugroho, and A. I. Irawan, "Perancangan Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berbasis IOT".

[11] M. A. R. Bachdar, "Proyek Akhir Rancang Bangun Alat Pemberian Pakan Dan Monitoring Sisa Pakan Kucing Menggunakan Telegram Berbasis Mikrokontroler," Universitas Teknologi Digital Indonesia Yogyakarta, Yogyakarta, 2022.

[12] C.-M. Own, H.-Y. Shin, and C.-Y. Teng, "The Study and Application of the IOT in Pet Systems," Adv. Internet Things, vol. 03, no. 01, pp. 1–8, 2013, doi: 10.4236/ait.2013.31001.

[13] H. Jamaludin, "Designing ESP32 Base Shield Board for IOT Application," Politek. Amp Kolej Komuniti J. Eng. Technol., vol. 5, no. 1, pp. 130–137, Nov. 2020.

[14] M. Syaifudin, "Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Dan Monitoring Sisa Pakan Kucing Berbasis IOT Dengan Metode Decision Table," Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, 2022. [Online]. Available: https://repository.ittelkom-pwt.ac.id/id/eprint/

[15] VF Anaz, HA Sujono, R Sulistyowati, NS Erwanti, E Alfianto, Sistem Monitoring Air Conditioner Berbasis Internet of Things, SNESTIK 2024.

[16] N. Titisari, "Pengaruh Pemberian Pakan Kucing Komersial Kering Dan Basah TerhadaP pH, Kristal Struvit Dan Kalsium Oksalat Pada Urin," Skripsi, Universitas Airlangga, Surabaya, 2009. [Online]. Available: https://repository.unair.ac.id/21175/

[17] I. Puspitorini and I. Dewi Sintawati, "Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Prediksi Produk Jenis Makanan Kucing Yang Sesuai Kebutuhan Dengan Algoritma Decision Tree (ID3)," Akrab Juara J. Ilmu-Ilmu Sos., vol. 6, no. 4, p. 21, Nov. 2021, doi: 10.58487/akrabjuara.v6i4.1629.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan
https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7282

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Perancangan Penilaian Kesiapan Pupuk Organik Dari Limbah Ternak Menggunakan Klasifikasi K-Nearest Neighbors Pada Mikrokontroler

Mohamad Nawal Taufiqurohman[1], Hari Agus Sujono[2*], Riny Sulistyowati[3], Nariyah Silviana Erwanti[4]

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: hari.agus17@itats.ac.id

ABSTRACT – Font 10

Agricultural production plays a vital role in maintaining global food security. Fertilizers are a crucial factor affecting agricultural output. In Indonesia, the limitation of subsidized fertilizers is a major challenge, with a need reaching 13.5 million tons, but only about 3.5 million tons are met. Shivansh's method for producing organic fertilizers relies on manual measurements, which often result in uncertainty. Modernizing this method with machine-learning technology is essential. The K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm, as a data classification method based on the closest distance from test samples to training samples, was chosen to address this issue. In addition to classification with KNN, recording historical data for further analysis and remote monitoring using IoT technology is crucial. With support from flexible communication protocols like Modbus, this system can be applied on a large scale, including in industry. This research creates a data acquisition tool that uses soil moisture, temperature, and pH sensors. The system collects data with an average sensor error of 2.5% for the soil moisture sensor, 2.5% for the soil pH sensor, and 0% for the DS18b20 temperature sensor. The KNN algorithm has been successfully implemented on a microcontroller to identify the readiness of organic fertilizers based on these parameters, providing a quick and reliable assessment. The Modbus protocol allows efficient communication between the data acquisition tool and other devices, supporting integration with various industrial control systems. A web server-based

data logger and IoT system was created using the Firebase platform and integrated with the Blynk IoT application to provide users with real-time monitoring and management of sensor data via a web interface and mobile application.

Keywords: *K-Nearest Neighbor, organic fertilizer, machine learning, IoT, Modbus.*

ABSTRAK

Produksi hasil pertanian memegang peran vital dalam menjaga ketahanan pangan global. Penggunaan pupuk merupakan faktor krusial yang mempengaruhi hasil pertanian. Di Indonesia, keterbatasan pupuk subsidi menjadi tantangan besar, dengan kebutuhan mencapai 13,5 juta ton, namun hanya sekitar 3,5 juta ton yang terpenuhi. Metode Shivansh dalam pembuatan pupuk organik mengandalkan pengukuran manual, yang seringkali menghasilkan ketidakpastian. Modernisasi metode ini dengan teknologi machine learning menjadi sangat diperlukan. Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN), sebagai metode klasifikasi data berdasarkan jarak terdekat dari sampel uji ke sampel latih, dipilih untuk mengatasi masalah ini.Selain klasifikasi dengan KNN, pencatatan data historis untuk analisis lebih lanjut dan pemantauan jarak jauh menggunakan teknologi IoT sangat penting. Dengan dukungan protokol komunikasi fleksibel seperti Modbus, sistem ini dapat diterapkan dalam skala luas, termasuk industri. Penelitian ini menciptakan alat akuisisi data yang menggunakan sensor kelembaban tanah, suhu, dan pH. Sistem ini mengumpulkan data dengan rata-rata error sensor kelembaban tanah sebesar 2,5%, sensor pH sebesar 2,5%, dan akurasi sensor suhu 100%. Algoritma KNN berhasil diimplementasikan pada mikrokontroler untuk mengidentifikasi kesiapan pupuk organik berdasarkan parameter tersebut, memberikan penilaian yang cepat dan andal. Implementasi protokol Modbus memungkinkan komunikasi yang efisien antara alat akuisisi data dan perangkat lain, mendukung integrasi dengan berbagai sistem kontrol industri. Sistem data logger berbasis web server dan Internet of Things (IoT) dibuat menggunakan platform Firebase dan terintegrasi dengan aplikasi Blynk IoT, memungkinkan pemantauan dan pengelolaan data sensor secara real-time melalui antarmuka web dan aplikasi seluler

Kata kunci: K-Nearest Neighbor, pupuk organik, machine learning, IoT, Modbus.

PENDAHULUAN

Produksi hasil pertanian memegang peran yang sangat penting dalam menjaga ketahanan pangan global.Salah satu faktor yang memengaruhi hasil pertanian adalah penggunaan pupuk.Di Indonesia, keterbatasan pupuk subsidi menjadi tantangan nasional, dengan kebutuhan mencapai 13,5 juta ton, sementara hanya sekitar 3,5 juta ton yang terpenuhui (Presiden Joko Widodo, 2023)[1]. Pentingnya untuk mempertimbangkan pendekatan modern dalam pengelolaan pupuk[2].

Dalam pertanian modern pupuk organik menjadi elemen kunci dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah dan mengurangi dampak lingkungan negatif dari penggunaan pupuk kimia. Pupuk organik, sebagai komponen penting dalam pertanian berkelanjutan, dapat berasal dari berbagai bahan, termasuk limbah ternak. Pemanfaatan limbah ternak untuk produksi pupuk organik merupakan pendekatan ramah lingkungan dalam pengelolaan limbah sekaligus berkontribusi pada kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Penggunaan pupuk organik yang berasal dari limbah ternak, dapat secara signifikan memengaruhi sifat tanah, penangkapan karbon, dan hasil tanaman, sehingga mempromosikan praktik pertanian yang berkelanjutan[2]. Selain itu, penerapan pupuk organik telah terkait dengan peningkatan keragaman biodiversitas tanah, keragaman komunitas mikroba, dan kualitas hasil pertanian. Produksi dan aplikasi pupuk organik, khususnya yang berasal dari limbah ternak, sangat penting untuk mengatasi tantangan yang terkait dengan asamifikasi tanah, degradasi kualitas tanah, dan ketergantungan berlebihan pada pupuk kimia. Sebuah study telah menunjukkan bahwa penggabungan pupuk organik dapat mengurangi asamifikasi tanah yang disebabkan oleh pupuk nitrogen kimia, sehingga menjaga keanekaragaman hayati tanah dan mendukung praktik pertanian yang ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan pupuk organik telah terbukti meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan menekankan potensinya untuk

mengurangi degradasi lingkungan dan mendukung pembangunan pertanian yang berkelanjutan[3] [4].

Pada penelitian yang berjudul "Farmers Participation in Applying Silvopasture Technology for Organic Fertilizer Production as A Sustainable Agriculture" dalam penelitian tersebut peneliti malukan pengolahan pupuk dengan mengunakan metode Shivansh fertilizer yang dilakukan di Desa Medowo [5]. Dalam pembuatan pupuk dengan metode shivans petunjuk pengukuran di lakukan secara fisik menggunakan tangan[6]. Dalam pertanian yang menggunakan metode konvensional berdasarkan naluri dalam pembuatan pupuk, mengakibatkan ketidakpastian terhadap hasil. Menurut SNI 19-7030-2004 evaluasi kualitas pupuk organik melibatkan analisis fisik, biologi, dan kimia. Pengukuran kadar air,suhu tanah dan pH termasuk dalam kategori analisis fisika tanah. Analisis fisik tanah umumnya mencakup parameter seperti tekstur tanah, struktur tanah, dan sifat-sifat fisik lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan aktivitas mikroba.Dalam pengomposan parameter yang sering di amati adalah Kelembaban dan Suhu.Namun Pengukuran pH tanah dapat dimasukkan ke dalam kategori analisis kimia tanah. Analisis kimia tanah umumnya berfokus pada kandungan nutrisi, tingkat keasaman (pH), dan mineral lain yang mempengaruhi ketersediaan nutrisi untuk tanaman. Dalam pertanian konvesional metode tradisional rumit, memakan waktu, sumber daya intensif. Tantangan-tantangan ini mungkin menghambat penerapan dan penerapan metode-metode ini dalam skala luas karena faktor biaya dan kompleksitas [7-13].

Oleh karena itu, diperlukan modernisasi dalam pembuatan pupuk dengan metode Shivansh menggunakan teknologi masa kini seperti machine learning. Salah satu algoritma yang dapat digunakan adalah K-Nearest Neighbor (KNN), yang merupakan metode klasifikasi data berdasarkan jarak terdekat dari sampel uji ke sampel latih. KNN adalah metode supervised learning yang mengklasifikasikan data berdasarkan kedekatannya dengan kategori yang telah ditentukan sebelumnya. Selain klasifikasi dengan KNN, pencatatan data historis untuk analisis lebih lanjut dan pemantauan jarak jauh dengan teknologi IoT juga diperlukan. Dengan dukungan protokol komunikasi yang fleksibel seperti Modbus, sistem ini dapat diterapkan dalam skala luas bahkan hingga skala industri. Integrasi klasifikasi KNN pada mikrokontroler yang didukung dengan platform IoT bertujuan untuk memberikan solusi bagi petani dalam menilai kesiapan pupuk organik dari limbah ternak secara cepat dan mudah berdasarkan SNI 19-7030-2004, serta melakukan analisis lebih lanjut menggunakan pencatatan data historis [14],[15],[16].

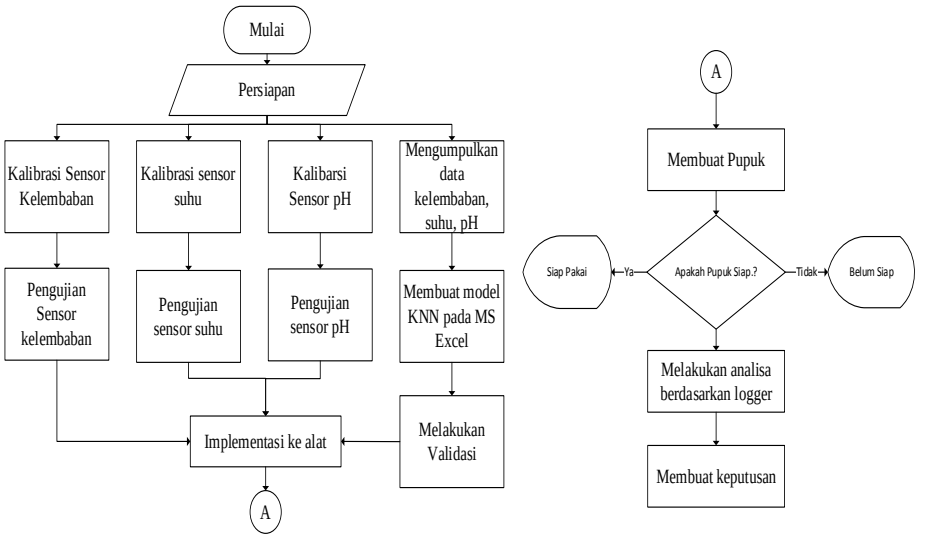
Dengan demikian, perancangan klasifikasi K-Nearest Neighbors pada mikrokontroler untuk penilaian kesiapan pupuk organik dari limbah ternak menciptakan solusi praktis dan inovatif dalam mendukung pertanian berkelanjutan serta mempromosikan pemanfaatan limbah organik untuk keperluan pertanian[17].

METODE

Pada Gambar 1 dibawah ini merupakan alur penelitian Pada tahapan awal penelitian ini Peneliti melakukan analisa situasi pertanian saat ini dan membaca jurnal terkait limbah ternak yang berasal dari kotoran sapi.penggunnaan limbah ternak tersebut adalah karena didasari mudahnya di temui pelaku pertanian yang sekaligus merawat ternak sapi serta banyak limbah ternak sapi yang tidak termanfaatkan inilah yang mendasari untuk melakukan penelitian pada pupuk organik yang berasal dari limbah ternak ini.

Pada proses pengumpulan data peneliti melakukan pengumpulan data dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder kemudian sampel tersebut di bagi menjadi dua kelompok yaitu siap pakai dan belum siap.Untuk melakukan Perancangan Sistem Pemantauan dan Klasifikasi dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) pada mikrokontroler platfom yang di gunakan adalah arduino IDE.Untuk mengimplementasikan Algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN) pada arduino IDE dapat menggunakan library Arduino_KNN yang tersedia di github, Algoritma K-NN dapat di terapkan dalam berbagai aplikasi. Dalam hal ini objek klasifikasi

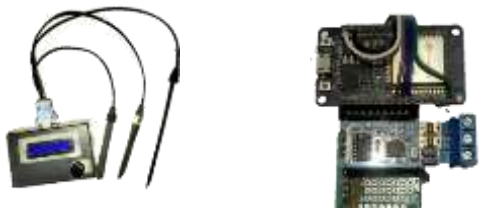
adalah limbah ternak dari sapi.Dalam penelitian ini dilakukan perancangan haerware dan software. perancangan ini dimaksudkan agar memepermudah dalam melakukan penelitian yang dimana sebagai gambaran alat yang akan di kerjakanPada proses pembuatan pupuk peneliti menggunakan metode shivansh fertilizer prmbuatan pupuk dilakukan dalam kurun 1 bulan Selanjutnya peneliti melakukan evaluasi apakah cupuk efektif alat yang telah di buat dengan menguji fungsi dan efektifitasnya.



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

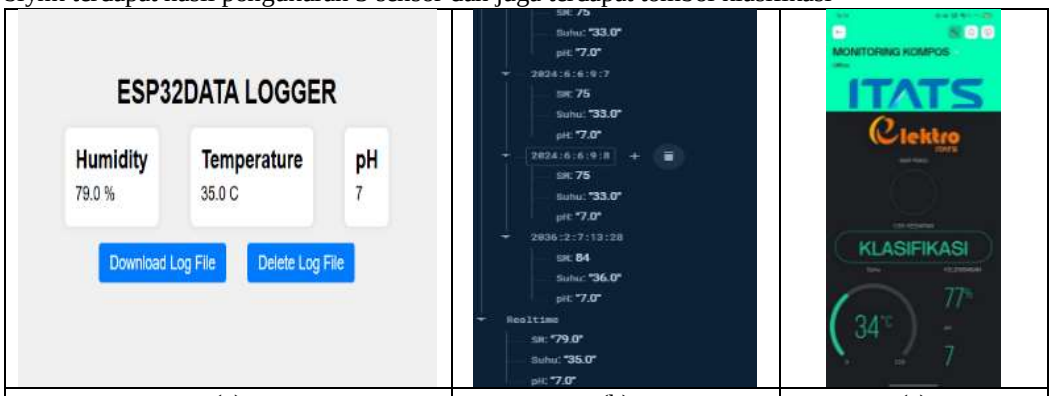
Pada Gambar 2. merupakan hasil alat yang telah di racang pada alat ter sebut menggunakan mikro kontroler Arduino uno yang di lengkapi dengan 3 sensor sebagai alat ukur. Sensor pertmana merupakan sensor kelembaban pada sensor kelembaban menggunakan prof besi yang telah di rancang dengan panjang 8 cm dengan jarak antar sensor 1 cm desain ini sudah sesuai dengan yang ada di pasaran. pada snsor kelembaban yang di buat snsitifitasnya cukup baik dalam mengukur nilai kelembaban. selanjutnya sensor kedua merupakan sensor suhu pada sensor suhu peneliti menggunakan sensor ds18b20 pada sensor tersebut peneliti melakukan penambahan besi aluminium untuk menambah panjang sensor agar dapat menjangkau titik lebih dalam pada kompos. dan kemudian sensor pH yang di rancang merupakan prof timbal dan tembaga di mana prof tersebut di dapatkan dari alat ukur pH analog alat ukur ini di pilih karena merupakan sensor yang paling praktis penggunaan Pemantauan di bandingkan dengan mengukur dengan kertas pH atau sejenisnya. Pada alat pertama juga di bekali lcd 16 x2 yang cukup informatif untuk menyampaiakan informasi. Pada Gambar 2. a dan b merupakan alat data logger alat tersebut terdiri dari esp 32, modul sd card, serta modul rs485. pada esp 32 telah terprogram web server sebagai penampil pengukuran secara Online dan akses ke kartu SD.



(a) **(b)**

Gambar 2. (a)Alat Penilaian Kesia pan ,(b) Alat Data Logger

Gambar merupakan hasil desain pada web yang telah di buat pada (a) merupakan tampilan dari web server yang berbasis pada esp 32 web server ini memudakan pengguna untuk memantau secara offline melaui pc ataupun semartphone dengan jaringan wireless yang sama. pada web server memungkinkan pengguna melihat hasil pengukuran secara realtime dan juga dapat dengan mudah mengakses isi dari file SD card yang telah di catat hal ini sangat memudahkan pengguna untuk menghapus dan mendwonload tanpa harus melepas kartu sd card. selanjutnya pada (b) merupakan tampilan pencatatan secara online hal ini memungkin kan pengguna dapat mengakses dan menganalisa di mana saja selama saling terhubung dengan interner. (c) merupakan hadil desain dan contoh implementasi menggunakan apliasi blynk IoT pada penelitian ini peneliti memanfaatkan fitur blynk gratis dengan tetap mengutamakan fusingsional nya. dalam tampilan blynk terdapat hasil pongukuran 3 sensor dan juga terdapat tombol klasifikasi



(a) (b) (c)

Gambar 3. Tampilan Data Logger (a) pada web server (b) pada firebase (c) Tampilan Blynk

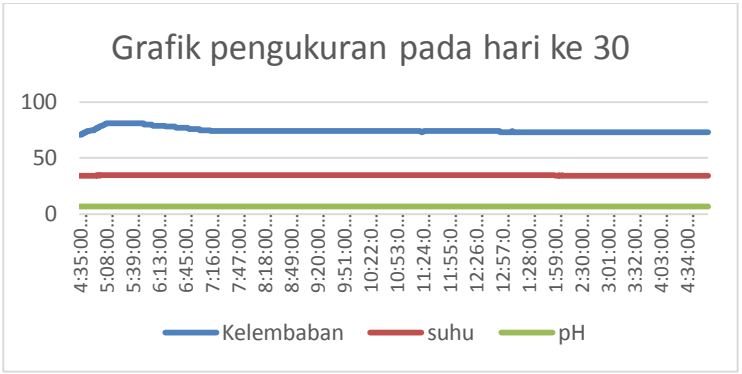
Tabel 1 merupakan hasil pengukuran selama 19 hari kondisi tersebut merupakan kondisi 3 bagian yang berbeda yaitu bagian bawah, bagian tengah dan juga bagian atas pada tabel tersebut menunjukan pada hari terakhir pengomposan kondisi suhu mulai menurun dan konsisi fisik kompos baunya sudah tidak menyengat lagi. namun belum menyerupai kondisi bau tanah sesuai dengan kesiapan pupuk organik yang di keluarkan BSN pada kondisi tersebut kadar air juga masih sangat tinggi sudah di pastikan kondisi saat itu belum siap sesuai dengan BSN terlihat pada.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Selama 19 Hari

hari ke -	Pengukuran Bawah			Pengukuran Tengah			Pengukuran Atas		
	Suhu	pH	Kelembaban	Suhu	pH	Kelembaban	Suhu	pH	Kelembaban
5	33	4,5	96	33	4,5	96	33	4,5	96
7	32	4,5	95	32	5	90	33	4,7	90
9	34	6,3	76	33	4,5	77	33	8,2	77
11	35	8,2	74	36	8,2	73	37	8,2	69
13	39	7	70	41	8,2	74	41	8,2	77
15	39	8,2	79	42	8,2	75	42	8,2	81
17	36	8,2	77	36	8,2	69	35	8,2	66
19	36	7,2	79	36	8,2	74	37	8,2	71

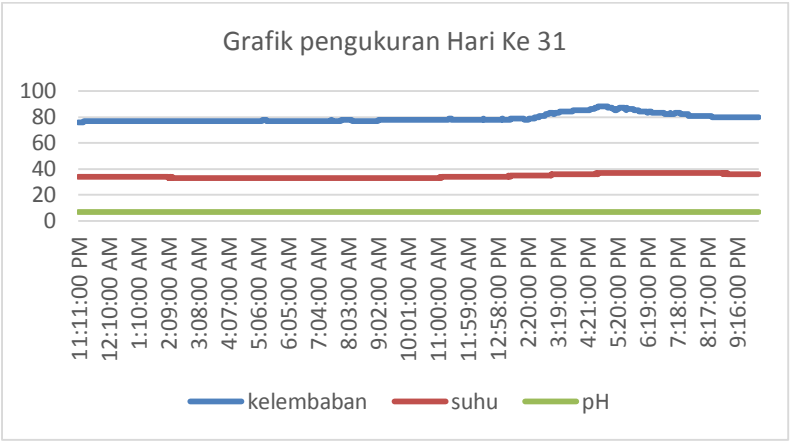
Dalam penelitian ini peneliti melakukan pemantauan secara terus menerus menggunaka pada hari ke 30 sampai hari 33 dengan menggabungkan alat pertama dengan alat data logger kedua.

Untuk memberikan pertimbangan apakah pengguna dapat mengambil keputusan pupuk dalam kondisi siap pakai atau belum siap.



Gambar 4. Grafik Pengukuran Pada Hari ke 30

Pada Gambar 4 menunjukan hasil data logger pada hari ke 30 yaitu pada jam 16 : 35 sampai dengan jam 04:49 berdasarkan pengukuran tersebut kodisi kelembaban mengalami penurunanan pada jam 19:43 dari yang awalnya puncak sebesar 81 % turun menjadi 74 % kemudian suhu mengalam kenaikan dari yang awalnya 34 menjadi 35. suhu bertahan pada 35 sampai dengan jam 1 malam dan kemudian mengalami penuruan lagi dalam kondisi 34 derajat sedangkan nilai pH setabil di angka 7.

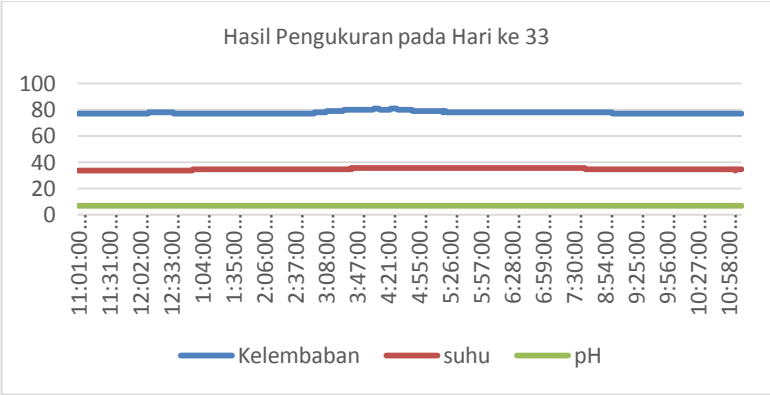


Gambar 5. Grafik pengukuran pada Hari ke 31

Pengukuran hari ke 31 menunjukan kenaikan kelembaban pada jam 14:28 sebesar 87 derajat yang awalnya adalah 77 derajat kemudian pada jam 20:00 mengalami penurusan sebesar 7 derajat. kondisi suhu juga mengalami kenaikan pada jam 14:00 mengalami kenaikan 3 derajat yang awalnya pada kondisi 34 derajat dan kondisi pH dalam keaadan netral dapat di lihat pada Gambar 5. Grafik pengukuran pada Hari ke 31 dengan jam 19: 40 kemudian mengalami penurunan Kembali.

Pada pengujian selanjutnya yaitu pada hari ke 33 perubahan juga terjadi pada rentang jam 14:35 dengan nilai kelembaban sebesar 80 persen dengan kenaikan suhu 2 derajat yaitu 36 pada

jam 12 suhu setabil dalam kondisi 36 derajat sampai dengan jam 19: 40 kemudian mengalami penurunan Kembali Gambar .



Gambar 6. Hasil Pengukuran pada Hari ke 33

KESIMPULAN

Kesimpulan dari data dan pembahasan yang disajikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil menciptakan alat akuisisi data menggunakan sensor kelembaban tanah, sensor suhu, dan sensor pH. Sistem ini mampu mengumpulkan data dari ketiga sensor tersebut secara akurat, dengan nilai akurasi yang cupup baik di dapatkan rata – rata error sensor Kelembaban tanah Sebesar 2,5 %, rata rata error Sensor pH sebesar 2,5 %, dan eror Sensor suhu 0%.
2. Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) berhasil diimplementasikan pada mikrokontroler untuk mengidentifikasi kesiapan pupuk organik berdasarkan parameter kelembaban,suhu, dan pH. Sistem ini mampu mengklasifikasikan pupuk organik dengan akurasi yang memadai. Secara Keseluruhan sistem yang di buat dapat berjalan dengan baik dimana pada kondisi ke 19 klasifikasi menunjukan belum siap namun dengan adanya data logger pengguna dapat melakukan analisa lebih lanjut dengan memantau 3 hari berturut turut kondisi kompos setelah 30 hari.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 3 tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

[2] Standar Nasional Indonesia 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. Purwendro. S., dan Nurhidayat. 2006. Mengolah Sampai untuk Pupuk dan Pestisida Organik. Seri Agritekno. Penebar Swadaya, Jakarta.

[3] Litauditomo., 2007. Mengolah Sampah Rumah Tangga.http://www.lintauditomo.muliply.c om. Diakses 19 Maret 2018.

[4]Indraloka, B., Romadian, E., Sulkhi, W. I., & Aprilia, D. (2022). Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Bokashi Organik di Desa Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi. Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(2), 59–64. https://doi.org/10.32764/ABDIMASPER.V3I2.2564

[5]Irwanto, I. (2019). Pelatihan Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. To Maega : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2(2), 38–50. https://doi.org/10.35914/TOMAEGA.V2I2.238Jumarianta, J. (2018).

[6]Pengelolaan Sampah Rumah Tangga (Studi Penelitian di Desa Karang Intan Kecamatan Karang Intan Kabupaten Banjar. AS-SIYASAH : Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik, 2(2), 118–125. https://doi.org/10.31602/AS.V2I2.1180

[7]Kasmaida, K., Mustakim, M., Amir, A., & Ruslan, N. (2023). Pendamping Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah Plastik menjadi Paving Blok. Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(2), 1358–1361.

[8] Kurniawan, D.A., & Santoso, A. Z. (2020). Pengelolaan Sampah di daerah Sepatan Kabupaten Tangerang. ADI Pengabdian Kepada Masyarakat, 1(1), 31–36. hLieung, K. W., Kusumah, R., & Rahayu, D. P. (2023).

[9]Dapur Kompos: Upaya Pengelolaan Sampah Basah Rumah Tangga di Merauke. Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(1), 23–30. https://doi.org/10.31004/CDJ.V4I2.11842

[10]Muliawan, W., Bagus Udayana, G., Sani, M., & Muliawan, D. (2022). Penerapan Konsep Eco Community Sebagai Upaya Penanganan Sampah Organik Rumah Tangga di Desa Sumerta Kelod, Denpasar. Jurnal Abdidas, 3(6), 1015–1020. https://doi.org/10.31004/ABDIDAS.V3I6.717

[11]Nurpratiwiningsih, L., Suhandini, P., & Banowati, E. (2015). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Masyarakat di keluarga Sekaran Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. JESS (Journal of Educational Social Studies), 4(1). https://doi.org/10.15294/JESS.V4I1.6862

[12]Purba, M. I., Jamaluddin, J., Sari, I. R., & Lubis, N. W. (2023). Pengenalan Pengolahan Limbah Organik menjadi Kompos untuk Menjaga Kelestarian Lingkungan. Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(1), 320–325.

[13]Selan, M., Baun, A., Jecson Palinata, Y., Edison Nope, F., & Ch Atty, J. (2023). Pelatihan pembuatan Pupuk Bokashi bagi Kelompok Tani di Desa Tubuhue Kecamatan Amanuban Barat Kabupaten Timor Tengah Selatan. EJOIN : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1(4), 258–263.

[14]Rokhlani, "Mensikapi Keterbatasan Pupuk Bersubsidi Dengan Mengoptimumkan Penggunaan Pupuk Organik Di Kabupaten Tegal," *DINAS KETAHANAN PANGAN DAN Pertan.*, [Online]. Available: https://diskptan.tegalkab.go.id/menu/artikel

[15]Riny Sulistyowati, Andy Suryowinoto, Akhmad Fahruzi, Mokhamad Faisal(2019), Prototype of the Monitoring System and Prevention of River Water Pollution Based on Android

[16]Riny Sulistyowati, HA Sujono, AK Musthofa,(2016), A river water level monitoring system using android-based wireless sensor networks for a flood early warning system

[17]D. A. Wiranti, "Implementasi Sistem Pengukuran Ph Dan Suhu Pada Tanaman Aquaponik Berbasis Internet Of Things Menggunakan k-Nearest Neighbour," 2021, [Online]. Available: Http://Etheses.Uin-Malang.Ac.Id/Id/Eprint/28327.

SNESTIK
Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika
https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7282

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Aplikasi Framework for The Application of System Thinking Berbasiskan Website pada Aset Gudang PT Visionet Data Internasional

Ronny Bintoro, Shah Khadafi, Nanda Satya Ramadhani*
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,
*Email: khadafi@itats.ac.id

ABSTRACT

The development of increasingly sophisticated technology and the adoption of website-based computer systems necessitate that companies remain attuned to technological progress. Companies must swiftly adapt their methodologies to facilitate the enhancement of their performance to a more advanced level. This urgency arises because Visionet Data International Ltd still relies on manual data management for its assets. Researchers are focused on comprehending and devising strategies for Visionet Data Internasional Ltd to implement a system that digitizes all employees, simplifying the management of their assets. To achieve this, researchers employ the FAST (Framework for the Application of System Thinking) method to define the scope, analyze issues, assess requirements, delineate logic diagrams, and outline the website pages that will be developed. This approach helps uncover the obstacles and challenges existing within the company, offering opportunities for creating an effective website system accessible to all company employees. Through interviews, observations, and documentation with the informants, who are company employees expected to use the new system, a total of 15 individuals (representing 85%) confirmed their agreement with the results. The research findings indicate that the system created is structured and centralized in the form of a website, aligning with Visionet Data Internasional Ltd business processes, which include installation, replacement, withdrawal, delivery, and reporting.

Keywords: *FAST (Framework for the Application of System Thinking), Visionet Data Internasional Ltd.,asset management*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang semakin canggih akan penggunaaan sistem komputer berbasis website perusahaan harus mawas perkembangan teknologi tersebut. Perusahaan harus segera merubah cara agar lebih memudahkan untuk meningkatkan kinerja perusahaan yang lebih maju. Dikarenakan PT Visionet Data Internasional masih menggunakan data manual untuk pengelolaan asetnya. Peneliti memiliki tujuan untuk memahami dan mencari strategi untuk PT Visionet Data Internasional untuk membuat sistem yang digitalisasi kepada semua pegawai agar lebih mudah pengelolaan asetnya. Peneliti menggunakan metode FAST (*Framework for the Application of System Thinking*) untuk menentukan ruang lingkup, analisa masalah, analisa kebutuhan, menentukan penggambaran logika diagram, dan juga penggambaran halaman website yang akan di buat agar mengetahui hambatan dan permasalahan yang ada di dalam perusahaan membuat kesempatan untuk membuat sistem website yang baik untuk semua pegawai perusahaan. Dengan membuat wawancara, observasi, dan dokumentasi dengan para informan yaitu pegawai perusahaan yang akan memakai sistem yang baru dengan jumlah 15 (lima belas) menyatakan sesuai dengan hasil persentase 85%. Hasil dari penelitian ini menemukan bahwa sistem yang telah dibuat terstruktur dan terpusat dalam bentuk website yang telah sesuai dengan alur bisnis dari PT Visionet Data Internasional yaitu pemasangan, pergantian, penarikan, pengiriman, dan laporan.

Kata kunci:FAST (*Framework for the Application of System Thinking*), PT Visionet Data Internasional, Pengelolaan aset.

PENDAHULUAN

PT.Visionet Data Internasional merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa. Perusahaan ini telah berdiri sejak tahun 2007 yang menyediakan jasa untuk pemasangan, penarikan, *maintenance* EDC (*Electronic Data Capture*). Dalam perkembangan teknologi saat ini yang semakin pesat dan membuat perusahaan harus mawas akan kemajuan teknologi tersebut [1]. Teknologi informasi tidak lepas dari peranan komputer dan kebutuhan akan penggunaannya. Dengan hal tersebut, aset yang dimiliki PT.Visionet Data Internasional yaitu EDC (*Electronic Data Capture*) [2], samcard, simcard [3] perusahaan menginginkan pembenahan sistem terkait pada penyimpanan asetnya dan juga pengelolaan aset yang ada. Untuk mendata aset yang keluar dan masuk ke dalam gudang perusahaan. Persediaan barang merupakan komponen utama yang sangat penting dalam suatu perusahaan, karena persediaan akan secara terus menerus untuk kelancaran bisnis perusahaan, selain itu persediaan barang merupakan aset harta yang cukup besar jika dibandingkan dengan harta lancar lainnya. Pengendalian besarnya nilai persediaan barang bukanlah hal yang mudah bagi perusahaan. PT.Visionet Data Internasional memiliki teknisi yang bertugas untuk pemasangan, penarikan, *maintenance* EDC (*Electronic Data Capture*) kepada *merchant*. Untuk mempermudah untuk team *back office* mengetahui aset yang terdapat dalam gudang dan mengurangi selisih data yang ada [4]. Maka penulis membuat suatu sistem perbaikan terhadap sistem gudang yang sudah ada.Untuk mendukung hal tersebut, penulis menggunakan metode *Framework for the Applications of System Thinking* [5]. Metode ini mendefinisikan tahapan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan yang ada,kesempatan, hambatan yang terjadi dan kebutuhan yang diharapkan sehingga mendapatkan perbaikan. Metode FAST (*Framework for the Application of System Thinking*) digunakan untuk penelitian yang terdahulu untuk membuat sistem informasi perpustakaan berbasis WEB (*World Electronic Browser*) [6] , dan ada juga untuk penelitian model *e-school goods inventory system* SMK PGRI Pangkalpinang untuk dokumentasi data barang yang masih menggunakan data *excel* secara manual dan akan di komputerisasi [7].

METODE

Metodologi FAST (*Framework for the Application of System Thinking*) mendukung sistem pengembangan dan pendukung siklus hidup sistem. FAST (*Framework for the Application of System Thinking*) adalah proses standar atau metodologi yang digunakan untuk mengembangkan dan memelihara sistem informasi. Metode ini mencoba untuk memberikan kualitas sistem informasi

terbaik dalam jumlah waktu yang wajar. Metodologi ini disebut juga *agile modeling* (pemodelan cerdas) sejak kemampuannya untuk mendukung bukan hanya pengembangan aplikasi yang cepat, tapi juga dukungan teknik lainnya termasuk analisis sistem yang terstruktur, teknik informasi, dan analisis berorientasi objek dan desain. Metode ini mendefinisikan tahapan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan yang ada, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi, dan kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikan pada sistem informasi yang dibuat agar dapat terus update jika ada tambahan ataupun kendala yang akan timbul kedepannya.[5]. FAST (*Framework for the Application of System Thinking*) kerangka kerja yang cukup fleksibel untuk berbagai jenis proyek dan strategi pembuatan aplikasi. Tahapan metode penelitian yang dilakukan dalam penerapan metode ini untuk perancangan sistem informasi pembuatan aplikasi yang lebih mudah untuk diterapkan karena melihat dari permasalahan yang ada dan akan dibuatkan perbaikannya.[8]. Alur Metode FAST sebagai berikut:

1. ***Scope Definition***
2. ***Problem Analysis***
3. ***Requirement Analysis***
4. ***Logical Design***
5. ***Physical Design***

Dalam metode FAST (*Framework for the Application of System Thinking*) terdapat 5 tahapan yang sesuai, yaitu *scope definition* Dalam tahap ini merupakan langkah awal dalam perancangan sistem informasi yang baru membuat sistem yang akan membantu. Tahap ini didefinisikan sebagai ruang lingkup yang terdapat pengembangan sistem agar dapat tercapai detail-detail yang harus digunakan untuk membuat sistem yang baik dan lebih terperinci, ***problem analysis*** pada tahap ini menggunakan *cause and effect analyze* diharapkan agar penentuan permasalahan ini akan terlihat apa saja yang permasalahannya. Sehingga dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Cause and Effect analyze

CAUSE AND EFFECT ANALYZE	
Problems or Opportunity	**Cause and Effects**
Data tidak terpusat	Menggunakan data manual membuat data yang keluar dan masuk tidak bisa terpantau secara real time
Pelaporan	Hasil data dari laporan pemasangan, pergantian, penarikan yang belum bisa di lihat secara digital

requirement analysis langkah ini berguna untuk mengidentifikasi *functional requirement* sistem informasi dan *nonfunctional requirements* sistem informasi. *Functional requirements* mencakup fungsi-fungsi yang harus disediakan oleh sistem. Namun untuk *nonfunctional requirements* untuk fitur-fitur lain yang bukan fungsi layanan ditunjukkan pada Tabel 2.

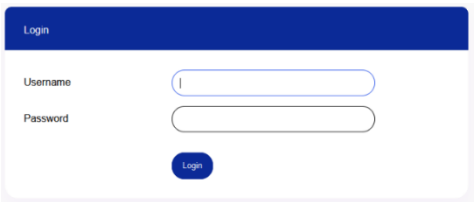
Tabel 2. Cause and Effect analyze

REQUIREMENT STATEMENT	
Functional Statement	**Non-Functional Statement**
Pelaporan hasil pengerjaan digital	Sistem Menyediakan informasi admin, teknisi, SPL
Penyedia data terpusat berkaitan aset yang ada di gudang	

logical design Pada Tahapan ini *logical design* bertujuan memberikan gambaran *design* sistem yang akan di bangun, ***physical design*** menerjemahkan bahasa logika dalam bentuk fisik suatu aplikasi yang akan di buat dan mengimplementasikannya ke bentuk fisik dalam menjalankan aplikasi berbasis WEB yang mudah dimengerti oleh pengguna merupakan keterkaitan antara *logical design* dengan *physical design*.

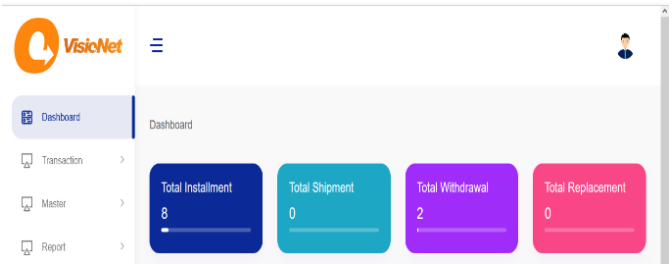
HASIL dan PEMBAHASAN

Login
Login digunakan untuk autentikasi user yang akan mengakses sistem secara aman dari kejadian intrusion [9], sehingga sistem aman ketika terjadi pengiriman data [10], dan pengiriman data ke server [11]. *User* terbagi menjadi 3 bagian yaitu SPL (*Service Point Leader*), teknisi, dan admin. Gambar 1 gambar login.



Gambar 1. Halaman Login Website

Menu SPL dan teknisi
Menu dari sistem yang dibuat untuk SPL dan admin hamper serupa namun kegunaanya yang berbeda karena SPL berguna untuk membuat SPK sedangkan admin berguna untuk mengelola saat SPK sudah jadi untuk menyambung ke aset yang akan dipakai. Gambar 2 Menu SPL dan admin.



Gambar 2. Halaman SPL dan Admin

Menu Teknisi
Menu teknisi berguna untuk melihat SPK yang telah di buat dan untuk dijalankan ke lapangan. Gambar 3 menu teknisi.



Gambar 3. Halaman Menu Menu Teknisi

Pengujian
Rancangan pengujian yang akan dilakukan menggunakan metode *black box* yang akan di berikan ke masing-masing *user* yang akan memakai. Dalam pembangunan sistem informasi pengelolaan aset gudang berbasis web pada PT Visionet Data Internasional menggunakan metode pengujian black box. Pengujian black box ini menitikberatkan pada fungsi sistem dan kinerja yang dihasilkan tidak terlalu membebani computer server fisik [12], maupun tidak mengganggu kinerja server virtual [13]. Metode ini digunakan untuk mengetahui apakah perangkat lunak berfungsi dengan benar yang ditunjukkan pada Tabel. 3.

Tabel 3. Pengujian Sistem

Kelas Uji	Butir Uji	Pengujian Black Box
Login User	Pengecekan User Ter daftar	All User
Pengisian Data	Penambahan Data SN Aset	Admin
	Penambahan Titik Lokasi	Admin
	Penambahan User	Admin SPL
	Pengisian SN Aset Pemasangan	Admin
	Pengisian SN Aset Pergantian	Admin
	Pengisian Data *Merchant* Pemasangan	SPL
	Pengisian Data *Merchant* pergantian	SPL
	Pengisian Data *Merchant* Penarikan	SPL
	Pengisian Foto Pemasangan	Teknisi
	Pengisian Foto Penarikan	Teknisi

	Pengisian Foto Pergantian	Teknisi
Laporan	Laporan Data Aset	Admin SPL
	Laporan Pemasangan	SPL
	Laporan Pergantian	SPL
	Laporan Penarikan	SPL

Menghitung Kuesioner Penelitian Skala Likert merupakan skala untuk mengukur persepsi, sikap atau pendapat seseorang sesuai dengan definisi operasional yang telah ditentukan oleh peneliti. Melakukan uji sebuah penggunaan suatu WEB untuk pengelolaan aset menggunakan skala Likert. Aspek yang akan diukur terhadap 15 responden yang akan memberikan jawaban pada angket. Dari hasil pengujian tersebut dengan jumlah tingkat kesesuaian tampilan dan fitur sebesar 85% maka kesimpulannya adalah hasil menunjukan tampilan dan fitur yang telah di buat sudah sesuai dengan keinginan user dari Perusahaan, yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Kuesioner Pelatihan Sistem

Tabel Input Kusioner Pelitian														
No	**Nama**	**Age**	**Jabat**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**Skor**	**Nilai**
1	Febry	32	SPL	4	3	3	3	2	4	3	3	3	28	78
2	Ogik	33	SPL	3	4	3	5	3	3	2	4	4	31	86
3	Fatchur	34	Admin	3	4	4	2	4	3	4	3	5	32	89
4	Danang	29	Admin	3	3	3	4	3	2	3	5	4	30	83
5	Bagus	31	Teknisi	3	3	4	4	3	4	3	4	3	31	86
6	Andhika	30	Teknisi	2	3	3	4	4	4	3	4	4	31	86
7	Luqman	31	Teknisi	3	3	3	3	3	4	4	3	3	29	81
8	Merta	27	Teknisi	4	4	3	3	4	3	3	4	3	31	86
9	Erik	33	Teknisi	3	3	3	3	3	4	4	3	4	30	83
10	Revaldi	29	Teknisi	3	4	4	3	4	3	4	4	4	33	92
11	Anjar	32	Teknisi	3	3	4	3	3	3	4	3	2	28	78
12	Riski	28	Teknisi	3	4	3	4	4	4	3	3	4	32	89
13	Agus	34	Teknisi	4	4	4	3	4	3	4	5	2	33	92
14	Rijal	31	Teknisi	4	3	2	3	3	4	4	3	4	30	83
15	Rahmat	36	Teknisi	3	2	3	3	3	4	4	5	3	30	83
													Rata-rata	85

KESIMPULAN

Berpijak dari penjelasan yang sudah diuraikan diatas mengenai pembuatan sistem yang terpusat, maka penulis akan mengemukakan beberapa hal yang krusial yang dapat disimpulkan. Berangkat dari pertanyaan yang dipaparkan dalam rumusan masalah terkait bagaimana membuat sistem yang terpusat dengan metode FAST (*Framework for the Application of System Thinking*) yang telah dilakukan. Membangun sistem yang sesuai alur dari metode FAST (*Framework for the Application of System Thinking*. Dalam pengelolaan aset gudang dengan penyimpanan yang

terstruktur dengan membuat sistem WEB (*Word Elektrik Browser*) yang dapat diakses oleh beberapa user seperti SPL yang bertujuan untuk mengatur SPK yang keluar dan melihat aset yang tersedia, *admin* yang bertujuan untuk memilih aset yang akan dipakai. Teknisi yang bertujuan untuk menjalankan tugas untuk melakukan pemasangan, pergantian, dan penarikan. Proses input output yang lebih efisien dengan adanya sistem yang telah dibuat *admin* lebih mudah untuk melakukan pendataan aset yang keluar masuk dengan melihat report aset yang ada. Admin dapat membuat pelaporan data yang baik untuk management terdapat beberapa report yang dapat diakses yaitu aset dapat dilihat dalam report aset yang terdapat keterangan yang memudahkan untuk SPL maupun admin untuk memilih aset yang ada di dalam gudang untuk pelaporan SPK mesin EDC (*Electronic Data Capture*) yang telah di pasang ke merchant, pergantian digunakan untuk pelaporan SPK ganti mesin EDC yang telah di ganti di merchant, penarikan digunakan untuk pelaporan SPK Tarik mesin EDC yang telah ditarik di merchant.

Hasil dari pengujian dari setiap fitur di beberapa user yang memakai WEB (*Word Elektrik Browser*) menyatakan sukses dengan persentase 85% sudah sesuai dari keinginan di setiap user yang akan memakai sistem yang baru. Dengan adanya aplikasi dari sisi WEB maupun aplikasi mobile yang baru ini dapat memudahkan semua pemakai jadi tidak menggunakan data manual untuk memasukan data.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. Bondy, U. Klages, F. Müller-Spahn, and C. Hock, "Cytosolic free [Ca2+] in mononuclear blood cells from demented patients and healthy controls," *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.*, vol. 243, no. 5, pp. 224–228, 1994, doi: 10.1007/BF02191578.

[2] F. Firdaus and F. Masya, "Aplikasi Informasi Pengaduan Electronic Data Capture Merchant (Edc) Berbasis Web," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 11, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.36448/jsit.v11i1.1454.

[3] A. G. Usman, L. M. I. Saleh, M. Negeri, L. Mangkurat, P. Kalimantan, and A. G. Usman, "Bab i pendahuluan a. latar belakang," pp. 1–10, 1998.

[4] E. Reky and S. Khadafi, "Digitalisasi Sistem Inventory Dan Sistem Barcode Untuk Meminimalisir Kesalahan Entry Data Pada PT Truespices Indonesia," *INTEGER J. Inf. Technol.*, pp. 60–69, 2023.

[5] M. Noorhansyah and A. Pratomo, "Penerapan Model Customer Relationship Management Pada Metodologi Fast (Studi Kasus : Pengembangan Portal Akademik Jurusan Administrasi Bisnis Politeknik Negeri Banjarmasin)," *J. POSITIF*, vol. I, no. 2, pp. 25–32, 2016.

[6] F. Ariani, M. Fahmi, and A. Taufik, "Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Framework for the Application System Thinking (Fast)," *Inti Nusa Mandiri*, vol. 14, no. 1, pp. 21–26, 2019.

[7] L. I. Sari, W. A. Probonegoro, and P. Romadiana, "Model Fast Pada E-School Goods Inventory System," vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2022.

[8] S. Khadafi, A. Salim, R. Prabowo, and A. Choirul, "Rancang Bangun Website UKM Reviora Tanggulangin Sidoarjo Menggunakan Metode Waterfall Sebagai Media Pemasaran Online," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, pp. 705–710, 2019.

[9] S. Khadafi, B. D. Meilani, and S. Arifin, "Sistem Keamanan Open Cloud Computing Menggunakan Ids (Intrusion Detection System) Dan Ips (Intrusion Prevention System)," *J. IPTEK*, vol. 21, no. 2, p. 67, 2017, doi: 10.31284/j.iptek.2017.v21i2.207.

[10] S. Khadafi, S. Nurmuslimah, and F. K. Anggakusuma, "Implementasi Firewall Dan Port Knocking Sebagai Keamanan Data Transfer Pada Ftp Server Berbasiskan Linux Ubuntu Server," *J. Ilm. NERO*, vol. 4, no. 3, pp. 181–188, 2019, [Online]. Available: https://nero.trunojoyo.ac.id/index.php/nero/article/view/137/127.

[11] S. Khadafi, Y. D. Pratiwi, and E. Alfianto, "Keamanan Ftp Server Berbasiskan Ids Dan Ips Menggunakan Sistem Operasi Linux Ubuntu," *Netw. Eng. Res. Oper.*, vol. 6, no. 1, p. 11, 2021, doi: 10.21107/nero.v6i1.190.

[12] S. Khadafi, B. D. Meilani, and S. A. Hidayat, "Pengukuran Kompatibilitas Performa Komputer Server Menggunakan JMeter pada Raspberry Pi dan PC Sebagai Layanan Web Server," *Semin.*

Nas. Sains dan Teknol. Terap. V 2017, pp. 157–162, 2017, [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/294%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/viewFile/294/183.

[13] F. A. Muthahari and S. Khadafi, "SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Implementasi VPS Pada Cloud Infrastructure Untuk Layanan Mail Server Personal PT.Garuda Voucher Indonesia," *Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, vol. 3, pp. 239–344, 2022, [Online]. Available: https://ejurnal.itats.ac.id/snestikdanhttps://snestik.itats.ac.id.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7354

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Strategi Pelestarian Aksara Sasak melalui Mobile Game Edukatif Berbasis ADDIE

Andi Sofyan Anas, Muhammad Tajuddin, Ahmat Adil, Rifqi Hammad

Fakultas Teknik Universitas Bumigora
e-mail: andi.sofyan@universitasbumigora.ac.id

ABSTRACT

The Sasak script is an essential part of the cultural identity of the Sasak people in Lombok. However, interest among the younger generation in learning this script has been declining due to the dominance of the Indonesian language and globalization. Therefore, innovation in learning methods is necessary to ensure that the Sasak script remains preserved and appealing to students. One potential approach is gamification through educational mobile games. This study aims to develop a mobile game as a learning medium for the Sasak script using the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) model. In the analysis phase, user needs and challenges in learning the Sasak script are identified. The design phase involves creating engaging gamification elements and an intuitive user interface. The development phase focuses on implementing technology to develop the mobile game. Then tested during the implementation phase, followed by the evaluation phase, which assesses its effectiveness in increasing students' interest and understanding of the Sasak script, as well as evaluating the game's content and interface. The results showed that most aspects of the study received a positive response, with the majority of respondents (≥23 people) rated this aspect of the game as good. System integration had the highest score (96.67%) and completeness of information got the lowest score (73.33%). Thus, this study contributes to the preservation of the Sasak script while providing an innovative solution for regional language education through digital technology.

Keywords: *Sasak script, mobile game, gamification, ADDIE method, cultural preservation*

ABSTRAK

Aksara Sasak merupakan bagian penting dari identitas budaya masyarakat Sasak di Lombok. Namun, minat generasi muda dalam mempelajari aksara ini semakin menurun akibat dominasi bahasa Indonesia dan globalisasi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam metode pembelajaran agar aksara Sasak tetap lestari dan menarik bagi siswa. Salah satu pendekatan yang potensial adalah melalui gamifikasi dalam bentuk mobile game edukatif. Tujuan penelitian adalah pengembangan game sebagai media pembelajaran aksara Sasak menggunakan metode ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Dalam tahap analisis, dilakukan pengidentifikasian kebutuhan pengguna serta tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran aksara Sasak. Tahap desain melibatkan perancangan elemen gamifikasi dan antarmuka pengguna yang menarik. Tahap pengembangan mencakup implementasi teknologi dalam pengembangan mobile game. Kemudian diuji coba pada tahap implementasi, diikuti dengan evaluasi untuk mengukur efektivitasnya dalam meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap aksara Sasak, serta evaluasi dari segi isi dan tampilan dari *game*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar aspek penelitian mendapat respon positif, dengan mayoritas responden (≥23 orang) menilai aspek game ini baik. System integration memiliki nilai tertinggi (96,67%) dan completeness of information mendapat nilai terendah (73,33%). Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam upaya pelestarian aksara Sasak serta menawarkan solusi inovatif bagi pendidikan bahasa daerah melalui pemanfaatan teknologi digital.

Kata kunci: Aksara Sasak, mobile game, gamifikasi, metode ADDIE, pelestarian budaya

PENDAHULUAN

Aksara Sasak merupakan warisan budaya yang kaya dan berharga dari masyarakat Lombok, Nusa Tenggara Barat[1]. Aksara Sasak adalah sistem penulisan yang dipakai oleh masyarakat asli Sasak untuk mencatat lontar dan geguritan[2] yang asalnya dari Brahmi Kuno India[3]. Aksara Sasak menunjukkan adanya kesamaan dengan aksara modern yang ada di Asia Selatan dan Asia Tenggara, karena keduanya berasal dari kelompok aksara yang sama. Pada abad ke-11, aksara Sasak mengalami pengaruh yang signifikan dari aksara Kawi atau bahasa Sasak[4].

Sebagai salah satu bentuk komunikasi tertulis yang digunakan pada zaman dahulu, aksara ini memiliki nilai sejarah dan budaya yang mendalam[5]. Namun, seiring dengan perkembangan zaman dan globalisasi, penggunaan aksara Sasak semakin menurun, bahkan terancam punah[6]. Dalam konteks ini, penting untuk melestarikan dan menghidupkan kembali aksara Sasak, terutama di kalangan generasi muda yang merupakan penerus budaya[7]. Jika tidak ada langkah strategis untuk mempertahankan dan mengadaptasikan aksara Sasak ke dalam konteks modern, dikhawatirkan aksara ini akan semakin terpinggirkan[8].

Salah satu pendekatan inovatif untuk meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam mempelajari aksara Sasak adalah melalui pemanfaatan teknologi digital[9], khususnya *mobile game*[10]. *Game* tidak hanya menjadi sarana hiburan, tetapi juga dapat berfungsi sebagai alat edukasi yang menarik dan interaktif[2][11]. *Mobile game* memiliki daya tarik yang tinggi bagi anak-anak dan remaja, sehingga dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan[12]. Dengan menggabungkan unsur edukasi dan gamifikasi, *mobile game* dapat menjadi alat bantu yang efektif untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam menggunakan aksara Sasak[13].

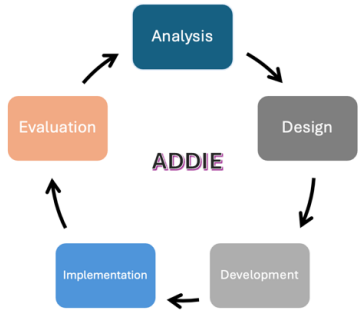
Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas pentingnya digitalisasi dalam pelestarian aksara daerah. Misalnya, penelitian oleh Tajuddin, dkk (2018) menunjukkan bahwa digitalisasi aksara daerah melalui aplikasi berbasis web dan multimedia interaktif dapat meningkatkan minat belajar siswa[14]. Selain itu, studi oleh Anas, dkk (2024) mengungkapkan bahwa gamifikasi dalam pendidikan dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa secara signifikan[15]. Namun, hingga saat ini, masih terbatas penelitian yang secara khusus mengembangkan mobile game untuk pembelajaran aksara Sasak, sehingga terdapat celah penelitian yang perlu diisi.

Dalam artikel ini, akan dibahas pengembangan mobile game sebagai media pelestarian aksara Sasak menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation,*

and Evaluation)[16]. Pemilihan Metode ini karena pendekatan sistematisnya dalam merancang dan mengembangkan media pembelajaran yang efektif dan berbasis kebutuhan pengguna. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi konkret dalam mengatasi rendahnya minat terhadap pembelajaran bahasa Sasak di sekolah serta mendorong pemanfaatan teknologi dalam pelestarian budaya lokal.

METODE

Metode ADDIE merupakan salah satu model pengembangan yang dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti pengembangan sistem, pengembangan media pembelajaran, perancangan game dan produksi media[17]. Metode ini bersifat sistematis dan iteratif, terdiri dari lima tahap utama yang saling berhubungan untuk memastikan hasil yang efektif dan efisien.



Gambar 1. Tahap Utama Metode ADDIE

Analysis

Tahap ini merupakan tahap untuk mengidentifikasi masalah dalam pembelajaran bahasa sasak, mengetahui kebutuhan pengguna dan teknologi[16]. Dalam konteks pengembangan *mobile game* untuk aksara Sasak, tahap ini mencakup analisis terhadap rendahnya minat siswa dalam mempelajari aksara Sasak dan bagaimana teknologi dapat digunakan sebagai solusi.

Design

Setelah analysis, tahap *design* berfokus pada perancangan antarmuka, penyusunan materi yang akan dimasukkan ke dalam *mobile game*[18]. Prinsip gamifikasi diterapkan untuk memastikan bahwa *game* tidak hanya menarik tetapi juga efektif dalam mengajarkan aksara Sasak.

Development

Tahap ini melibatkan proses pembuatan *mobile game* berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Implementasi fitur, pembuatan karakter, serta pengujian awal dilakukan untuk memastikan bahwa game berfungsi sesuai dengan tujuan pembelajaran[19].

Implementation

Setelah *game* dikembangkan, tahap implementasi dilakukan dengan mengujicobakan game kepada pengguna, seperti siswa dan guru. Penggunaan *game* di lingkungan pendidikan dievaluasi untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap aksara Sasak[20].

Evaluation

Tahap terakhir adalah mengevaluasi keberhasilan *game* dalam mencapai tujuan pembelajaran. Evaluasi ini bisa dilakukan melalui umpan balik pengguna, pengukuran

peningkatan pemahaman siswa, serta perbaikan *game* berdasarkan hasil evaluasi untuk meningkatkan efektivitasnya[16].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analysis

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan, kebutuhan pengguna, serta siapa pengguna aplikasi ini. Wawancara dan observasi dilakukan kepada guru serta siswa, ditemukan bahwa minat siswa dalam mempelajari aksara Sasak relatif rendah. Hal ini disebabkan karena metode pembelajaran yang masih bersifat konvensional serta kurangnya media interaktif yang menarik. Selain itu, mayoritas siswa lebih familiar dengan teknologi digital, khususnya *mobile game*, sehingga pendekatan berbasis gamifikasi dianggap sebagai solusi potensial.

Penelitian ini bertujuan merancang sebuah permainan yang menarik, interaktif, dan edukatif untuk mengenalkan aksara Sasak. Permainan dibuat menarik agar pengguna dari tingkat sekolah dasar dan sekolah menengah pertama tertarik untuk memainkannya. *Game* ini juga dilengkapi dengan *voice over* yang dapat membantu *user* dalam pengucapan aksara sasak yang benar. Deskripsi game ditampilkan tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi *Game*

Informasi	Deskripsi
Judul	*Game Aksara Sasak*
Users	*Pelajar Sekolah Dasar dan Sekolah Menengah Pertama*
Genre	*Unlimited*
Graphic	*3D*
Audio	*Vokal dan musik latar*
Animasi	*Animasi 3D*
Interaksi	*User memilih menu sesuai kemampuan dan keinginan*

Design

Berdasarkan hasil analisis, tahap perancangan dilakukan dengan menyusun konsep mobile game edukatif yang mengintegrasikan pembelajaran aksara Sasak dengan elemen gamifikasi. Pada tahap ini, dirancang alur permainan, materi permainan, mekanisme pembelajaran, serta desain antarmuka pengguna (UI/UX). Game ini dirancang agar memiliki beberapa level, mulai dari pengenalan aksara Sasak, beberapa permainan menarik, hingga kuis interaktif. Selain itu, sistem poin dan reward diterapkan untuk meningkatkan motivasi pengguna. Rancangan antar muka dibuat dalam bentuk sketsa game yang akan mempermudah untuk tahap selanjutnya.



(a) (b)

Gambar 2. Rancangan antarmuka: (a) Konsep UI, (b) Sketsa Karakter *Game*

Development

Pada fase ini rancangan akan direalisasikan menjadi aplikasi yang siap dipergunakan. Proses ini mencakup pemrograman, pembuatan aset visual, serta implementasi fitur interaktif. Proses pertama adalah membuat aplikasi gambar latar belakang dan lainnya, seperti simbol dan karakter. Proses lain yang dikerjakan pada tahap ini juga membuat tombol navigasi dan animasi atau bagian gambar bergerak. Selain itu juga dilakukan proses *voice over* dan *dubbing* untuk memberikan efek suara pada setiap material huruf aksara sasak.



Gambar 3. Final UI/UX

Implementation

Setelah pengembangan selesai, *game* diujicobakan kepada sekelompok siswa sebagai tahap implementasi. Pengujian dilakukan dalam lingkungan sekolah dengan bimbingan guru untuk melihat sejauh mana game ini dapat membantu dalam pembelajaran aksara Sasak. Siswa diminta untuk memainkan *game* dalam durasi tertentu, sementara *feedback* mereka dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara. Selain itu, guru juga memberikan evaluasi terkait efektivitas *game* dalam membantu pengajaran di kelas.

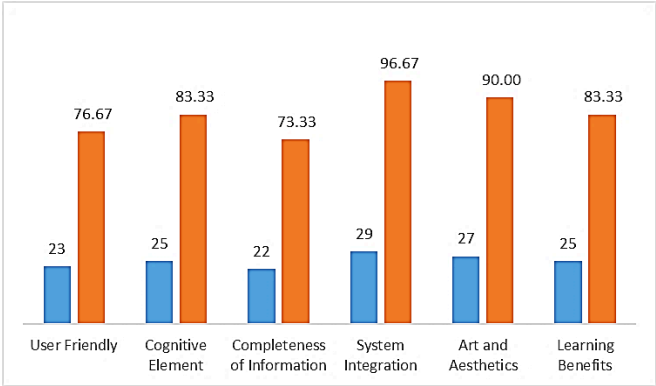
Evaluation

Pada tahap evaluasi, metode yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif dengan analisis survei berbasis skala Likert. Survei ini melibatkan 30 responden kelas 4sampai 6 sekolah dasar dan kelas VII sampai IX untuk sekolah menengah pertama. Responden diberikan kuesioner dengan sejumlah pertanyaan terkait aspek *game*, seperti *user friendly, cognitive element, completeness of information, system integration, art and aesthetic, dan learning benefits.* Setelah data dikumpulkan, selanjutnya adalah menghitung persentase jawaban responden dengan cara menghitung jumlah responden yang memberikan skor tinggi dibandingkan dengan total responden, lalu dikonversi ke dalam persentase.

Tabel 2. Hasil Perhitungan setiap aspek penilaian

Aspek penilaian	**Jml. Responden Skor tinggi**	**Persentase Skor tinggi (%)**	**Jml. Responden Skor Rendah**	**Persentase Skor rendah (%)**
User Friendly	23	76,67	7	23,33
Cognitive Element	25	83,33	5	16,67
Completeness of information	22	73,33	8	26,67
System Integration	29	96,67	1	3,33
Art and Aesthetic	27	90	3	10
Learning Benefits	25	83,33	5	16,67

Adapun hasil dari penilaian oleh 30 responden terhadap *game* dapat ditunjukkan dengan *bar* diagram.



Gambar 4. Hasil Evaluasi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pengembangan *mobile game* berbasis metode ADDIE terbukti menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap aksara Sasak. Tahapan analisis menunjukkan bahwa rendahnya minat siswa disebabkan oleh kurangnya media pembelajaran yang interaktif. Pada tahap perancangan, konsep mobile game dirancang dengan elemen gamifikasi yang menarik. Tahap pengembangan menghasilkan sebuah mobile game edukatif yang dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran. Implementasi dan uji coba game di sekolah menunjukkan bahwa siswa lebih antusias dalam belajar, serta mengalami peningkatan pemahaman aksara Sasak. Evaluasi akhir mengonfirmasi bahwa game ini efektif sebagai media pembelajaran alternatif. Hasil evaluasi mendapatkan respon yang baik sebagai media bantu internal. Persentase yang diperoleh dari hasil survei adalah 90% menarik dari segi seni dan estetika, 96,67% dari segi integrasi sistem, 73,33% dari segi kelengkapan, 76,67% dari segi kemudahan penggunaan, serta skor yang sama yaitu 83,33% untuk elemen kognitif dan *learning benefit*. Meskipun masih diperlukan penyempurnaan dalam hal variasi soal dan desain interaktif agar lebih optimal.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam upaya pelestarian aksara Sasak melalui pemanfaatan teknologi digital. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan media pembelajaran berbasis digital lainnya terutama dalam bidang budaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada DRTPM Dirjen Dikti dan juga kepada Universitas Bumigora yang mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Tajuddin, A. Adil, and S. Hidayat, "Transformasi Lontar Babad Lombok Menuju Digitalisasi Berbasis Natural Gradient Flexible (NGF)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, 2021.

[2] M. Tajuddin, D. Supatmiwati, S. Hidayat, and A. S. Anas, *DIGITALISASI Konsep, Teknologi dan Penerapannya*. MNC, 2022.

[3] Murdiah, "Aksara Sasak: Panduan Belajar Aksara Sasak."

[4] I. M. Suyasa, I. N. W. Kusuma, and I. N. Suarka, "Revealing the Religious Meaning of Bakayat Sasak Oral-Text," *Int. J. Linguist. Lang. Cult.*, vol. 2, no. 4, pp. 102–107, 2016, doi: http://dx.doi.org/10.21744/ijllc.v2i4.296.

[5] M. Tajuddin, A. Sofyan Anas, and A. Adil, "Preserving Sasak Lontar Heritage: Digital

Image Enhancement using Active Contours," in *International Conference on Informationa Science and Technology Innovation (ICoSTEC)*, ASTEEC Conference Proceeding COmputer Science, 2024, pp. 198–203. [Online]. Available: https://www.proceedings.asteec.com/index.php/acp-cs/article/view/56

[6] G. Azahra, V. Arni, and A. Widodo, "Generation Z ' s Perception of the Preservation of the Sasak Script," *IHSA Inst.*, vol. 12, no. 5, pp. 2870–2874, 2022, doi: 10.35335/legal.Generation.

[7] E. Alfariza, D. A. C. Tue, A. S. Anas, M. Tajuddin, and A. Adil, "Klasifikasi Aksara Sasak Menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN)," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 6, no. 3, pp. 346–353, Nov. 2024, doi: 10.35746/jtim.v6i3.623.

[8] Wahyudi, "Aksara Sasak, antara Menjadi Masa Depan atau Masa Lalu," *Kompasiana*, Jakar, p. 34, 2016.

[9] A. Sofyan Anas, M. Tajuddin, D. R. Fanny, and P. Ardi, "Desain Scanner untuk Digitalisasi Naskah Lontar Aksara Sasak dengan Smart Phone Menggunakan Black Box Testing," *Jtim 2022*, vol. 4, no. 3, pp. 186–196, 2022, [Online]. Available: https://doi.org/10.35746/jtim.v4i3.260

[10] M. Tajuddin, A. S. Anas, A. Z. Amrullah, A. Adil, and R. F. Printi, "Penerapan Metode ADDIE dalam Pengembangan Aksara Sasak Baluk Olas (Delapan Belas) Berbasis Game," *Semin. Nas. Elektro, Tek. Inform.*, pp. 129–134, 2022.

[11] M. Tajuddin *et al.*, "Baluk olas (Eighteen) Sasak Scripts in the Digital Era Based on the Mobile Games," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 13, no. 3, pp. 1000–1017, 2023, doi: 10.18517/ijaseit.13.3.17019.

[12] J. A. Brown and H. R. Marston, "Gen X and digital games: Looking back to look forward," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10927 LNCS, pp. 485–500, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-92037-5_34.

[13] K. T. Y. Aditya, M. W. A. Kesiman, and G. A. Pradnyana, "Pengembangan Game Edukasi Tematik Aksara dan Bahasa Bali," *Kumpul. Artik. Mhs. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 3, pp. 522–533, 2019.

[14] M. Tajuddin and N. N. Jaya, "Preservasi Naskah Kuno Sasak Lombok Berbasis Digital dan Website," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 445–454, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854787.

[15] A. Sofyan Anas, Mk. Muhammad Tajuddin, Ms. Ahmat Adil, and E. Alfareza Dicksa Ananda Christian Tue, *BLUE PRINT DIGITALISASI AKSARA SASAK*. [Online]. Available: www.mncpublisihing.com

[16] M. Tajuddin, A. Adil, and A. S. Anas, "Game for Sasak Script Based on Knuth Morris Pratt Algorithm and ADDIE Model," *MATRIK J. ...*, vol. 22, no. 1, pp. 83–96, 2022, doi: 10.30812/matrik.v22i1.2363.

[17] I. Yusuf and S. W. Widyaningsih, "Higher Order Thinking Skills Oriented Student Worksheet of E-learning Model in Electric Circuit Topic," *TEM J.*, vol. 11, no. 2, pp. 564–573, 2022, doi: 10.18421/TEM112-10.

[18] M. Tajuddin, A. S. Anas, A. Z. Amrullah, A. Adil, and R. F. Printi, "Penerapan Metode ADDIE dalam Pengembangan Aksara Sasak Baluk Olas (Delapan Belas) Berbasis Game," *Semin. Nas. Elektro, Tek. Inform.*, pp. 129–134, 2022, doi: 10.31284/p.snestik.2022.2673.

[19] M. T. Mostafa Hamsea, Said Lotfi, "Design and Implementation of a Distance Training Device of Physical and Sports Education's Future Teachers : Application of Addie Model," *Int. J. Sci. Basic Appl. Res.*, vol. 61, no. 1, pp. 70–86, 2022.

[20] M. Muhammad, L. Akhsani, and M. Purwokerto, "Implementation Addie Model in Statistical Inference Course," in *Book Chapter Pedagogical Innovations in Education*, no. 2010, 2021, pp. 149–157.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7356

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Sistem Pemesanan Tiket Berbasis Web untuk Pariwisata dan Hiburan: Sebuah Tinjauan Pustaka Sistematis

Ferra Arik Tridalestari, Daviq Nazril Islamy

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta
e-mail: ferraarik@upy.ac.id

ABSTRACT

This systematic literature review (SLR) aims to analyze and synthesize existing research on web-based ticket booking systems for tourism and entertainment. The review focuses on the design, implementation, and impact of these systems on user experience and operational efficiency. Five studies were selected based on their relevance to the topic, and the findings were categorized into key themes such as system design methodologies, user benefits, and technological frameworks. The results indicate that web-based ticket booking systems significantly improve user convenience, reduce operational inefficiencies, and enhance promotional activities for tourism and entertainment venues.

Keywords: *Web-Based Ticket Booking System, Tourism and Entertainment, System Design, Technological Framework, Operational Efficiency, Systematic Literature Review.*

ABSTRAK

Tinjauan pustaka sistematis (SLR) ini bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis penelitian yang ada mengenai sistem pemesanan tiket berbasis web untuk pariwisata dan hiburan. Tinjauan ini berfokus pada desain, implementasi, dan dampak sistem ini terhadap pengalaman pengguna dan efisiensi operasional. Lima studi dipilih berdasarkan relevansinya dengan topik, dan temuan-temuan tersebut dikategorikan dalam tema-tema utama seperti metodologi desain sistem, manfaat bagi pengguna, dan kerangka teknologi. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem pemesanan tiket berbasis web secara signifikan meningkatkan kenyamanan pengguna, mengurangi ketidakefisienan operasional, dan meningkatkan kegiatan promosi untuk tempat-tempat pariwisata dan hiburan.

Kata kunci: *Sistem Pemesanan Tiket Berbasis Web, Pariwisata dan Hiburan, Desain Sistem, Kerangka Teknologi, Efisiensi Operasional, Tinjauan Pustaka Sistematis*

PENDAHULUAN

Industri pariwisata dan hiburan di Indonesia telah mengalami perkembangan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Sebagai negara yang kaya akan keanekaragaman budaya dan alam, Indonesia telah menjadi tujuan wisata yang menarik bagi wisatawan domestik maupun mancanegara. Selain itu, sektor hiburan, baik yang berbasis tradisional maupun modern, juga mengalami pertumbuhan yang signifikan. Hal ini mendorong semakin banyaknya tempat wisata dan hiburan yang berinovasi untuk memberikan layanan yang lebih baik kepada pengunjung [1]. Salah satu inovasi yang semakin populer adalah penggunaan sistem pemesanan tiket berbasis web. Sistem pemesanan tiket berbasis web menawarkan berbagai keuntungan, baik untuk penyelenggara acara maupun pengunjung [2]. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk membeli tiket secara online tanpa harus datang langsung ke lokasi atau menggunakan metode pembayaran tradisional seperti tunai. Pengguna dapat mengakses berbagai informasi terkait jadwal, harga tiket, dan ketersediaan tiket secara real-time, yang memberikan kenyamanan dan kemudahan dalam merencanakan perjalanan atau kegiatan hiburan mereka. Di sisi lain, bagi penyelenggara acara atau pengelola tempat wisata, sistem pemesanan tiket berbasis web dapat mengurangi beban operasional, mempercepat proses transaksi, dan meningkatkan efisiensi dalam manajemen tiket.

Namun, meskipun sistem pemesanan tiket berbasis web memiliki banyak manfaat, implementasinya di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan. Salah satunya adalah kesenjangan digital yang ada di beberapa daerah, yang dapat mempengaruhi adopsi teknologi ini oleh masyarakat [3]. Selain itu, meskipun ada banyak pengelola tempat wisata atau hiburan yang telah mengimplementasikan sistem ini, masih banyak yang belum memanfaatkannya secara maksimal atau bahkan masih menggunakan metode tradisional. Oleh karena itu, penting untuk melakukan kajian terhadap penerapan sistem pemesanan tiket berbasis web di sektor pariwisata dan hiburan di Indonesia, guna mengetahui sejauh mana sistem ini telah diimplementasikan, tantangan yang dihadapi, serta dampaknya terhadap pengalaman pengguna dan efisiensi operasional. Peningkatan permintaan akan layanan yang lebih efisien dalam sektor pariwisata dan hiburan di Indonesia semakin mendesak. Tradisionalnya, banyak tempat wisata dan hiburan di Indonesia yang masih mengandalkan pemesanan tiket secara langsung di lokasi, baik melalui loket fisik maupun agen perjalanan. Meskipun metode ini masih digunakan oleh sebagian besar tempat wisata, proses pemesanan yang manual sering kali menyebabkan antrian panjang, ketidaknyamanan, dan ketidakefisienan. Hal ini berdampak pada pengalaman pengguna yang kurang memuaskan dan dapat mempengaruhi citra tempat wisata atau hiburan tersebut.

Di sisi lain, teknologi berbasis web menawarkan solusi yang lebih praktis dan efisien. Dengan adanya sistem pemesanan tiket berbasis web, pengunjung dapat melakukan pemesanan dari mana saja dan kapan saja melalui perangkat mereka, tanpa terbatas oleh lokasi atau waktu operasional tempat wisata [4]. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pengelola tempat wisata untuk memantau dan mengelola tiket secara lebih efisien, termasuk pengaturan harga dinamis, manajemen kapasitas, dan integrasi dengan sistem pembayaran online yang aman. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian tentang penerapan sistem pemesanan tiket berbasis web di sektor pariwisata dan hiburan telah dilakukan. Namun, sebagian besar penelitian tersebut lebih banyak berfokus pada negara-negara maju yang memiliki infrastruktur digital yang lebih baik. Di Indonesia, meskipun adopsi teknologi digital semakin meningkat, masih terdapat kesenjangan dalam hal infrastruktur dan aksesibilitas, terutama di daerah-daerah terpencil. Topik mengenai sistem pemesanan tiket berbasis web dalam sektor pariwisata dan hiburan di Indonesia dipilih karena relevansinya dengan perkembangan industri pariwisata serta transformasi digital yang semakin pesat. Indonesia, sebagai negara dengan potensi wisata yang besar, masih menghadapi tantangan dalam adopsi teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi operasional

dan pengalaman pengguna. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji lebih dalam bagaimana penerapan sistem pemesanan tiket berbasis web ini di Indonesia, baik dari segi desain, implementasi, maupun dampaknya terhadap pengguna dan pengelola tempat wisata dan hiburan.

Paper ini bertujuan untuk melakukan tinjauan pustaka sistematis (Systematic Literature Review/SLR) terhadap sistem pemesanan tiket berbasis web yang diterapkan di sektor pariwisata dan hiburan di Indonesia. Fokus utama dari kajian ini adalah untuk mengidentifikasi berbagai desain sistem, metodologi implementasi, serta manfaat dan tantangan yang dihadapi oleh pengelola tempat wisata dan hiburan dalam mengadopsi sistem ini. Selain itu, kajian ini juga akan mengeksplorasi dampak yang ditimbulkan terhadap pengalaman pengguna, baik dari segi kenyamanan, kemudahan, maupun efisiensi dalam proses pemesanan tiket. Adapun ruang lingkup kajian ini akan mencakup berbagai jenis sistem pemesanan tiket berbasis web yang diterapkan pada tempat wisata alam, taman hiburan, konser musik, bioskop, dan berbagai acara hiburan lainnya di Indonesia. Penelitian ini akan membahas secara komprehensif berbagai aspek yang terkait dengan sistem pemesanan tiket berbasis web, mulai dari desain dan metodologi pengembangan, teknologi yang digunakan, hingga dampaknya terhadap operasional dan kepuasan pengguna. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengelola tempat wisata dan hiburan di Indonesia dalam memahami lebih dalam mengenai penerapan sistem pemesanan tiket berbasis web. Dengan mengetahui berbagai keuntungan yang dapat diperoleh, pengelola dapat lebih mudah mengambil keputusan dalam mengadopsi teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pengunjung. Selain itu, hasil dari kajian ini juga dapat memberikan wawasan bagi pengembang sistem, peneliti, dan pihak-pihak terkait dalam merancang dan mengimplementasikan sistem pemesanan tiket berbasis web yang lebih efektif dan efisien di sektor pariwisata dan hiburan. Untuk mencapai tujuan tersebut, kajian ini akan menggunakan metode tinjauan pustaka sistematis (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis penelitian-penelitian yang relevan mengenai sistem pemesanan tiket berbasis web di sektor pariwisata dan hiburan. Penelitian yang diikutsertakan dalam tinjauan ini akan dipilih berdasarkan kriteria-kriteria tertentu, seperti relevansi dengan topik, kualitas metodologi, dan kontribusinya terhadap pemahaman tentang desain dan implementasi sistem [5]. Data yang diperoleh dari penelitian-penelitian tersebut akan dianalisis untuk mengidentifikasi pola-pola umum dalam hal desain sistem, manfaat, tantangan, dan dampak yang timbul dari penerapan sistem pemesanan tiket berbasis web.

Paper ini akan dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu: (1) Pendahuluan, yang menjelaskan latar belakang dan tujuan dari kajian ini; (2) Tinjauan Pustaka, yang mengulas berbagai penelitian terkait sistem pemesanan tiket berbasis web di sektor pariwisata dan hiburan; (3) Metodologi, yang menjelaskan proses seleksi dan analisis penelitian yang digunakan dalam kajian ini; (4) Hasil dan Pembahasan, yang membahas temuan-temuan utama dari tinjauan pustaka; dan (5) Kesimpulan, yang memberikan ringkasan dari hasil kajian serta rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut dan implementasi di dunia nyata.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pemesanan tiket berbasis web telah menjadi solusi yang semakin populer dalam industri pariwisata dan hiburan, terutama di era digital yang menuntut efisiensi dan kenyamanan. Tinjauan pustaka sistematis (Systematic Literature Review/SLR) ini bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis penelitian yang ada mengenai sistem pemesanan tiket berbasis web, dengan fokus pada desain, implementasi, dan dampaknya terhadap pengalaman pengguna serta efisiensi operasional. Lima studi dipilih berdasarkan relevansinya dengan topik, dan temuan-temuan tersebut dikategorikan ke dalam beberapa tema utama, seperti metodologi desain sistem, manfaat bagi pengguna, kerangka teknologi, dan dampak terhadap organisasi. Beberapa metodologi desain sistem yang digunakan dalam penelitian-penelitian yang ditinjau meliputi Unified Modeling Language (UML): UML digunakan dalam dua studi [6] dan [7] untuk merancang sistem pemesanan tiket konser dan sistem informasi taman air. UML dipilih karena

kemampuannya untuk merepresentasikan arsitektur sistem dan alur kerja secara visual, sehingga memudahkan pengembang dalam memahami dan mengimplementasikan sistem. Kemudian terdapat penelitian yang berfokus pada Siklus Hidup Pengembangan Sistem (SDLC) dengan Model Waterfall: Model waterfall diterapkan dalam satu studi [8] untuk merancang sistem e-ticketing untuk pariwisata gunung. Model ini dipilih karena pendekatannya yang terstruktur dan sistematis, yang memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap dan terkontrol. Kemudian terdapat penelitian lain yang berbasis kerangka Zachman. Kerangka Zachman digunakan dalam satu studi [9] untuk merancang sistem pemesanan tiket online untuk objek wisata. Kerangka ini dipilih karena pendekatannya yang komprehensif terhadap arsitektur perusahaan, yang memungkinkan pengembangan sistem yang lebih terintegrasi dan terstruktur.kemudian yang terakhir adalah pendekatan Model View Controller (MVC). MVC diterapkan dalam satu studi [10] untuk mengembangkan sistem pemesanan tiket pariwisata di Surabaya. MVC dipilih karena kemampuannya untuk memisahkan kekhawatiran dalam aplikasi, sehingga memudahkan pengelolaan dan pengembangan sistem.

METODOLOGI

Pendekatan metode yang dilakukan dalam Tinjauan Pustaka Sistematis ini mengikuti pedoman PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) untuk memastikan proses tinjauan yang terstruktur dan transparan [11]. Adapun metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Identifikasi: Studi relevan diidentifikasi dari dokumen yang diberikan. Dokumen yang dikumpulkan diperoleh dari Google Scholar dan Portal Indeks SINTA sebanyak 102 dokumen paper yang berasal dari jurnal nasional dan Prosiding nasional.
2) Penyaringan: Studi disaring berdasarkan relevansinya dengan topik, berfokus pada sistem yang dirancang untuk pariwisata dan hiburan. Pada proses penyaringan ini diperoleh 23 paper yang terkait dengan perancangan sistem untuk pariwisata dan hiburan. Namun pada penyaringan tahap dua diperoleh Lima Dokumen publikasi yang benar-benar fokus membahas sistem pemesanan tiket berbasis web untuk pariwisata dan hiburan.
3) Eksklusi: Studi yang tidak memenuhi kriteria dikecualikan, seperti penelitian yang hanya membahas sistem pemesanan tiket secara umum tanpa fokus pada sektor pariwisata dan hiburan, penelitian yang lebih menitikberatkan pada aspek pemasaran daripada sistem pemesanan, serta studi yang tidak menyediakan data empiris mengenai implementasi sistem tersebut.
4) Inklusi: Lima studi dimasukkan dalam tinjauan akhir, karena semuanya membahas desain dan implementasi sistem pemesanan tiket berbasis web.
5) Analisis: Studi yang dipilih dianalisis untuk mengidentifikasi tema-tema, metodologi, dan hasil yang umum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metodologi Desain Sistem

Studi yang ditinjau menggunakan berbagai metodologi desain sistem untuk mengembangkan sistem pemesanan tiket berbasis web. Metodologi yang paling sering digunakan meliputi:

1) **Unified Modeling Language (UML)**: Digunakan dalam dua studi (Margaretha & Voutama, 2023; Rachman, 2018) untuk merancang sistem pemesanan tiket konser dan sistem informasi taman air. UML dipilih karena kemampuannya untuk merepresentasikan arsitektur sistem dan alur kerja secara visual.
2) **Siklus Hidup Pengembangan Sistem (SDLC) dengan Model Waterfall**: Diterapkan dalam satu studi (Christi et al., 2023) untuk merancang sistem e-ticketing untuk pariwisata

gunung. Model waterfall dipilih karena pendekatannya yang terstruktur dalam pengembangan sistem.

3) **Kerangka Zachman**: Digunakan dalam satu studi (Saepudin et al., 2023) untuk merancang sistem pemesanan tiket online untuk objek wisata. Kerangka Zachman dipilih karena pendekatannya yang komprehensif terhadap arsitektur perusahaan.
4) **Model View Controller (MVC)**: Diterapkan dalam satu studi (Natasya & Mukhlis, 2024) untuk mengembangkan sistem pemesanan tiket pariwisata di Surabaya. MVC dipilih karena kemampuannya untuk memisahkan kekhawatiran dalam aplikasi, sehingga lebih mudah untuk mengelola dan mengembangkan.

Manfaat Pengguna

Studi yang ditinjau secara konsisten menyoroti manfaat sistem pemesanan tiket berbasis web bagi pengguna, termasuk:

1) **Kenyamanan**: Pengguna dapat memesan tiket secara online tanpa perlu mengunjungi loket fisik, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan kepuasan secara keseluruhan (Margaretha & Voutama, 2023; Natasya & Mukhlis, 2024).
2) **Akses ke Informasi**: Sistem berbasis web memberikan akses mudah ke informasi acara, jadwal, dan ketersediaan tiket (Rachman, 2018; Christi et al., 2023).
3) **Efisiensi**: Sistem online merampingkan proses pemesanan tiket, memungkinkan pengguna untuk menyelesaikan transaksi dengan cepat dan aman (Saepudin et al., 2023).

Kerangka Teknologi

Studi-studi tersebut menggunakan berbagai kerangka teknologi untuk mengembangkan sistem dalam penelitian yang dilakukan yaitu:

1) **Kerangka Laravel**: Digunakan dalam satu studi (Christi et al., 2023) untuk membangun sistem e-ticketing untuk pariwisata gunung. Laravel dipilih karena fitur-fitur kuatnya dan kemudahan penggunaannya dalam pengembangan web.
2) **Kerangka CodeIgniter**: Diterapkan dalam satu studi (Natasya & Mukhlis, 2024) untuk mengembangkan sistem pemesanan tiket pariwisata. CodeIgniter dipilih karena kinerja ringan dan efisien.
3) **Gateway Pembayaran Midtrans**: Diintegrasikan dalam satu studi (Christi et al., 2023) untuk memfasilitasi pembayaran online yang aman untuk pemesanan tiket.

Dampak pada Organisasi

Studi-studi yang ditinjau juga membahas dampak positif dari sistem pemesanan tiket berbasis web pada organisasi yang meliputi

1) **Efisiensi Operasional**: Sistem online mengurangi beban kerja staf dengan mengotomatiskan penjualan tiket dan manajemen data (Margaretha & Voutama, 2023; Saepudin et al., 2023).
2) **Manfaat Promosi**: Sistem berbasis web meningkatkan kegiatan promosi dengan menyediakan platform untuk pemasaran acara dan atraksi (Rachman, 2018; Natasya & Mukhlis, 2024).
3) **Dampak Ekonomi**: Penjualan tiket yang meningkat dan keterlibatan pengunjung yang lebih tinggi berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi tempat-tempat pariwisata dan hiburan (Christi et al., 2023; Rachman, 2018).

Adapun keterbatasan dalam penelitian ini adalah Penelitian hanya menyertakan lima studi dalam tinjauan pustaka sistematisnya. Jumlah ini tergolong kecil dan dapat membatasi generalisasi temuan, terutama dalam konteks penerapan sistem pemesanan tiket berbasis web di Indonesia yang sangat beragam. Selain itu pula, penelitian ini lebih banyak membahas metodologi desain sistem dan teknologi yang digunakan, tetapi kurang mendalami evaluasi

dampak nyata terhadap bisnis atau perilaku pengguna setelah implementasi sistem pemesanan tiket berbasis web.

KESIMPULAN

Tinjauan pustaka sistematis ini menyoroti manfaat signifikan dari sistem pemesanan tiket berbasis web bagi pengguna dan organisasi dalam sektor pariwisata dan hiburan. Studi yang ditinjau menunjukkan bahwa sistem ini meningkatkan kenyamanan pengguna, merampingkan operasi, dan meningkatkan kegiatan promosi. Penggunaan berbagai metodologi desain sistem dan kerangka teknologi memastikan bahwa sistem-sistem ini kuat, dapat dibentuk skala, dan ramah pengguna. Penelitian di masa depan dapat memperluas cakupan studi yang dianalisis dengan memasukkan lebih banyak publikasi nasional dan internasional yang relevan. Menggunakan database akademik yang lebih luas, seperti IEEE Xplore, Scopus, atau Web of Science, dapat meningkatkan validitas dan keberagaman temuan. Kemudian studi mendatang dapat mengeksplorasi dampak sosial dan ekonomi dari adopsi sistem pemesanan tiket berbasis web, terutama bagi usaha kecil dan menengah (UMKM) di sektor pariwisata. Selain itu, penelitian dapat membahas bagaimana sistem ini mempengaruhi tenaga kerja tradisional yang sebelumnya bekerja di loket penjualan tiket fisik.

Beberapa poin penting yang menjadi inti pembahasan Tinjauan Pustaka sistematis ini adalah adanya manfaat ganda yaitu Sistem pemesanan tiket berbasis web memberikan manfaat baik bagi pengguna (kenyamanan, akses informasi, efisiensi) maupun organisasi (efisiensi operasional, manfaat promosi, dampak ekonomi).poin lain yang tak kalah penting adalah terkait Desain dan Teknologi. Berbagai metodologi desain sistem (UML, SDLC Waterfall, Kerangka Zachman, MVC) dan kerangka teknologi (Laravel, CodeIgniter, Midtrans) dapat digunakan untuk membangun sistem yang efektif dan efisien. Kemudian yang terakhir adalah terkait dengan Fokus Masa Depan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak jangka panjang sistem ini terhadap perilaku pengguna dan kinerja organisasi.

REFERENSI

[1] O. B. Saputri, "Pemetaan potensi indonesia sebagai pusat industri halal dunia," *Jurnal Masharif Al-Syariah: Jurnal Ekonomi Dan Perbankan Syariah*, vol. 5, no. 2, 2020.

[2] A. R. Kurniawan, "Tantangan pengembangan pariwisata berbasis masyarakat pada era digital di Indonesia (Studi Kasus Pengembangan Pariwisata Berbasis Masyarakat di Pangalengan)," *Tornare: Journal of Sustainable and Research*, vol. 2, no. 2, p. 10, 2020.

[3] R. S. Indrawati, M. Reiginayosi, E. S. I. Wibowo, and A. N. Syifa, "Kesenjangan Digital dan Akses Internet di Kabupaten Katingan: Studi Kasus pada Masyarakat Pedesaan," *Jurnal Kaganga: Jurnal Ilmiah Sosial dan Humaniora*, vol. 8, no. 1, pp. 65–73, 2024.

[4] A. A. Fauzi *et al.*, *Pemanfaatan Teknologi Informasi di Berbagai Sektor Pada Masa Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.

[5] A. Hinderks, F. J. D. Mayo, J. Thomaschewski, and M. J. Escalona, "An SLR-tool: Search process in practice: A tool to conduct and manage systematic literature review (SLR)," in *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings*, 2020, pp. 81–84.

[6] J. Margaretha and A. Voutama, "Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Tiket Konser Musik Berbasis Web Menggunakan Unified Modeling Language (UML)," *JOINS (Journal Inf. Syst., vol. 8, no. 1, pp. 20–31, 2023, doi: 10.33633/joins. v8i1. 7107*, 2023.

[7] A. N. Rachman, "Sistem Informasi Wisata Di Ampera Waterpark," *Jurnal Siliwangi Seri sains dan teknologi*, vol. 4, no. 2, 2018.

[8] M. Christi, W. H. N. Putra, and B. T. Hanggara, "Rancang Bangun Sistem Informasi dan Pelayanan E-Ticket (Booking Online) pada Wisata Pendakian Gunung Budheg Tulungagung menggunakan Website dengan Framework Laravel," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 83–91, 2023.

[9] S. Saepudin, E. Pudarwati, C. Warman, S. Sihabudin, and G. Giri, "Perancangan Arsitektur Sistem Pemesanan Tiket Wisata Online Menggunakan Framework Zachman," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 11, no. 2, pp. 162–171, 2022.

[10] I. R. Mukhlis and A. R. Natasya, "Sistem Informasi Pemesanan Tiket Wisata Kota Surabaya Berbasis Web Menggunakan Metode Model View Controller," *Informatech: Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2024.

[11] D. Pati and L. N. Lorusso, "How to write a systematic review of the literature," *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 15–30, 2018.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7357

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis Literatur Sistem Pemesanan Jasa dan Produk Percetakan di Indonesia: Studi Sistematis terhadap Tren dan Gap Penelitian

Ferra Arik Tridalestari*, Ivan Dwi Setyawan
[1]Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas PGRI Yogyakarta
**Email*: ferraarik@upy.ac.id

ABSTRACT

The advancement of digital technology has driven the adoption of web-based ordering systems for services and products across various industrial sectors, including e-commerce, transportation, and hospitality. These systems not only enhance operational efficiency but also improve customer experience. However, despite numerous studies, there are still gaps in terms of data security, integration with other platforms, and the long-term impact on customer loyalty. This study aims to analyze trends and identify research gaps in web-based service and product ordering systems in Indonesia using the Systematic Literature Review (SLR) method with the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) approach. The analysis reveals that web-based ordering systems have experienced significant development, with major trends including the increased adoption of web-based systems, the use of technologies such ***as*** *PHP and MySQL****,*** *and the application of system development methods like SDLC (System Development Life Cycle) and the waterfall model****.*** *However, several research gaps were identified, including a lack of focus on data security, limited integration with mobile and social media platforms, and the absence of studies examining the long-term impact on customer loyalty. Additionally, regulatory and policy aspects related to online transaction security have not been widely explored. The practical implications of these findings highlight the need for the development of more secure, integrated, and long-term customer satisfaction-oriented ordering systems. For academics, this study can serve as a foundation for further research, particularly in addressing existing gaps, such as developing more secure systems, integrating with mobile platforms, and understanding the long-term impact on customer loyalty. Overall, web-based ordering systems have great potential to enhance operational efficiency and customer experience, but greater attention is needed regarding data security and integration with other platforms.*

***Keywords**: Web-Based Ordering Systems, Data Security, Customer Loyalty, Mobile Platform Integration, SDLC*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital telah mendorong adopsi sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web di berbagai sektor industri, termasuk e-commerce, transportasi, dan perhotelan. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memperbaiki pengalaman pelanggan. Namun, meskipun banyak penelitian telah dilakukan, masih terdapat kesenjangan dalam hal keamanan data, integrasi dengan platform lain, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren dan mengidentifikasi gap penelitian dalam sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web di Indonesia melalui metode Systematic Literature Review (SLR) dengan pendekatan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem pemesanan berbasis web telah mengalami perkembangan signifikan, dengan tren utama meliputi peningkatan adopsi sistem berbasis web, penggunaan teknologi seperti PHP dan MySQL, serta penerapan metode pengembangan sistem seperti SDLC (System Development Life Cycle) dan model waterfall. Namun, beberapa gap penelitian teridentifikasi, antara lain kurangnya fokus pada keamanan data, minimnya integrasi dengan platform mobile dan media sosial, serta belum adanya penelitian yang membahas dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Selain itu, aspek regulasi dan kebijakan terkait keamanan transaksi online juga belum banyak dieksplorasi. Implikasi praktis dari temuan ini adalah perlunya pengembangan sistem pemesanan yang lebih aman, terintegrasi, dan berorientasi pada kepuasan pelanggan jangka panjang. Bagi akademisi, penelitian ini dapat menjadi dasar untuk studi lebih lanjut, terutama dalam mengisi gap yang masih ada, seperti pengembangan sistem yang lebih aman, integrasi dengan platform mobile, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Secara keseluruhan, sistem pemesanan berbasis web memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan, namun diperlukan perhatian lebih terhadap aspek keamanan data dan integrasi dengan platform lain.

Kata Kunci: Sistem Pemesanan Berbasis Web, Keamanan Data, Loyalitas Pelanggan, Integrasi Platform Mobile, SDLC

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa transformasi signifikan dalam berbagai sektor industri, termasuk e-commerce, transportasi, dan perhotelan. Salah satu aspek yang mendapat perhatian besar adalah sistem pemesanan jasa dan produk, yang menjadi tulang punggung operasional bisnis modern [1]. Sistem ini tidak hanya memfasilitasi transaksi antara pelanggan dan penyedia jasa, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional, pengalaman pengguna, dan kepuasan pelanggan. Dengan semakin banyaknya bisnis yang beralih ke platform digital, sistem pemesanan berbasis web telah menjadi solusi utama untuk mengelola pesanan, memproses transaksi, dan memberikan layanan yang lebih cepat dan akurat [2]. Namun, meskipun sistem pemesanan berbasis web telah banyak diadopsi, masih terdapat berbagai tantangan dan masalah yang perlu diatasi. Salah satu masalah umum yang sering dihadapi adalah keamanan data. Dalam era di mana transaksi online semakin marak, ancaman seperti peretasan data, serangan virus, dan kebocoran informasi pribadi menjadi risiko yang nyata. Selain itu, integrasi sistem pemesanan dengan platform lain, seperti media sosial dan aplikasi mobile, masih belum optimal. Padahal, integrasi ini dapat memberikan nilai tambah bagi pelanggan dengan memungkinkan mereka untuk mengakses layanan melalui berbagai saluran digital. Selain itu, dampak jangka panjang dari penerapan sistem pemesanan berbasis web terhadap loyalitas pelanggan juga belum banyak dieksplorasi. Loyalitas pelanggan merupakan faktor kunci dalam keberhasilan bisnis, terutama di sektor yang kompetitif seperti percetakan, transportasi, dan perhotelan.

Dalam konteks Indonesia, sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web telah mengalami perkembangan yang signifikan, terutama di sektor percetakan [3]. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pemesanan berbasis web yang dapat

meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan. Namun, masih terdapat kesenjangan penelitian yang perlu diisi, terutama dalam hal keamanan data, integrasi dengan platform lain, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang komprehensif untuk memahami tren penelitian yang ada serta mengidentifikasi gap yang perlu dieksplorasi lebih lanjut.

Systematic Literature Review (SLR) menjadi metode yang efektif untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis penelitian yang relevan dalam suatu bidang tertentu. Melalui pendekatan SLR, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren utama dalam penelitian sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web, khususnya di Indonesia. Selain itu, studi ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang dapat menjadi peluang riset di masa mendatang. Dengan melakukan analisis terhadap artikel-artikel jurnal yang telah dikumpulkan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas tentang perkembangan sistem pemesanan berbasis web serta tantangan yang masih dihadapi [4]. Berdasarkan hasil SLR yang dilakukan, beberapa tren utama dalam penelitian sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web telah teridentifikasi. Pertama, terdapat peningkatan adopsi sistem berbasis web dalam berbagai sektor, termasuk percetakan. Sistem ini tidak hanya memudahkan pelanggan dalam melakukan pemesanan, tetapi juga membantu perusahaan dalam mengelola data dan transaksi secara lebih efisien.

Secara keseluruhan, hasil SLR ini menunjukkan bahwa sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web telah mengalami perkembangan yang signifikan, dengan berbagai inovasi teknologi yang diterapkan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan. Namun, masih terdapat beberapa kesenjangan yang perlu diatasi, terutama dalam hal keamanan data, integrasi dengan platform lain, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Dengan mengatasi gap ini, sistem pemesanan berbasis web dapat menjadi alat yang lebih efektif dan aman bagi perusahaan dalam meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu dalam bidang sistem pemesanan jasa dan produk menunjukkan berbagai pendekatan dan inovasi dalam penerapan teknologi informasi. Beberapa studi berfokus pada peningkatan efisiensi pemesanan melalui otomatisasi, sementara yang lain mengeksplorasi peran kecerdasan buatan dalam rekomendasi layanan. penelitian di bidang sistem pemesanan jasa percetakan berbasis web telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu studi yang relevan adalah penelitian oleh Aryo Nur Utomo dan Muhammad Alfaridzi (2018) yang berjudul *"Perancangan Sistem Informasi pada Percetakan CV Citra Kencana Jakarta Timur Berbasis Web"*[5]. Penelitian ini bertujuan untuk membantu customer dalam melakukan pemesanan dan mempermudah pengolahan data di percetakan. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan PHP sebagai bahasa pemrograman dan MySQL sebagai database. Hasil penelitian menunjukkan bahwa website ini sangat membantu bagi customer dan perusahaan, meskipun perlu adanya pembersihan berkala untuk menghindari virus. Studi ini menggarisbawahi pentingnya sistem berbasis web dalam meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan. Selanjutnya, penelitian oleh Eka Puspita Sari dan Eni Pudjiarti (2021) yang berjudul *"Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Jasa Percetakan Berbasis Website Studi Kasus: CV. Prima Framedia"* juga memberikan kontribusi penting dalam bidang ini[6]. Penelitian ini menggunakan metode observasi, wawancara, dan studi pustaka, dengan model pengembangan sistem waterfall. Hasilnya menunjukkan bahwa website ini membantu customer melakukan pemesanan tanpa harus datang ke toko, serta meningkatkan keamanan melalui autentikasi password. Namun, peneliti menyarankan perlunya backup file dan pembersihan berkala untuk menghindari virus, serta penambahan detail proses pengerjaan dan promosi produk. Penelitian lain yang relevan adalah karya Nurmalasari et al. (2021) yang berjudul *"Sistem Informasi Manajemen Pemesanan Jasa Percetakan Berbasis Web"* [7]. Studi ini menggunakan metode SDLC (*System Development Life Cycle*) dengan model waterfall. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa sistem berbasis web ini dapat meminimalisir human error dan manipulasi data, serta mempercepat proses pemesanan. Namun, peneliti menyarankan perlunya menampilkan detail pengerjaan kepada customer dan melakukan backup data untuk menghindari virus.

Selain itu, penelitian oleh Wahyu Setiawan et al. (2023) yang berjudul *"Sistem Informasi Pemesanan Jasa Percetakan Berbasis Web (Pada CV Mitra Jaya)"* juga memberikan wawasan penting [8]. Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis web menggunakan PHP dan MySQL. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengurangi kebingungan dalam antrian dan memudahkan proses pencatatan pembelian bahan baku. Namun, peneliti menyarankan perlunya backup file dan fitur untuk melihat proofing hasil cetakan. Penelitian oleh Fadilahn Dzikril dan Nanang (2023) yang berjudul *"Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Jasa Percetakan Berbasis Web Pada Sniper Digital Printing"* juga memberikan kontribusi signifikan [9]. Penelitian ini menggunakan metode SDLC dengan model waterfall. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini dapat mempercepat proses pemesanan dan meminimalisir kesalahan. Namun, peneliti menyarankan perlunya pembersihan berkala untuk menghindari virus dan penambahan fitur preview file customer. Terakhir, penelitian oleh Agung Izulhaq et al. (2023) yang berjudul *"Sistem Informasi Pemesanan Produk Percetakan Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall"* juga memberikan wawasan baru [10]. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan calon pelanggan dalam proses pemesanan dan sebagai sarana promosi. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini sudah cukup baik dalam memberikan akses bagi calon pelanggan dan mengurangi human error. Namun, peneliti menyarankan perlunya pengembangan ke platform mobile dan penambahan desain model yang sedang tren.

Dari analisis terhadap artikel-artikel tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web telah memberikan dampak positif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan. Namun, masih terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti keamanan data, backup file, dan pengembangan fitur tambahan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan. Studi-studi ini juga menunjukkan bahwa metode pengembangan sistem seperti SDLC dan waterfall masih dominan digunakan dalam penelitian sistem pemesanan berbasis web.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan pendekatan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [11]. Pendekatan ini terdiri dari empat tahapan utama:

1) Identifikasi Sumber: Artikel yang digunakan diperoleh dari jurnal ilmiah yang terindeks dalam database akademik seperti Google Scholar dan SINTA mengingat pembahasan topik dalam lingkup di Indonesia.
2) Screening: Artikel yang telah dikumpulkan sebanyak 137 akan disaring berdasarkan relevansi dengan topik sistem pemesanan jasa dan produk, tahun publikasi dalam 7 tahun terakhir, serta metode penelitian yang digunakan. Melalui proses ini diperoleh 6 artikel yang menjadi acuan utama dalam SLR ini.
3) Kriteria Inklusi dan Eksklusi:
   a. Inklusi: Artikel yang membahas sistem pemesanan berbasis teknologi, inovasi dalam pemesanan online, serta studi kasus yang berkaitan dengan pengalaman pelanggan dan efisiensi operasional.
   b. Eksklusi: Artikel yang tidak berbahasa Inggris atau Indonesia, artikel dengan cakupan yang terlalu umum tanpa analisis mendalam, serta makalah yang bukan berasal dari jurnal atau konferensi bereputasi.
4) Ekstraksi Data dan Sintesis: Data dianalisis berdasarkan kategori seperti pendekatan penelitian, objek penelitian, serta kesimpulan utama yang dihasilkan. Diagram PRISMA digunakan untuk menggambarkan proses seleksi artikel

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap artikel-artikel yang dikumpulkan, baik dari file Excel maupun dari literatur lainnya, dapat disimpulkan bahwa sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan ini terutama didorong oleh kebutuhan akan efisiensi operasional, peningkatan pengalaman pelanggan, dan integrasi teknologi informasi yang semakin canggih. Namun, meskipun banyak kemajuan yang telah dicapai, masih terdapat beberapa tantangan dan kesenjangan yang perlu diatasi untuk memastikan bahwa sistem pemesanan ini dapat berfungsi secara optimal dan aman. Gambaran tersebut dapat diperlihatkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Analisis *Sistematics Literature Review* (SLR)

No	Referensi	Metode	Teknologi	Hasil Utama	Gap Penelitian
1	Aryo Nur Utomo & Muhammad Alfaridzi (2018)	Perancangan sistem berbasis web	PHP, MySQL	Sistem membantu pemesanan & pengolahan data	Keamanan data masih terbatas
2	Eka Puspita Sari & Eni Pudjiarti (2021)	Model Waterfall	PHP, MySQL	Sistem mempermudah pelanggan memesan tanpa harus datang ke toko	Perlu backup data dan pembersihan virus
3	Nurmalasari et al. (2021)	SDLC, Model Waterfall	Tidak disebutkan	Sistem mengurangi human error dan mempercepat pemesanan	Perlu fitur detail pengerjaan & backup data
4	Wahyu Setiawan et al. (2023)	Pengembangan sistem berbasis web	PHP, MySQL	Sistem memudahkan pencatatan transaksi dan bahan baku	Perlu backup file dan fitur proofing hasil cetak
5	Fadilahn Dzikril & Nanang (2023)	SDLC, Model Waterfall	Tidak disebutkan	Sistem mempercepat pemesanan & mengurangi kesalahan	Perlu fitur preview file pelanggan
6	Agung Izulhaq et al. (2023)	Model Waterfall	Tidak disebutkan	Sistem meningkatkan aksesibilitas pelanggan	Perlu pengembangan ke platform mobile

Tren Penelitian

Salah satu tren utama yang terlihat dari penelitian-penelitian yang dianalisis adalah peningkatan adopsi sistem berbasis web dalam berbagai sektor, termasuk percetakan. Sistem berbasis web ini tidak hanya memudahkan pelanggan dalam melakukan pemesanan, tetapi juga membantu perusahaan dalam mengelola data dan transaksi secara lebih efisien. Sebagai contoh, penelitian oleh Aryo Nur Utomo dan Muhammad Alfaridzi (2018) menunjukkan bahwa sistem berbasis web yang dikembangkan untuk CV Citra Kencana Jakarta Timur telah berhasil mempermudah proses pemesanan dan pengolahan data. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Eka Puspita Sari dan Eni Pudjiarti (2021) yang juga menemukan bahwa sistem berbasis web dapat meningkatkan pelayanan dan transaksi yang lebih efektif dan efisien [6].

Selain itu, penggunaan teknologi seperti PHP dan MySQL sebagai bahasa pemrograman dan database juga menjadi tren yang dominan dalam penelitian-penelitian ini. PHP dan MySQL dipilih karena kemudahan penggunaannya, fleksibilitas, dan kemampuan untuk mengelola data secara efisien. Misalnya, penelitian oleh Wahyu Setiawan et al. (2023) dan Fadilahn Dzikril dan Nanang (2023) sama-sama menggunakan PHP dan MySQL dalam pengembangan sistem pemesanan berbasis web mereka [8], [9]. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi ini masih menjadi pilihan utama dalam pengembangan sistem pemesanan berbasis web.

Tren lain yang terlihat adalah penggunaan metode pengembangan sistem seperti SDLC (System Development Life Cycle) dan model waterfall. Metode ini banyak digunakan karena sifatnya yang terstruktur dan sistematis, sehingga memudahkan pengembang dalam merancang dan

mengimplementasikan sistem. Sebagai contoh, penelitian oleh Nurmalasari et al. (2021) dan Agung Izulhaq et al. (2023) sama-sama menggunakan metode SDLC dengan model waterfall dalam pengembangan sistem pemesanan mereka [7], [10]. Metode ini memungkinkan pengembang untuk melakukan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian secara bertahap, sehingga mengurangi risiko kesalahan dan memastikan bahwa sistem yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Analisis Gap

Meskipun banyak kemajuan yang telah dicapai, masih terdapat beberapa kesenjangan dalam penelitian sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web. Salah satu gap yang paling menonjol adalah kurangnya fokus pada keamanan data dan privasi pengguna. Sebagian besar penelitian yang dianalisis, seperti penelitian oleh Aryo Nur Utomo dan Muhammad Alfaridzi (2018) dan Eka Puspita Sari dan Eni Pudjiarti (2021), memang menyebutkan pentingnya keamanan data, namun hanya sedikit yang memberikan solusi konkret atau fitur keamanan yang lebih canggih[5], [6]. Misalnya, beberapa penelitian hanya mengandalkan autentikasi password sebagai bentuk keamanan, sementara ancaman seperti serangan virus atau peretasan data tidak banyak dibahas.

Selain itu, masih terdapat gap dalam hal integrasi sistem pemesanan dengan platform lain, seperti media sosial atau aplikasi mobile. Sebagian besar penelitian yang dianalisis hanya berfokus pada pengembangan sistem berbasis web, sementara potensi integrasi dengan platform lain belum banyak dieksplorasi. Sebagai contoh, penelitian oleh Agung Izulhaq et al. (2023) menyarankan perlunya pengembangan sistem ke platform mobile, namun belum ada penelitian yang secara khusus membahas bagaimana integrasi ini dapat dilakukan secara efektif [10]. Padahal, dengan semakin banyaknya pengguna yang mengakses internet melalui perangkat mobile, integrasi dengan platform mobile dapat menjadi peluang besar untuk meningkatkan pengalaman pengguna dan memperluas jangkauan pasar.

Gap lain yang terlihat adalah kurangnya penelitian yang membahas dampak jangka panjang dari penerapan sistem pemesanan berbasis web terhadap loyalitas pelanggan. Sebagian besar penelitian, seperti penelitian oleh Nurmalasari et al. (2021) dan Wahyu Setiawan et al. (2023), hanya berfokus pada peningkatan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan dalam jangka pendek [7], [8]. Namun, belum ada penelitian yang secara khusus membahas bagaimana sistem pemesanan berbasis web dapat mempengaruhi loyalitas pelanggan dalam jangka panjang. Padahal, loyalitas pelanggan merupakan faktor kunci dalam keberhasilan bisnis, terutama di sektor yang kompetitif seperti percetakan.

Selain itu, masih terdapat gap dalam hal regulasi dan kebijakan terkait keamanan transaksi dalam sistem pemesanan berbasis web. Sebagian besar penelitian yang dianalisis tidak membahas aspek regulasi atau kebijakan yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan sistem pemesanan. Padahal, dengan semakin banyaknya transaksi online yang dilakukan, regulasi dan kebijakan yang jelas sangat penting untuk memastikan bahwa sistem pemesanan ini aman dan dapat dipercaya oleh pengguna.

Implikasi Praktis dan Akademis

Dari analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan. Namun, untuk memaksimalkan potensi ini, perlu ada perhatian lebih terhadap aspek keamanan data, integrasi dengan platform lain, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Selain itu, penelitian di masa depan juga perlu mempertimbangkan aspek regulasi dan kebijakan yang terkait dengan keamanan transaksi online. Bagi praktisi, temuan ini dapat menjadi panduan dalam mengembangkan sistem pemesanan yang lebih aman, terintegrasi, dan berorientasi pada kepuasan pelanggan jangka panjang. Misalnya, pengembang dapat mempertimbangkan untuk menambahkan fitur keamanan yang lebih canggih, seperti

enkripsi data atau sistem deteksi serangan. Selain itu, integrasi dengan platform mobile dan media sosial juga dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan pengalaman pengguna dan memperluas jangkauan pasar. Bagi akademisi, temuan ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut, terutama dalam mengisi gap yang masih ada. Misalnya, penelitian di masa depan dapat fokus pada pengembangan sistem pemesanan yang lebih aman, integrasi dengan platform mobile, atau dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Selain itu, penelitian juga dapat mengeksplorasi aspek regulasi dan kebijakan yang terkait dengan keamanan transaksi online, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang lebih komprehensif bagi praktisi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web telah mengalami perkembangan yang signifikan, dengan berbagai inovasi teknologi yang diterapkan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan. Namun, masih terdapat beberapa kesenjangan yang perlu diatasi, terutama dalam hal keamanan data, integrasi dengan platform lain, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Dengan mengatasi gap ini, sistem pemesanan berbasis web dapat menjadi alat yang lebih efektif dan aman bagi perusahaan dalam meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan. Penjelasan tersebut dapat diringkas sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan peluang penelitian lebih lanjut.

Tren Penelitian	- Peningkatan adopsi sistem berbasis web di berbagai sektor
	- Penggunaan teknologi seperti PHP dan MySQL
	- Metode pengembangan sistem dominan: SDLC dan Waterfall
Gap Penelitian	- Kurangnya fokus pada keamanan data dan privasi pengguna
	- Minimnya integrasi dengan platform mobile dan media sosial
	- Belum ada studi tentang dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan
	- Aspek regulasi dan kebijakan belum banyak dieksplorasi
Implikasi Praktis	- Perlu pengembangan sistem yang lebih aman dan terintegrasi
	- Integrasi dengan platform mobile dan media sosial untuk meningkatkan pengalaman pengguna
Implikasi Akademis	- Kesempatan untuk meneliti pengaruh sistem terhadap loyalitas pelanggan
	- Rekomendasi pengembangan sistem berbasis regulasi dan keamanan transaksi

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan melalui Systematic Literature Review (SLR) terhadap penelitian-penelitian terkait sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web, dapat disimpulkan bahwa sistem ini telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan ini terutama didorong oleh kebutuhan akan efisiensi operasional, peningkatan pengalaman pelanggan, dan integrasi teknologi informasi yang semakin canggih. Beberapa tren utama yang teridentifikasi meliputi peningkatan adopsi sistem berbasis web, penggunaan teknologi seperti PHP dan MySQL, serta penerapan metode pengembangan sistem seperti SDLC (*System Development Life Cycle*) dan model waterfall. Namun, meskipun banyak kemajuan yang telah dicapai, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang perlu diatasi. Beberapa gap yang teridentifikasi antara lain kurangnya fokus pada keamanan data dan privasi pengguna, minimnya integrasi sistem pemesanan dengan platform lain seperti media sosial dan aplikasi mobile, serta kurangnya penelitian yang membahas dampak jangka panjang dari

penerapan sistem pemesanan terhadap loyalitas pelanggan. Selain itu, aspek regulasi dan kebijakan terkait keamanan transaksi dalam sistem pemesanan berbasis web juga belum banyak dieksplorasi. Implikasi praktis dari temuan ini adalah perlunya pengembangan sistem pemesanan yang lebih aman, terintegrasi, dan berorientasi pada kepuasan pelanggan jangka panjang. Bagi akademisi, temuan ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut, terutama dalam mengisi gap yang masih ada, seperti pengembangan sistem yang lebih aman, integrasi dengan platform mobile, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan.

Secara keseluruhan, sistem pemesanan jasa dan produk berbasis web memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan. Namun, untuk memaksimalkan potensi ini, perlu ada perhatian lebih terhadap aspek keamanan data, integrasi dengan platform lain, dan dampak jangka panjang terhadap loyalitas pelanggan. Dengan mengatasi gap ini, sistem pemesanan berbasis web dapat menjadi alat yang lebih efektif dan aman bagi perusahaan dalam meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan.

REFERENSI

[1] A. Riswanto *et al.*, *Ekonomi Bisnis Digital: Dinamika Ekonomi Bisnis di Era Digital*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2024.

[2] S. D. Dewi, L. Laudeciska, A. Figa, A. Auliani, D. V. Marbun, and W. Dwiyanti, "Perancangan sistem informasi berbasis website pada UMKM Jaya Punggur," in *National Conference for Community Service Project (NaCosPro)*, 2021, pp. 841–848.

[3] S. Sumadi, "Dinamika Transformasi UMKM Di Era Digitalisasi Pandemi Covid-19," in *Prosiding Seminar Nasional & Call for Paper STIE AAS*, 2021, pp. 119–127.

[4] A. Hinderks, F. J. D. Mayo, J. Thomaschewski, and M. J. Escalona, "An SLR-tool: Search process in practice: A tool to conduct and manage systematic literature review (SLR)," in *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings*, 2020, pp. 81–84.

[5] A. N. Utomo and M. Alfaridzi, "Perancangan Sistem Informasi Pada Percetakan Cv Citra Kencana Jakarta Timur Berbasis Web," *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 7, no. 1, 2018.

[6] E. P. Sari and E. Pudjiarti, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Jasa Percetakan Berbasis Website Studi Kasus: CV. Prima Framedia," *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 2, no. 4, pp. 229–236, 2021.

[7] S. Mayanti, S. Dewi Ayu Safitri, M. Kamal Reza, and I. Penulis, "Sistem Informasi Manajemen Pemesanan Jasa Percetakan Berbasis Web," 2021.

[8] W. Setiawan, A. D. Putra, and P. Permata, "Sistem Informasi Pemesanan Jasa Percetakan Berbasis Web (Pada CV Mitra Jaya)," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 1, pp. 113–118, 2023.

[9] F. Dzikril, "Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Jasa Percetakan Berbasis Web Pada Sniper Digital Printing," *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 6, pp. 1601–1610, 2023.

[10] A. Izulhaq, U. Indahyanti, and I. R. I. Astutik, "Sistem Informasi Pemesanan Produk Percetakan Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 486–496, 2023.

[11] D. Pati and L. N. Lorusso, "How to write a systematic review of the literature," *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 15–30, 2018.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7605

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Load Balancing dan Failover 2 ISP pada Mikrotik Menggunakan Metode Equal Cost Multipath (ECMP)

Maulana Ahmad habibullah, Madadina Adilah Pamuji, Fernando Yoga Ariansyah, Gusti Eka Yuliastuti, Danang Haryo Sulaksono
Program Studi Teknik Informatika, ITATS
gustiekay@itats.ac.id

ABSTRACT

Implementing load balancing and failover on computer networks is important, especially on networks that have a high traffic load. Load balancing serves to distribute traffic loads across several internet links, thereby improving network performance. In this research, load balancing and failover 2 ISP were implemented on the SMA Negeri 11 Surabaya network using a proxy with the Equal Cost MultiPath (ECMP) method. The ECMP is a load-balancing method that divides traffic evenly across all available internet links. The results of research conducted at SMA Negeri 11 Surabaya indicated that the load balancing and failover for two ISPs on MikroTik using the ECMP method could run well. They obtained an average throughput of 124.01 Mbps, a packet loss of 0%, and a QoS index of 4. Furthermore, failover could maintain network availability when one of the internet links experienced problems.

Keywords: *load balancing, ECMP, failover, MikroTik*

ABSTRAK

Implementasi load balancing dan failover pada jaringan komputer merupakan hal yang penting untuk dilakukan, terutama pada jaringan yang memiliki beban trafik yang tinggi. Load balancing dapat digunakan untuk mendistribusikan beban trafik ke beberapa link internet, sehingga dapat meningkatkan performa jaringan. Dalam penelitian ini, dilakukan implementasi load balancing dan failover 2 ISP pada jaringan SMA Negeri 11 Surabaya dengan menggunakan mikrotik dengan metode Equal Cost Multi Path (ECMP). Metode ECMP merupakan metode load balancing yang membagi trafik ke semua link internet yang tersedia secara merata. Hasil penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 11 Surabaya menunjukkan bahwa

implementasi load balancing dan failover 2 ISP pada mikrotik menggunakan metode ECMP dapat berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian yang menunjukkan rata rata throughput sebesar 124,01 Mbps, packet loss sebesar 0%, dan indeks QoS sebesar 4. Selain itu, Failover dapat menjaga ketersediaan jaringan, jika salah satu link internet mengalami gangguan.

Kata kunci: Load balancing, ECMP, Failover, Mikrotik.

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi internet saat ini dipengaruhi oleh peningkatan jumlah kebutuhan manusia dan perluasan pengetahuan manusia dengan teknologi informasi digital [1]. Sekolah yang memiliki banyak pengguna internet membutuhkan koneksi internet yang handal dan stabil untuk mendukung aktivitas belajar mengajar.

SMA Negeri 11 Surabaya memiliki banyak pengguna internet, baik siswa, guru, maupun staf administrasi. Peningkatan kebutuhan internet yang makin tinggi dengan jumlah pengguna internet yang besar menghasilkan beban trafik internet yang tinggi. Penggunaan dua Internet Service Provider (ISP) memungkinkan sekolah menyelenggarakan kegiatan belajar mengajar dan layanan kependidikan lainnya lebih aman dan terpenuhi kebutuhan internetnya.

Internet Service Provider (ISP) merupakan perusahaan atau badan usaha yang menjual akses internet atau sejenisnya kepada konsumen [2]. Penggunaan dua ISP ini agar tidak menjadi problem baru bagi sekolah perlu adanya pengaturan yang terkontrol penuh menggunakan perangkat keras jaringan yang termanajemen oleh aplikasi bawaan. Selama ini perubahan dilakukan secara manual pada ISP ketika terjadi gangguan di ISP utama. Dengan teknologi *Load Balancing* maka dapat diperoleh keuntungan seperti menjamin reabilitas servis, availabilitas dan skalabilitas suatu jaringan [3]. Dengan teknologi load balancing maka dapat diperoleh keuntungan seperti menjamin reabilitas servis, availabilitas dan skalabilitas suatu jaringan.

ECMP adalah teknik *routing* untuk mengarahkan paket melalui beberapa jalur yang memiliki nilai yang sama [4]. Metode ECMP dapat memanfaatkan beberapa jalur yang memiliki biaya (cost) yang sama untuk mengirimkan paket, sehingga meningkatkan throughput dan mengurangi waktu delay pada jaringan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada impelmentasi teknologi load balancing menggunakan metode Equal-Cost Multi-Path (ECMP) pada jaringan internet di SMA Negeri 11 Surabaya. Lebih lanjut penelitian ini menggunakan dua Internet Service Provider (ISP) pada router MikroTik untuk memastikan koneksi internet yang handal dan stabil dalam mendukung kegiatan belajar mengajar di sekolah.

Jaringan adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen komputer dan perangkat lain yang dirancang untuk dapat berbagi sumber daya dan data seperti printer dan CPU. Jaringan ini bertujuan untuk memudahkan komunikasi antara satu perangkat dengan perangkat lainnya. Jaringan juga dibagi menjadi beberapa jenis cakupan, antara lain PAN (Personal Area Network), LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network), WAN (Wide Area Network), dan WLAN (Wireless LAN) [5].

Mikrotik

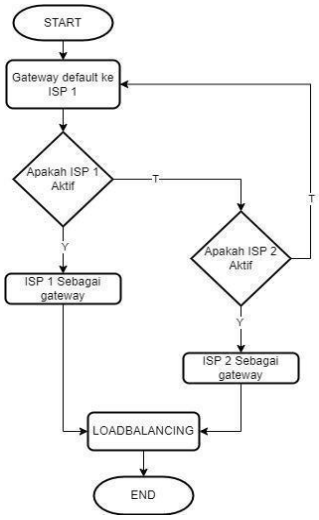
Mikrotik adalah perusahaan Latvia yang berspesialisasi dalam merancang dan membuat peralatan jaringan, seperti *router*, sakelar, dan titik akses nirkabel. *Router* MikroTik merupakan sistem operasi yang dikhususkan untuk menangani *routing* pada jaringan komputer [6]. Administrasinya bisa dilakukan melalui *Windows Application* berupa perangkat lunak (WinBox) dalam bentuk GUI. Selain itu instalasi dapat dilakukan pada standar komputer PC (*Personal Computer*) [7].

Loadbalancing

Load balancing adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimum, memaksimalkan throughput, memperkecil waktu tanggap dan menghindari overload pada salah satu jalur koneksi. Banyak link yang digunakan maka optimalisasi utilitas sumber daya, throughput, atau respond time akan

semakin baik karena dapat saling mem-backup pada saat salah satu link koneksi down [8] . *Load balancing* merupakan teknik untuk membagi beban jaringan (*traffic*) melalui beberapa *link network* yang tersedia untuk meningkatkan *throughput*, mengurangi *respond time* maupun menghindari penumpukan *traffic* yang berlebih [9] .

Failover

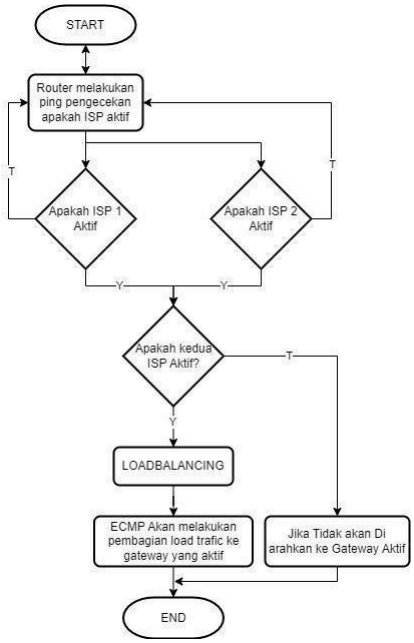


Gambar 1 Failover

Dengan memiliki 2 (dua) koneksi internet, maka bisa saja teknik load balancing tidak diterapkan, namun teknik failover dapat diterapkan. Dengan hanya menerapkan teknik failover, maka dalam kondisi normal, koneksi dari salah satu ISP tidak akan digunakan. Perancangan failover dapat mem-backup jalur yang terputus secara otomatis tanpa adanya jeda dan akan menopang traffic yang berjalan sehingga tidak terputus [10].

Equal Cost Multi Path (ECMP)

Equal Cost Multi Path (ECMP) adalah pemilihan jalur alternatif di *gateway* dan merupakan salah satu metode load balancing yang paling mudah dan cepat untuk membagi atau membagi beban lalu lintas ke internet [11]. *Load balancing* dengan metode ECMP dapat menggunakan *link* koneksi internet secara bergantian sehingga dapat mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur agar stabil [12].



Gambar 2 Equal Cost Multi Path (ECMP*)*

METODE

Metode untuk pengumpulan data yang dilakukan peneliti adalah sebagai berikut:

Studi Lapangan

a. Observasi
   Pengumpulan data dan informasi serta dokumentasi di SMAN 11 Surabaya dan dengan melakukan pengecekan ulang terhadap infrastruktur jaringan.
b. Wawancara
   Peneliti melakukan wawancara dengan penanggung jawab, staf IT dan pengguna untuk mendapatkan data dan informasi yang berkaitan dengan penggunaan koneksi internet pada SMAN 11 Surabaya.

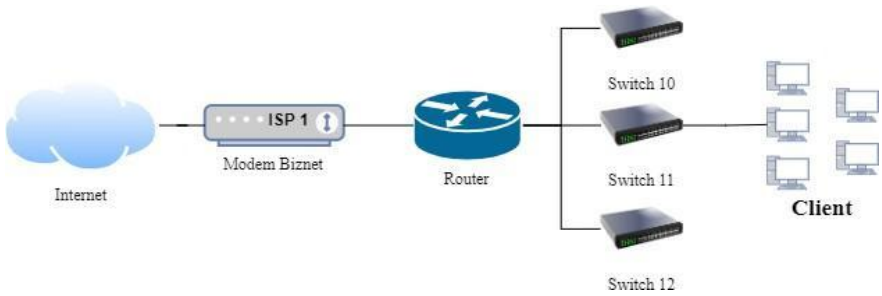
Studi Literatur

Meliputi identifikasi, lokasi, analisis dari dokumen yang berisi informasi yang pernah dilakukan sebelumnya yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian. Studi literatur ini berupa buku, skripsi dan laporan penelitian yang didapat dari buku dan internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

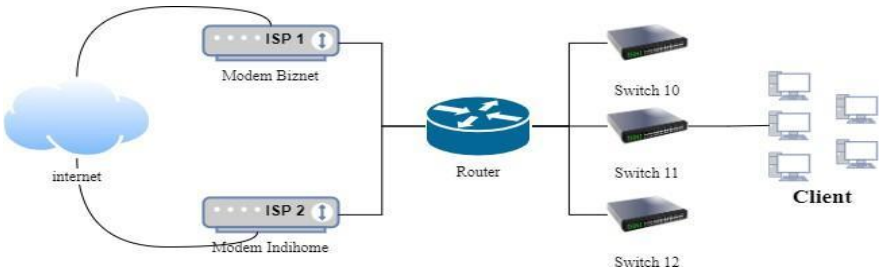
Sistem yang akan dibangun pada penelitian ini adalah sistem load balancing dengan menggunakan metode ECMP.

Perancangan Jaringan



Gambar 3 Topologi jaringan Sebelum Penerapan Load Balancing

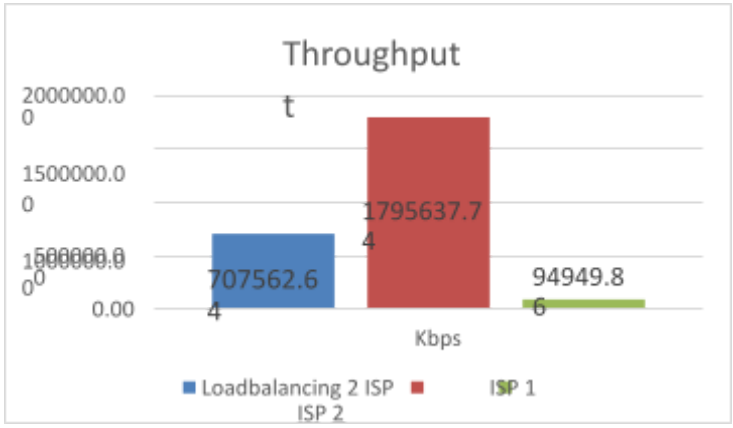
Berdasarkan Gambar 3.1 adalah skema untuk topologi jaringan sebelum menerapkan loadbalancing dan hanya menggunakan 1 ISP dari koneksi provider Biznet. Jika ISP tersebut mengalami gangguan atau downtime, seluruh jaringan akan terputus dari internet, mengakibatkan ketidaktersediaan layanan bagi pengguna. Menggunakan 1 ISP mungkin memiliki keterbatasan kapasitas, yang dapat mempengaruhi kecepatan dan kualitas koneksi internet secara keseluruhan.



Gambar 4 Topologi jaringan Sesudah Penerapan Load Balancing

Sedangkan gambar 4 kondisi jaringan setelah penerapan loadbalacing mengguanakan 2 ISP dengan menambahkan 1 provider dari Indihome. Mikrotik pada gambar 4 digunakan pada penelitian ini yang akan menggabungkan 2 ISP . ISP 1 merupakan jalur primer dari Biznet atau jalur utama, untuk penyaluran bandwith internet sementara menggunakan ISP 2 dari Indihome digunakan sebagai jalur backup atau cadangan untuk penyaluran bandwith internet.

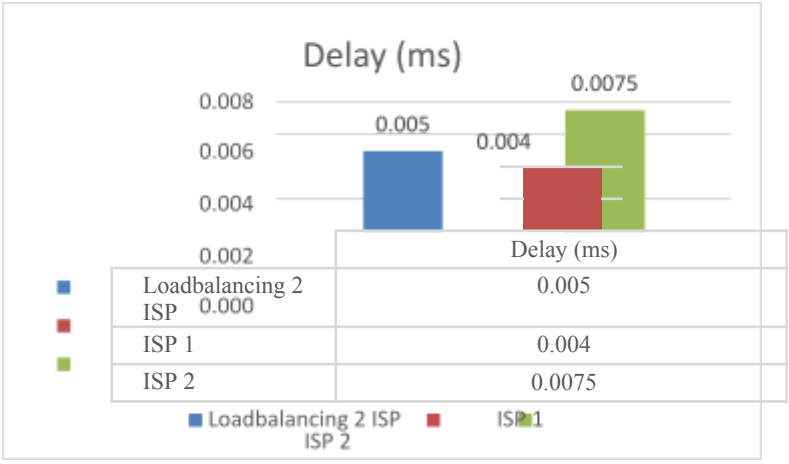
Analisis Jaringan



Gambar 5 Troughput

Berdasarkan data yang didapatkan pada gambar 5, nilai throughput hasil penggunaan internet di sekolah kedua lebih besar dibandingkan dengan nilai throughput pada bagian kesatu dan ketiga. Total presentase pada bagian pertama adalah 27% bagian kedua yang memiliki nilai presentase 69% dan bagian ketiga dengan total presentase 4%. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa nilai throughput dalam hasil dengan menggunakan load balancing dapat menghasilkan rata rata troughput dari kedua ISP tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian sistem load balancing dengan sekenario membuka akses interner ke pengguna, didapatkan nilai packet loss dari pengujian bagian pertama maupun bagian kedua dan bagian ketiga. Pada Bagian pertamanya, memiliki nilai packet loss 0%. Sementara, pada tahap bagian kedua dan ketiga juga memiliki packet loss 0%. Maka dapat disimpulkan load balancing pada MikroTik memiliki kinerja yang bagus dalam mengurangi terjadi packet loss.



Gambar 6 Delay

Berdasarkan data yang di dapatkan pada gambar 6, nilai delay pada pengujian bagian ketiga lebih besar ketimbang dengan nilai delay pengujian pertama dan pengujian kedua. Sementara, nilai delay pengujian pada bagian kedua lebih rendah dibandingkan dengan kedua pengujian lainnya. Dapat disimpulkan, pengujian bagian pertama yang merupakan pengujian pada load balancing menggunakan 2 ISP memiliki nilai delay memiliki rata rata tingkat yang lebih baik dari pada hanya mengandalkan ISP 2.

Tabel 1 Hasil standar *TIPHON* untuk dari nilai Indeks

Metode	Parameter	Nilai	Penilaian Hasil TIPHON	
			Kategori	Indeks
Load Balancing dan 2 ISP	Throughput (Kbps)	707562.64 Kbps	Sangat Bagus	4
	Packet Loss (%)	0	Sangat Bagus	4
	Delay (ms)	0.005 ms	Sangat Bagus	4

Berdasarkan Tabel 1 memperlihatkan nilai throughput, packet loss, dan delay dari load balancing dengan MikroTik memenuhi semua kategori dan index yang ditetapkan oleh TIPHON yaitu dengan kategori “Sangat Bagus”.

KESIMPULAN

Bedasarkan hasil rata-rata dari perhitungan dalam pengujian dengan memberikan akses internet ke guru dan siswa di area sekolah dan melakukan test menggunakan speedtester membuktikan bahwa setelah menerapkan load balancing menjadi lebih stabil dan memenuhi

standar TIPHON dengan kategori sangat baik atau dengan nilai indeks 4 sehingga dapat memberikan kualitas bagus pada QoS dalam jaringan sekolah; Penambahan konfigurasi failover pada sistem load balancing dapat meningkatkan keandalan koneksi internet. Jika terjadi putus atau disconnect pada salah satu Internet Service Provider (ISP), maka koneksi akan secara otomatis dialihkan ke ISP yang masih aktif. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa koneksi internet tetap berjalan dengan baik; Berdasarkan hasil pengujian pertama, didapatkan nilai packet loss sebesar 0%. Nilai ini menunjukkan bahwa tidak ada paket data yang hilang selama proses pengiriman data. Hal ini menunjukkan bahwa load balancing berjalan dengan sangat baik dengan nilai sebesar 4 poin dan dapat memberikan koneksi internet yang stabil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. R. Nur Hadi and E. R. Kaburuan, "ETHERNET LINK NETWORK DESIGN USING AUTO," *Journal of Theoretical and Applied Information Technolog,* vol. 100, no. 15, pp. 4641-4654, 2022.

[2] F. Ahmad and D. U. Yuni, "Implementasi Load Balancing Per address connection ECMP Algoritma Round Roubin Mikrotik Router," *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering),* vol. 5, no. 2, pp. 463-472, 2022.

[3] A. Mustofa and D. Ramayanti, "IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DAN FAILOVER TO DEVICEMIKROTIK ROUTER MENGGUNAKAN METODE NTH(STUDI KASUS : PT. GO-JEK INDONESIA)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK),* vol. 7, no. 1, pp. 139-144, 2020.

[4] D. Novianto and Y. S. Japriadi, "COMPARATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE BETWEEN ECMP AND NTH METHODS IN IMPLEMENTATION OF MICROTIC-BASED DUAL LINK LOAD BALANCING TECHNIQUES," *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model),* vol. 12, no. 1, pp. 80-88, 2021a.

[5] D. Novianto and Y. S. Japriadi, "COMPARATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE BETWEEN ECMP AND NTH METHODS IN IMPLEMENTATION OF MICROTIC-BASED," *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model),* vol. 12, no. 1, pp. 80-88, 2021b.

[6] T. Rahman, S. and H. Nurdin, "Analisis Performa RouterOS MikroTik pada Jaringan Internet," *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA,,* vol. 5, no. 1, pp. 178-192, 2020.

[7] J. Purnomo, S. and R. Safitri, Membuat Jaringan Hotspot Dengan Load Balance Dan Custom Chain Menggunakan Mikrotik Router, Malang: E Library Univ Brawijaya, 2021.

[8] F. Ardianto, B. Alfaresi and A. Darmadi, "RANCANG BANGUN LOAD BALANCING DUA INTERNET SERVICE PROVIDER (ISP) BERBASIS," *Jurnal Surya Energy,* vol. 3, no. 1, pp. 198-202, 2018.

[9] S. Indratno, "Implementasi Load BalancingMikrotikMenggunakan Metode EcmpPadaSTIE Gentiaras Bandar Lampung," *Jurnal Teknologi Pintar,* vol. 2, no. 6, pp. 1-11, 2022.

[10] A. Tantoni, L. Mutawalli and M. T. Asri Zaen, "Komparasi QoS Load Balancing Pada 4 Line Internet DENGAN Metode PCC, ECMP Dan NTH," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA,* vol. 6, no. 1, pp. 110-119, 2022.

[11] D. Novianto and Y. S. Japriadi, "COMPARATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE BETWEEN ECMP AND NTH METHODS IN IMPLEMENTATION OF MICROTIC-BASED DUAL LINK LOAD BALANCING TECHNIQUES," *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model),* vol. 12, no. 1, pp. 80-88, 2021c.

[12] M. K. Anwar and I. Nurhaida, "Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (ECMP) Pada Interkoneksi Jaringan," *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer,* vol. 9, no. 1, pp. 39-48, 2019.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7361

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Estimasi Kebutuhan Listrik untuk Pabrik Etilen Diklorida dengan Kapasitas 120.000 ton/tahun

Udi Widodo Saputra[1], Misbahul Munir[1], Erlinda Ningsih[1*], Daniel Saputra[1], Wahyu Sandwi Vaggy[1] dan Eky Novianarenti[2]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1], Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya[2]

e-mail: erlindaningsih84@itats.ac.id

ABSTRACT

The utility unit is a supporting unit in a factory that has an important role. One of the utility units is the need for electricity, which is closely related to factory operations both in the production process and the environment around the factory. Estimation of electricity needs is a factor that determines whether the Ethylene Dichloride factory experiences profit or loss. The purpose of this study is to estimate the electricity needs for an ethylene dichloride factory with a capacity of 120,000 tons/year. This research method includes literature studies, measurements, and energy consumption intensity standards (IKE). Based on the results of the estimation carried out, it was obtained that the determination of equipment that uses electricity, the electricity needs for process equipment and utilities are 257 kWh, for lighting 70.25 kWh, and for generator set capacity 490.9796 kWh. The electricity requirement of the ethylene dichloride plant meets the Energy Consumption Intensity (IKE) standard.

Keywords: *estimation; electricity; factory; ethylene dichloride; energy*

ABSTRAK

Unit utilitas adalah unit pembantu dalam suatu pabrik yang memiliki peran penting. Salah satu unit utilitas adalah kebutuhan listrik, yang sangat berkaitan dengan operasional pabrik baik dalam proses produksi dan lingkungan sekitar pabrik. Estimasi kebutuhan listrik menjadi faktor yang menentukan pabrik Etilen Diklorida mengalami untung atau rugi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengestimasi kebutuhan listrik untuk pabrik etilen diklorida dengan kapasitas 120.000 ton/tahun. Metode penelitian ini meliputi studi literatur, pengukuran, dan standar intensitas konsumsi energi (IKE). Berdasarkan hasil estimasi yang dilakukan diperoleh bahwa penentuan alat yang menggunakan listrik, kebutuhan listrik untuk peralatan

proses dan utilitas sebesar 257 kWh, untuk penerangan sebesar 70.25 kWh, dan untuk kapasitas generator set sebesar 490.9796 kWh. Kebutuhan listrik pada pabrik etilen diklorida memenuhi standar Intesitas Konsumsi Energi (IKE).

Kata kunci: estimasi; listrik; pabrik; etilen diklorida;energi

PENDAHULUAN

Pada proses produksi etilen diklorida terdapat beberapa peralatan dan area yang membutuhkan energi listrik. Kapasitas produksi yang besar dapat berpengaruh terhadap jumlah energi atau kebutuhan listrik yang diperlukan[1], [2]. Hal ini berbanding lurus artinya tingginya kebutuhan listrik semakin meningkatnya produk etilen diklorida yang dihasilkan[3], [4]. Dalam desain pabrik etilen diklorida ini, generator set dan Perusahaan Listrik Negara (PLN) menyediakan listrik.

Salah satu unit penting di pabrik yang mendukung proses produksi yaitu sstem utilitas. Sistem utilitas terdiri dari air, steam[5], listrik dan bahan bakar[6]. Listrik di pabrik dibutuhkan selain sebagai penerangan di kantor dan area pabrik juga untuk pengoperasian alat diantaranya pompa. Pabrik dengan bahan baku cair membutuhkan pompa sebagai alat transportasi bahan[7]. Energi listrik memiliki peran yang sangat penting untuk menjamin berlangsungnya proses produksi etilen diklorida berkapasitas 120.000 ton/tahun dalam menggerakkan pompa. Setelah itu, estimasi daya, terutama untuk unit utilitas, harus dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah energi yang diperlukan oleh pabrik etilen diklorida dengan kapasitas 120.000 ton per tahun dan membandingkannya dengan standar faktor yang diperlukan untuk memperoleh nilai standar intensitas komsumsi energi (IKE). Dalam penaksiran kebutuhan listrik ini dilakukan pada sistem utilitas yaitu listrik untuk peralatan proses, penerangan, dan generator set. Dengan studi estimasi kebutuhan listrik ini dapat mengetahui konsumsi energi dan dapat mengetahui potensi penghematan energi.

METODE

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berasal dari desain desain pabrik etilen diklorida dengan kapasitas 120.000 ton per tahun di unit utilitas. Pengelompokan area yang menggunakan listrik dibagi menjadi dua yaitu proses produksi dan penerangan di sekitar pabrik. Data – data yang telah terkumpul akan dilakukan perhitungan kebutuha listrik tiap area dan selanjutnya dijumlahkan. Hasil perhitungan kebutuhan listrik di pabrik Etilen Diklorida akan dibandingkan dengan standar IKE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pabrik etilen diklorida direncanakan untuk dibangun di kawasan Warnasari, Cilegon, Banten. Etilen diklorida berfungsi sebagai bahan dasar dalam produksi poly vinyl chloride (PVC), pembuatan trichloroethane, serta dalam proses pembuatan minyak nabati [8]. PT. Asahimas Chemical Indonesia memproduksi 470.000 ton etilen diklorida per tahun, dan PT. Sulfindo Adi Usaha memproduksi 370.000 ton etilen diklorida per tahun. Etilen diklorida dibuat melalui proses klorinasi langsung dan oksiklorinasi.

Pada pabrik etilen diklorida memiliki satu unit pembantu yang memiliki peran penting yaitu utilitas. Salah satu bagian dari unit utilitas adalah kesediaan listrik. Dalam unit pembangkit listrik ini terdapat 5 alat industry yang membutuhkan energi listrik yang disajikan pada Tabel 1. Peralatan tersebut menunjang dalam proses produksi etilen diklorida. Selain peralatan proses juga terdapat peralatan di unit utilitas yang membutuhkan energi listrik pada Tabel 2 dengan total 333,785 hp. Semua alat yang telah didata akan dijumlah power masing-masing dan dihitung total kebutuhan listriknya.

1 hp = 745,6 watt = 0,746 kW

Kebutuhan listrik total = 11.0000 + 333.7850

= 345 x 0,745 kW

= 257,0717 kWh

Kebutuhan listrik untuk penerangan pabrik dihitung berdasarkan kuat penerangan tiap-tiap lokasi. Dengan menggunakan perbandingan beban listrik lumen/m2, di mana 1 foot candle =

1 lumen = 0,001496 watt

Tabel 1. Jumlah Listrik yang Dibutuhkan untuk Peralatan Proses

No	Nama Alat Peralatan Proses	Kode Alat	Power (hp)
1	Expander 1	G-112	2.0000
2	Expander 2	G-115	3.0000
3	Pompa Sentrifugal 1	L-212	3.0000
4	Pompa Jet Pump 1	L-314	2.0000
5	Pompa Sentrifugal 2	L-317	1.0000
	Total		**11.0000**

Tabel 2. Jumlah Listrik yang Dibutuhkan untuk Peralatan Utilitas

No	Nama Alat Utilitas	Power (hp)
1	Ketel	271.585
2	Menara Pendingin	52.0000
3	Tangki Penggabungan	0.1
4	Tangki Stabilisasi	0.1
5	Pompa Air Sungai	1.0000
6	Pompa Sand Filter	1.0000
7	Pompa Bak Penampung Air Sanitasi	1.0000
8	Pompa Tangki Kation Exchanger	1.0000
9	Pompa Tangki Anion Exchanger	4.0000
10	Pompa Bak Penampung Air Pendingin	1.0000
11	Pompa Cooling Tower	1.0000
	Total	**333.785**

Dalam suatu industri tidak hanya peralatan saja yang membutuhkan energi listrik. Pabrik etilen diklorida juga membutuhkan energi listrik untuk penerangan di beberapa lokasi seperti jalan. Kantor, parkir, taman, dan pos keamanan[9]. Luas dan jumlah lampu yang dibutuhkan tiap lokasi di pabrik etilen diklorida disajikan pada Tabel 3 dan 4. Untuk menghemat kebutuhan listrik digunakan jenis lampu merkury untuk penerangan. Di samping lampu, kebutuhan listrik juga dihitung untuk AC pada kantor yang diperkirakan membutuhkan 20 kWh[10].

Untuk penerangan lain digunakan lampu 40 watt

Untuk lampu TL 40 watt, lumen out put = 26737,9679

$$Jumlah\ lampu\ TL\ yang\ dibutuhkan = \frac{25737127 - 19698580}{26737,9679}$$

= 225,8417 ≈226 buah

Kebutuhan listrik untuk penerangan :

= (118 x 250) + (226 x 40)

= 38540 watt = 38,54 kWh

Kebutuhan listrik untuk AC kantor = 20 kWh

Supply PLN hanya untuk penerangan dan AC = 38,54 + 20 = 58,54 kWh

Untuk menjamin kelancaran dalam penyediaan, ditambah 20% dari total kebutuhan

Sehingga kebutuhan listrik = 1.2 x 58,54 = 70,25 kWh

Jadi total kebutuhan listrik untuk keperluan proses, utilitas dan penerangan

257 + 70,25 = 327,31971 kWh

Tabel 3. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

No	Lokasi	Luas (m^2)	Foot candle	Lumen/m^2
1	Jalan	6000	600	6045600
2	Pos Keamanan	27	2,7	27205
3	Parkir	600	60	604560
4	Taman	100	10	100760
5	Timbangan Truk	100	10	100760
6	Pemadam Kebakaran	450	45	453420
7	Bengkel	225	22.5	226710
8	Kantor	1200	120	1209120
9	Perpustakaan	150	15	151140
10	Kantin	500	50	503800
11	Poliklinik	150	15	151140
12	Mushola	800	80	806080
13	Ruang Proses	6400	640	6448640
14	Ruang Kontrol	250	25	251900
15	Laboratorium	600	60	604560
16	Unit WTP	1766	176.6	1779422
17	Storage Produk	625	62.5	629750
18	Storage Bahan Baku	625	62.5	629750
19	Gudang	625	62.5	629750
20	Utilitas	750	75	755700
21	Daerah Perluasan	3600	360	3627360
Total		**25543**	**2554,3**	**25737127**

Kesediaan listrik di pabrik etilen diklorida diperoleh dari PLN dan generator set. Generator set yang digunakan tipe generator Portable Set dengan spesifikasi disajikan pada Tabel 5. Penambahan generator ini untuk menjamin kelancaran ketersediaan listrik dengan penambahan 20%[11].

Generator Set

Kebutuhan untuk keperluan proses, utilitas = 327,3 kWh, untuk menjamin kelancaran dalam penyediaan, ditambah 20% dari total, effisienasi generator set 80%, sehingga kebutuhan listrik = 1.2 x 327,3 kWh

$$Kapasitas\ generator\ set\ total = \frac{392{,}7837}{80\%}$$

$$= 490{,}9796 \text{ kWh}$$

Tabel 4. Jumlah Lampu Merkury

No	Lokasi	Lumen/m^2
1	Ruang Proses	6448640
2	Daerah Perluasan	3627360
3	Utilitas	755700
4	Storage Bahan Baku	629750
5	Storage Produk	629750
6	Parkir	604560
7	Bengkel	226710
8	Gudang	629750
9	Jalan Aspal	6045600
10	Taman	100760
	Total	**19698580**

Tabel 5. Spesifikasi Generator Set

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Generator set
Fungsi	Pembangkit tenaga listrik
Kapasitas	490,9796 kWh
Power factor	80%
Frekuensi	50 Hz
Bahan bakar	Diesel Oil
Jumlah bahan bakar	1117,3548 L/hari
Jumlah	2 buah (1 cadangan)

Pembahasan

Pabrik etilen diklorida dirancang yang memiliki tenaga kerja sebanyak 140 orang dengan system 3 shift seluas 21465,6 m^2 untuk luas bangungan pabrik, 3727 m^2 luas bangunan Gedung dan 6000 m^2 luas jalan dan didirikan di Warnasari, Kota Cilegon, Banten. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik di unit utilitas sebesar 257 kWh, untuk penerangan sebesar 70.25 kWh, dan untuk kapasitas generator set sebesar 490.9796 kWh. Menurut kalsifikasi beban karakteristik listrik pabrik etilen diklorida memenuhi, dimana untuk industry besar daya yang dibutuhkan antara 100-500 kW atau lebih dari 500kW. Sehingga konsumsi energi total pada pabrik tersebut memenuhi standar Intesitas Konsumsi Energi (IKE) artinya area dalam pabrik tersebut pengaturan temperatur dan kenyamanan udara seimbang[12]. Konsumsi listrik dan harga listrik berkaitan sangat erat, sehingga dengan kebutuhan listrik pabrik etilen diklorida dapat dilakukan penghematan dengan memperhatikan konsumsi listrik di area-area yang di luar unit proses[13].

KESIMPULAN

Dari Analisa hasil perhitungan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Estimasi kebutuhan listrik untuk pabrik etilen diklorida adalah unit utilitas sebesar 257 kWh, untuk penerangan sebesar 70.25 kWh, dan untuk kapasitas generator set sebesar 490.9796 kWh.
2. Hasil perhitungan daya kebutuhan listrik pabrik etilen diklorida memenuhi standar Intesitas Konsumsi Energi (IKE).

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Aditya, E. Suryani, and R. A. Hendrawan, "Analysis of Electricity Demand to Increase the Electrification Ratio (Case Study: Madura Island)," *IPTEK J. Proc. Ser.*, vol. 0, no. 2, p. 143, 2017, doi: 10.12962/j23546026.y2017i2.2312.

[2] A. P. Witari, G. L. Anggraini, and E. Ningsih, "Studi Kelayakan Pabrik Gula Rafinasi dengan Kapasitas 100000 ton/tahun melalui Analisa Ekonomi," vol. 1, no. 1, pp. 7–12, 2021.

[3] F. Annasiyah and M. Prastuti, "Peramalan Konsumsi Energi Listrik untuk Sektor Industri di PT PLN (Persero) Area Gresik Menggunakan Metode Time Series Regression dan ARIMA," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.12962/j23373520.v12i1.104264.

[4] A. Ammarullah, "Analisis Estimasi Kebutuhan Listrik Untuk Memenuhi Kebutuhan Smart Grid Di Jawa Barat Sampai Tahun 2032," *EDUSAINTEK J. Pendidikan, Sains dan Teknol.*, vol. 11, no. 3, pp. 1235–1251, 2024, doi: 10.47668/edusaintek.v11i3.1250.

[5] E. Novianarenti, E. Ningsih, and N. A. Rahman, "Calculation Study of Double Pipe Type Heat Exchanger in LNG Plant Pre- Design with Capacity 250 tons / hour," 2024, doi: 10.31284/j.jmesi.2024.v4i1.5164.

[6] R. Duanaputri, S. Sulistyowati, and P. A. Insani, "Analisis peramalan kebutuhan energi listrik sektor industri di Jawa Timur dengan metode regresi linear," *J. Eltek*, vol. 20, no. 2, pp. 50–60, 2022, doi: 10.33795/eltek.v20i2.352.

[7] J. Setiawan and U. Wikarya, "Pengaruh Konsumsi Listrik Terhadap Output Industri Manufaktur di Indonesia," *Syntax Idea*, vol. 6, no. 8, pp. 3473–3485, 2024, doi: 10.46799/syntax-idea.v6i8.4298.

[8] R. Bakis, H. Koyuncu, and A. Demirbas, "Waste Management & Research," 2006, doi: 10.1177/0734242X06064822.

[9] S. W. Putrisya, S. D. Cahyo, A. Budianto, and E. Ningsih, "Analisa Neraca Massa Pada Alat Vertical Roller Mill," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2023.

[10] P. Sudirman, "Profil Penggunaan Energi Listrik Di Pabrik Teh Skala Industri Sedang," *J. Ilmu Tek. Energi*, vol. 1, no. 10, pp. 70–87, 2010.

[11] E. Ningsih, I. Albanna, A. P. Witari, and G. L. Anggraini, "Performance Simulation on the Shell and Tube of Heat Exchanger By Aspen Hysys V.10," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 3, pp. 701–706, 2022, doi: 10.21776/jrm.v13i3.1078.

[12] M. A. H. Saifuddin, I. A. Djufri, M. N. Rahman, and A. S. D. Listrik, "Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten," *J. PROtek*, vol. 05, no. 1, pp. 49–57, 2018.

[13] A. S. F. Rajagukguk, M. Pakiding, and M. Rumbayan, "Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 3, pp. 1–11, 2015, [Online]. Available: https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/7972

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7560

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043 Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Pemilah Sampah Organic, Anorganik dan Metal Secara Otomatis Berbasis IoT

Marcellinus Dias R, Ratna Hartayu, Lutfi Agung Swarga, Santoso

Fakultas Tknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail: dias.marcellinus@gmail.com

ABSTRACT

The automatic waste sorting system based on Internet of Things (IoT) technology is designed to address waste management issues in Indonesia. This device utilizes various sensors, including capacitive, inductive, infrared, and ultrasonic sensors to detect and automatically separate organic, inorganic, and metal waste. The system also employs servo motors to open and close waste bins according to the detected waste type, and uses an Arduino Mega 2560 with a Wi-Fi module to control the system and send notifications via the Telegram application. The novelty of this research lies in the integration of a multispectral sensor system with real-time notification delivery via Telegram, which has not been widely implemented in similar waste sorting systems in Indonesia. Test results show that the system can sort waste with 95% accuracy, where organic waste can be used as fertilizer, while inorganic and metal waste can be recycled. It is expected that this device can improve waste management efficiency and contribute to a cleaner and more sustainable environment.

***Keywords**: Automatic Waste Sorter, Internet of Things, Arduino Mega 2560 with WiFi, Capacitive Proximity, Inductive Proximity, Infrared Proximity*

ABSTRAK

Sistem pemilahan sampah otomatis berbasis teknologi Internet of Things (IoT) dirancang untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah di Indonesia. Alat ini memanfaatkan berbagai sensor, seperti sensor kapasitif, sensor induktif, sensor inframerah, dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi dan memisahkan sampah organik, anorganik, dan metal secara otomatis. Sistem ini juga menggunakan motor servo untuk membuka dan menutup tempat sampah sesuai jenis sampah yang terdeteksi, serta Arduino Mega 2560 dengan modul Wi-Fi untuk mengontrol dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Keunikan dari penelitian ini terletak pada integrasi sistem sensor multispektral dengan pengiriman notifikasi real-time berbasis Telegram, yang belum banyak diterapkan pada sistem pemilah sampah serupa di Indonesia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memisahkan sampah dengan akurasi 95%, dengan

sampah organik dapat digunakan sebagai pupuk, sedangkan sampah anorganik dan metal dapat didaur ulang. Diharapkan, alat ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Kata Kunci : Pemilah Sampah Otomatis, Internet of Things, Arduino Mega 2560 dengan Wifi, Proximity.

PENDAHULUAN

Masalah sampah menjadi salah satu isu lingkungan yang terus berkembang di Indonesia, dengan dampak negatif yang luas terhadap ekosistem, seperti pencemaran udara, kerusakan tanah, dan kekeruhan air. Selain itu, sampah juga berdampak buruk bagi kesehatan manusia, yang dapat menjadi sarang penyakit. Salah satu contoh yang mencolok adalah pencemaran laut akibat sampah yang tidak dikelola dengan baik, yang dapat merusak ekosistem dan mengancam keberlanjutan budidaya laut. Saat ini, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah, dengan banyaknya tumpukan sampah di sekitar tempat pembuangan akhir yang tidak terkelola dengan baik. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah sampah yang dihasilkan, seiring dengan meningkatnya keragaman penggunaan barang oleh masyarakat [1].

Tingginya volume sampah yang tidak terkelola dengan baik memerlukan solusi yang lebih efektif. Pengelompokan sampah yang tepat antara sampah organik, anorganik, dan metal sangat penting untuk memudahkan proses daur ulang dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu tantangan utama adalah kesulitan dalam memilah sampah secara manual yang memerlukan waktu dan tenaga yang besar. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam teknologi untuk mengotomatisasi proses pemilahan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemilah sampah otomatis yang dapat membantu dalam pengelompokan sampah dengan lebih efisien [2].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemilahan sampah dengan pendekatan manual maupun otomatis, menggunakan teknologi seperti sensor warna, sensor logam, atau pengenalan gambar berbasis kecerdasan buatan [3], [4]. Namun, sebagian besar solusi tersebut masih menghadapi keterbatasan dalam hal akurasi deteksi, kecepatan pemrosesan, dan kesesuaian dengan kondisi lingkungan nyata. Beberapa sistem tidak memiliki fitur notifikasi real-time, atau belum mampu melakukan integrasi langsung dengan sistem manajemen limbah digital. Selain itu, sebagian sistem hanya mampu mengenali satu atau dua jenis sampah, sehingga pemisahan tidak dapat dilakukan secara menyeluruh dan efisien.

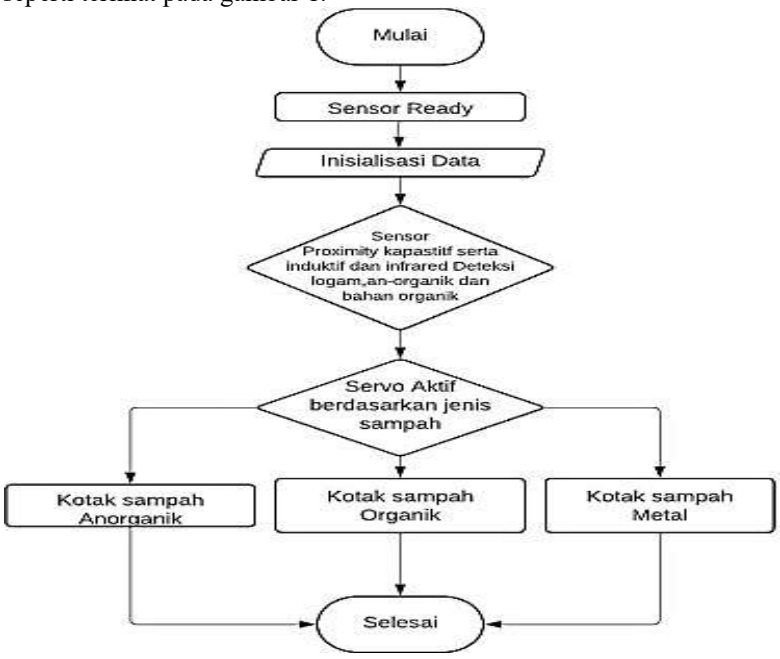
Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan mengintegrasikan berbagai jenis sensor (kapasitif, induktif, inframerah, dan ultrasonik) untuk mendeteksi jenis sampah secara simultan. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pemilahan otomatis menjadi tiga kategori utama: organik, anorganik, dan logam, dengan akurasi tinggi. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan mekanisme pembuka-tutup tempat sampah berbasis motor servo dan fitur notifikasi real-time melalui aplikasi Telegram ketika tempat sampah penuh. Kebaruan utama dari sistem ini terletak pada kombinasi sensor multispektral, pemrosesan otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560, dan integrasi langsung dengan platform IoT untuk pemantauan kondisi tempat sampah secara jarak jauh. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemilahan sampah, tetapi juga mendukung implementasi kota pintar (smart city) di bidang pengelolaan limbah [5], [6], [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sistem pemilah sampah otomatis yang dapat mengelompokkan sampah berdasarkan jenisnya dengan akurasi tinggi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengintegrasikan sistem dengan aplikasi yang dapat memberi informasi tentang kondisi tempat sampah. Ruang lingkup penelitian ini mencakup pengembangan prototipe sistem pemilah sampah dengan menggunakan sensor-sensor yang relevan dan pengujian fungsionalitasnya dalam situasi nyata.

Struktur paper ini terdiri dari beberapa bagian. Bagian pertama membahas tinjauan pustaka yang mencakup teknologi pemilahan sampah dan berbagai sistem otomatis yang telah dikembangkan sebelumnya. Bagian kedua menjelaskan secara rinci mengenai desain dan pengembangan sistem pemilah sampah otomatis, termasuk komponen dan mekanisme yang digunakan dalam alat ini. Selanjutnya, bagian ketiga menyajikan pengujian terhadap sistem yang dikembangkan, disertai analisis hasil uji coba untuk mengevaluasi kinerja alat. Terakhir, bagian penutup menyajikan kesimpulan dari penelitian ini serta saran untuk pengembangan lebih lanjut demi meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem pemilahan sampah otomatis tersebut.

METODE

Penelitian ini melibatkan pengembangan sistem pemilahan sampah otomatis menggunakan berbagai sensor untuk mendeteksi jenis sampah (organik, anorganik, dan metal). Sampah yang dibuang akan dipindai oleh sensor dan dipilah secara otomatis ke dalam wadah yang sesuai. Sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme pembukaan dan penutupan tempat sampah secara otomatis, serta pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram ketika tempat sampah sudah penuh, memastikan pengelolaan sampah yang efisien dan terorganisir, seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Sistem Kerja

Pada tahap awal yang digambarkan dalam Gambar 1, sistem dimulai ketika pengguna mendekatkan sampah ke tempat sampah otomatis. Begitu sampah dibuang, data atau informasi mengenai jenis sampah yang dibuang akan dimasukkan ke dalam sistem melalui berbagai sensor yang terpasang di tempat sampah. Sensor-sensor tersebut berfungsi untuk mendeteksi apakah sampah yang dibuang termasuk dalam kategori organik, anorganik, atau metal. Sensor-sensor yang digunakan antara lain sensor kapasitif, sensor induktif, sensor inframerah, dan sensor ultrasonik, yang masing-masing memiliki fungsi untuk mendeteksi jenis material sampah yang berbeda.

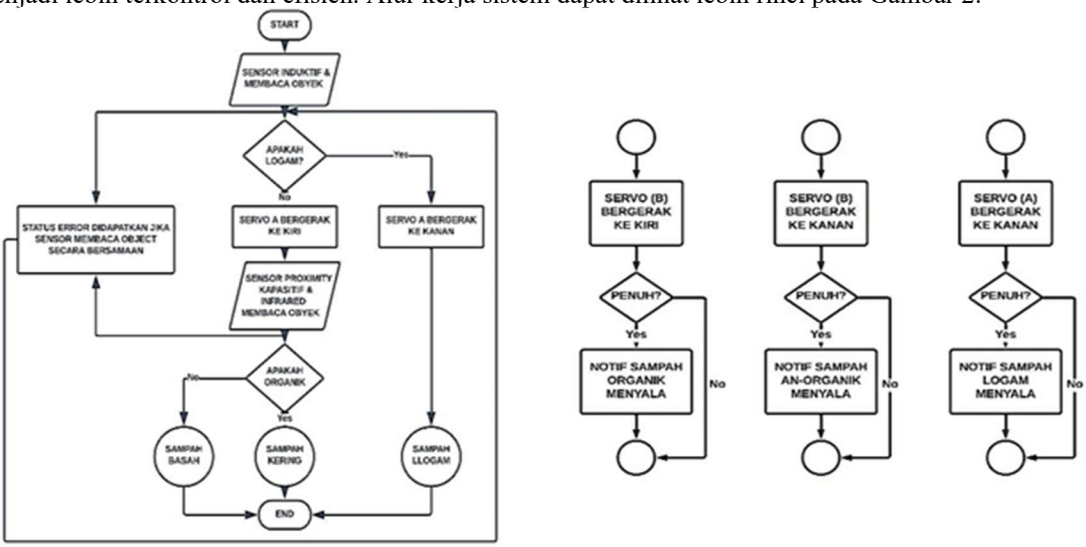
Setelah sampah terdeteksi, sistem akan langsung melaksanakan proses pemilahan berdasarkan hasil deteksi sensor. Jika sampah terdeteksi sebagai organik, tempat sampah untuk sampah organik akan otomatis terbuka, dan sampah tersebut akan langsung dimasukkan ke dalamnya. Proses pemilahan ini dilakukan secara otomatis dengan mempertimbangkan karakteristik fisik dan material sampah yang telah dikenali sensor. Jika sampah yang terdeteksi bukan organik, sistem akan melanjutkan proses pemeriksaan untuk menentukan apakah sampah tersebut anorganik atau metal.

Sampah yang teridentifikasi sebagai anorganik akan dipisahkan ke tempat sampah anorganik, yang juga dilengkapi dengan mekanisme pembukaan otomatis. Sedangkan sampah yang teridentifikasi sebagai metal akan dipisahkan lebih lanjut ke tempat sampah khusus untuk material metal. Setelah sampah dimasukkan ke dalam tempat sampah sesuai kategori, tempat sampah tersebut akan menutup kembali secara mekanis, menjaga kebersihan dan mencegah sampah tercecer.

Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor pengisi untuk memantau kondisi wadah sampah, yang berfungsi untuk mendeteksi apakah tempat sampah sudah penuh atau belum. Jika tempat sampah sudah penuh, sensor akan mengirimkan sinyal ke sistem untuk mengirimkan pemberitahuan melalui aplikasi, seperti Telegram, kepada pengguna atau petugas kebersihan. Pemberitahuan ini akan memberi tahu bahwa

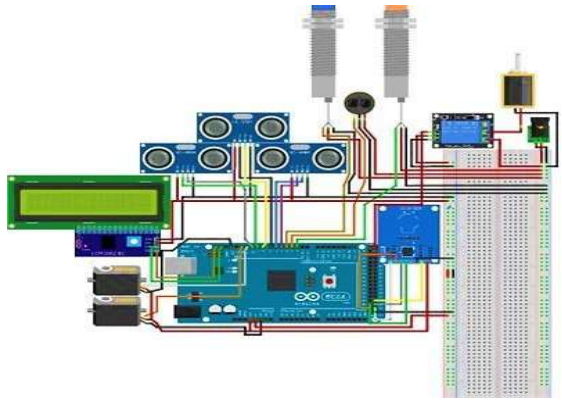
tempat sampah perlu dikosongkan. Jika tempat sampah belum penuh, proses ini akan terus berlanjut, dan sistem akan siap menerima sampah berikutnya.

Proses pemilahan sampah ini berlanjut hingga seluruh sampah terpilah dengan baik sesuai jenisnya. Setelah tempat sampah dikosongkan, sistem siap untuk digunakan kembali. Alur kerja ini menggambarkan cara kerja sistem pemilahan sampah otomatis yang jelas, terstruktur, dan efisien. Proses ini menjamin pemilahan sampah yang lebih baik, mendukung pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, serta memberikan notifikasi real-time kepada pengguna atau petugas kebersihan, sehingga pengelolaan sampah menjadi lebih terkontrol dan efisien. Alur kerja sistem dapat dilihat lebih rinci pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Alur Kerja Pemilah Sampah

Pada gambar 2, proses dimulai ketika sampah didekatkan ke tempat sampah otomatis, yang kemudian akan mendeteksi jenis sampah menggunakan sensor yang ada. Jenis sampah akan diperiksa, apakah organik, anorganik, atau metal. Jika sampah terdeteksi sebagai organik, tempat sampah organik akan terbuka secara otomatis dan sampah akan dimasukkan ke dalamnya. Jika tidak, langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah sampah anorganik atau metal. Setelah sampah dimasukkan sesuai jenisnya, sensor ultrasonik akan mengukur apakah tempat sampah sudah penuh. Jika penuh, pemberitahuan akan dikirimkan melalui aplikasi, memberi tahu bahwa tempat sampah perlu dikosongkan. Setelah itu, sistem siap menerima sampah berikutnya, dan proses berakhir.



Gambar 3. Rangkaian Sensor Secara Detail

Sensor memainkan peran penting dalam mendeteksi dan mengotomatisasi proses pemilahan. Sensor kapasitif mendeteksi material non-logam, sensor induktif untuk material logam, sensor optik untuk mendeteksi karakteristik permukaan, serta sensor berat (*load cell*) untuk mengetahui bobot sampah.

Sensor ultrasonik digunakan untuk memantau kapasitas tempat sampah, sedangkan mikrokontroler berfungsi mengolah semua data dan mengendalikan aktuator serta komunikasi nirkabel.

Untuk memberikan pemahaman teknis yang lebih ringkas, berikut adalah tabel spesifikasi komponen utama yang digunakan dalam sistem:

Tabel 1. Spesifikasi komponen utama sistem

No.	Komponen	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	Arduino Mega 2560, 54 digital I/O, 16 analog input, kompatibel dengan Wi-Fi
2	Sensor Ultrasonik	HC-SR04, jarak deteksi 2 cm – 400 cm, akurasi ±3 mm
3	Sensor Kapasitif	TTP223 atau setara, deteksi material non-logam
4	Sensor Induktif	LJ12A3-4-Z/BX, deteksi logam, jangkauan 4 mm
5	Sensor Inframerah	Infrared proximity sensor, deteksi kehadiran objek
6	Sensor Optik	Photodiode + LED, deteksi cahaya pantulan permukaan
7	Load Cell	1–5 kg kapasitas, dengan amplifier HX711
8	Motor Servo	SG90/DS3218, sudut rotasi 0°–180°, torsi 2–20 kg.cm (tergantung tipe)
9	Modul Wi-Fi	ESP8266/ESP01, komunikasi data nirkabel ke aplikasi Telegram
10	Sensor Suhu & Kelembapan	DHT11 atau DHT22, monitoring kondisi lingkungan tempat sampah
11	Power Supply	Adaptor 12V DC atau baterai 7.4V Li-Po

Dengan integrasi seluruh komponen ini, sistem pemilah sampah otomatis dapat melakukan deteksi, pemilahan, dan notifikasi secara efisien dan real-time, mendukung pengelolaan sampah yang lebih bersih, praktis, dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

hasil pengujian disajikan dan dianalisis secara mendalam. Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja sistem dalam mendeteksi dan memisahkan sampah berdasarkan jenisnya, serta efektivitas mekanisme otomatis dalam membuka dan menutup tempat sampah.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Proximity Induktif

No.	Nama Objek	Nilai Sensor	Keterangan
1	Kantong kresek	0	Tidak Terbaca
2	Kaleng minuman	1	Terbaca
3	Gelas stainless mini	1	Terbaca
4	Kaca	0	Tidak Terbaca
5	Pisang	0	Tidak Terbaca
6	Timun	0	Tidak Terbaca
7	Kaos kaki	0	Tidak Terbaca

Pada tabel 1, Dari 7 objek yang diuji, hanya 2 objek logam yang berhasil dideteksi oleh sensor induktif (kaleng minuman dan gelas stainless mini). Ini menunjukkan bahwa sensor induktif memiliki tingkat akurasi sebesar 100% dalam mendeteksi objek logam yang menjadi target utamanya, dan false positive rate sebesar 0% karena objek non-logam tidak terbaca sebagai logam.

Akurasi sensor induktif:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ objek\ logam\ terbaca}{Jumlah\ total\ objek\ logam} = \frac{2}{2} = 100\%$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Proximity Kapasitif

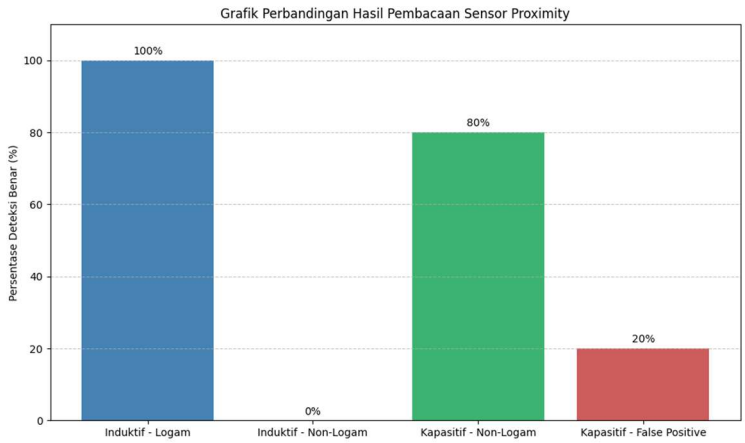
No.	Nama Objek	Nilai sensor	Keterangan
1	Kantong kresek	0	Tidak Terbaca (Gagal)
2	Kaleng minuman	1	Terbaca (Berhasil)
3	Botol plastik	0	Tidak Terbaca (Gagal)
4	Kaca	1	Terbaca (berhasil)
5	Pisang	1	Terbaca (berhasil)
6	Timun	1	Terbaca (berhasil)
7	Kentang	1	Terbaca (berhasil)

Pada Tabel 2 Sensor kapasitif berhasil mendeteksi sebagian besar objek non-logam seperti pisang, timun, kentang, dan kaca, dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Namun, terdeteksinya kaleng minuman (logam) sebagai objek oleh sensor kapasitif menunjukkan false positive, yang menurunkan akurasi keseluruhan. Jumlah objek non-logam ada 5, Objek non-logam yang terbaca= 4 (pisang, timun, kentang, kaca), Objek logam yang salah terbaca= 1 (kaleng minuman).

Akurasi sensor kapasitif:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ objek\ non-logam\ terbaca\ dengan\ benar}{Jumlah\ total\ objek\ non-logam} = \frac{4}{5} = 80\%$$

Berikut adalah grafik batang (bar chart) yang memperlihatkan perbandingan antara objek yang terbaca dan tidak terbaca oleh masing-masing sensor:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil Pembacaan Sensor

Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan hasil pembacaan dua jenis sensor proximity yang digunakan dalam sistem pemilah sampah otomatis, yaitu sensor induktif dan sensor kapasitif. Grafik ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas masing-masing sensor dalam mendeteksi jenis material sampah berdasarkan hasil pengujian terhadap beberapa objek. Sensor proximity induktif menunjukkan performa yang sangat baik dalam mendeteksi material logam. Dari seluruh objek logam yang diuji, sensor ini berhasil mendeteksi 100% dengan akurasi penuh dan tanpa kesalahan deteksi pada objek non-logam, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor induktif sangat ideal untuk klasifikasi sampah berbahan logam. Sebaliknya, sensor induktif tidak memberikan respons terhadap objek non-logam, seperti plastik, kaca, atau bahan organik, yang menunjukkan bahwa sensor ini bekerja secara selektif sesuai fungsinya.

Sementara itu, sensor kapasitif menunjukkan kemampuan deteksi yang cukup baik terhadap objek non-logam, dengan tingkat akurasi sebesar 80%. Sensor ini berhasil mendeteksi objek seperti kaca, pisang, timun, dan kentang. Namun demikian, beberapa objek ringan seperti kantong kresek dan botol plastik gagal terdeteksi. Selain itu, ditemukan satu kasus kesalahan deteksi (false positive), di mana sensor kapasitif secara keliru membaca kaleng minuman (logam) sebagai objek non-logam, sehingga menghasilkan nilai deteksi sebesar 20% untuk kesalahan identifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sensor kapasitif berguna untuk mendeteksi sampah non-logam, ia masih memiliki keterbatasan yang dapat mempengaruhi akurasi

sistem secara keseluruhan. Berdasarkan grafik ini, penggunaan kedua sensor secara terintegrasi dapat saling melengkapi untuk meningkatkan efektivitas sistem pemilahan sampah otomatis secara menyeluruh.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemilah sampah otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengelompokkan sampah menjadi tiga kategori utama: organik, anorganik, dan logam. Sistem menggunakan kombinasi sensor kapasitif, induktif, inframerah, dan ultrasonik yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan modul Wi-Fi untuk deteksi sampah serta pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor induktif memiliki akurasi 100% dalam mendeteksi material logam, sedangkan sensor kapasitif mencapai akurasi 80% dalam mendeteksi sampah non-logam dengan tingkat kesalahan sebesar 20%. Mekanisme buka-tutup otomatis bekerja secara responsif, dan sistem notifikasi tempat sampah penuh berfungsi dengan baik. Sistem ini dinilai efektif untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah secara otomatis, akurat, dan terorganisir. Pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada peningkatan kecerdasan sistem menggunakan algoritma klasifikasi lanjutan serta integrasi dengan sumber daya energi terbarukan untuk mendukung keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] '7,2 Juta Ton Sampah di Indonesia Belum Terkelola Dengan Baik | Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan'. Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://www.kemenkopmk.go.id/72-juta-ton-sampah-di-indonesia-belum-terkelola-dengan-baik

[2] H. D. Atmanti, 'KAJIAN PENGELOLAAN SAMPAH DI INDONESIA'.

[3] I. Y. D. Widayanti, J. Maulindar, and Nurchim, 'PERANCANGAN SISTEM PEMILAH SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY', *INFOTECH J.*, vol. 9, no. 1, pp. 207–214, May 2023, doi: 10.31949/infotech.v9i1.5345.

[4] M. Rahayu, A. N. Hidayah, R. Solihin, and S. Ramadona, 'Sistem Cerdas Pemilah Sampah Logam Non-Logam dan Penghitung Volume Sampah', *JTERA J. Teknol. Rekayasa*, vol. 6, no. 2, pp. 303–312, Dec. 2021, doi: 10.31544/jtera.v6.i2.2021.303-312.

[5] B. N. Putra, F. Maghfurah, and R. Effendi, 'PERANCANGAN PEMILAH SAMPAH OTOMATIS DENGAN PENERAPAN SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS)', *Pros. Semnastek*, no. 0, Art. no. 0, Jun. 2024, Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/22641

[6] R. Firnanda *et al.*, 'Sistem Pemilah Sampah Otomatis Berdasarkan Jenis Sampah Berbasis Microcontroller Arduino Uno', in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, 2024, pp. 7–15. Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.itats.ac.id/snestik/article/view/5724

[7] E. Sutoyo, A. Safitri, and S. Mardadi, 'Upaya Peningkatan Pemahaman Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) Terkait Pengelolaan Sampah di Lingkungan Masyarakat Desa Leuwisadeng', *Abdi Dosen J. Pengabdi. Pada Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–20, 2020.

[8] A. E. Widodo and S. Suleman, 'Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno', *Indones. J. Softw. Eng. IJSE*, vol. 6, no. 1, pp. 12–18, 2020.

[9] M. Kiftiyah, S. Santoso, and M. Munsyi, 'Robot Pendeteksi Warna', *J. Sains Dan Inform.*, vol. 1, no. 2, 2015, Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://jsi.politala.ac.id/index.php/JSI/article/view/25

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7034

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Algoritma Pengklasifikasi Long Short–Term Memory (LSTM) untuk Data Time Series

Arum I. Sari, Handi F. R. Wibowo, Chatarina N. Putri, Gamaliel V.F. Lande,

Exacta B. Aldero, Dian P. Hapsari

Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: arumindahsari03@gmail.com

ABSTRACT

Forecasting gold prices is essential for making informed financial decisions, offering valuable information for investors and stakeholders in the gold market. Gold prices tend to fluctuate due to several influencing factors, such as global economic conditions, inflation, and demand and supply. The instability causes investors to face higher risks in determining the optimal investment strategy. Thus, gold price prediction becomes an important requirement to help investors reduce losses. In recent years, deep learning methods have made significant progress in various fields, such as image recognition, sentiment analysis, and time series data prediction. This paper implements a Long and Short Term Memory (LSTM) network for data classification and then its performance is compared with a linear regression model to predict gold price fluctuations. Analysis of daily gold price prediction shows that the LSTM model achieves an accuracy rate of 88%, while the linear regression model performs slightly better with an accuracy rate of 98%. By utilising the strengths of both models, this research provides important insights for investors to improve investment strategies as well as understand future gold price trends.

Keywords: *machine learning; supervised; LSTM; linear regression.*

ABSTRAK

Meramalkan harga emas sangat penting untuk membuat keputusan keuangan yang tepat, menawarkan informasi berharga bagi investor dan pemangku kepentingan di pasar emas. Harga emas memiliki pola cenderung fluktuatif hal ini disebabkan karena beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti kondisi ekonomi global, inflasi, dan permintaan serta penawaran. Adanya ketidakstabilan tersebut menyebabkan investor menghadapi resiko yang lebih tinggi dalam menentukan strategi investasi yang optimal. Sehingga, prediksi harga emas menjadi kebutuhan penting untuk membantu investor dalam mengurangi kerugian. Beberapa tahun terakhir, metode pembelajaran mendalam telah

membuat kemajuan signifikan di berbagai bidang, seperti pengenalan gambar, analisis sentiment, dan prediksi ddata deret waktu. Makalah ini mengimplementasikan jaringan Memori Jangka Panjang dan Pendek (LSTM) untuk klasifikasi data kemudian kinerjanya dibandingkan dengan model regresi linier untuk memprediksi fluktuasi harga emas. Analisis prediksi harga emas harian menunjukkan bahwa model LSTM mencapai tingkat akurasi 88%, sedangkan model regresi linier berkinerja sedikit lebih baik dengan tingkat akurasi 98%. Dengan memanfaatkan kekuatan kedua model, penelitian ini memberikan wawasan penting bagi investor untuk meningkatkan strategi investasi serta memahami tren harga emasi di masa depan.

Kata kunci: pembelajaran mesin; pembelajaran mesin; LSTM; regresi linier.

PENDAHULUAN

Investasi merupakan bentuk penanaman dana atau aset dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan di masa yang akan datang. Dengan kata lain, individu melakukan aktivitas ini untuk mengalokasikan sebagian dari kekayaan mereka di masa sekarang sebagai salah satu upaya perencanaan keuangan jangka panjang. Investasi yang sering dilakukan oleh sebagian besar masyarakat yaitu investasi dalam bentuk emas [1]. Emas, sebagai salah satu jenis logam mulia selalu dianggap sebagai lambang kemakmuran dan kemewahan. Dengan berkembangnya teknologi pertambangan emas, menjadikan posisinya semakin kuat untuk dijadikan sebagai aset berharga dan sebagai cadangan mata uang di tingkat nasional dan internasional. Kestabilan harga dari emas memberikan nilai tambah sehingga harga emas dianggap sebagai instrumen proteksi terhadap krisis ekonomi, kondisi geopolitik, inflasi, dan depresiasi mata uang Rupiah. Pada bulan Januari 2020, pada saat implementasi *lockdown* akibat pandemi COVID-19, harga emas dalam hitungan USD mencapai 1,525/troy ounce dan pada bulan Desember 2021 harga emas mencapai USD 1.810/troy ounce setelah mengalami peningkatan 18,68% [2]. Guna memaksimalkan investasi emas, para investor harus membuat keputusan investasi yang tepat waktu. Oleh karena itu, upaya memprediksi pergerakan harga emas memegangi peranan penting dalam mengevaluasi strategi investasi[3].

Para ekonom dan peneliti telah secara efektif memanfaatkan metode matematika, seperti algoritma Naive Bayes, sebagai alat statistik penting untuk memprediksi tren masa depan dalam produk keuangan. Namun, sektor keuangan menimbulkan tantangan penting, termasuk tuntutan komputasi yang substansial dan sifat rumit data keuangan. Meskipun berharga, pengklasifikasi Naive Bayes menghadapi keterbatasan dalam menangani kumpulan data skala besar dan fitur berkelanjutan. Selain itu, model faktor kuantitatif tradisional sering kali kesulitan untuk menangkap hubungan yang kompleks dan nonlinier yang melekat dalam domain keuangan. Banyak faktor yang mempengaruhi estimasi hubungan antara prediktor potensial dan pengembalian yang diharapkan. Oleh karena itu, melangkah maju melampaui metodologi saat ini sangat penting untuk mencapai akurasi dan keandalan yang lebih tinggi dalam pemodelan keuangan.

Kemajuan terkini dalam bidang pembelajaran mendalam telah menarik perhatian yang signifikan, khususnya karena kinerjanya yang luar biasa dalam domain seperti visi komputer dan pemrosesan bahasa alami. Diskusi seputar penggunaan pembelajaran mendalam untuk peramalan keuangan tetap bersemangat dan terkadang kontroversial, prinsip yang mendasarinya melibatkan penciptaan hubungan antara data masukan dan hasil keuntungan finansial. Kemampuan inheren ini memberdayakan pembelajaran mendalam untuk mengungkap hubungan kompleks yang terkait dengan fluktuasi harga emas, bahkan saat ia menavigasi karakteristik yang tidak dapat diprediksi dan nonlinier yang melekat dalam data tersebut. Lebih khusus lagi, sejumlah penelitian penting telah dilakukan oleh para peneliti yang menyelidiki topik ini.

Pada penelitian studi empiris telah dilakukan dengan tujuan guna mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi harga emas untuk memperkirakannya. Analisis statistik dan ekonometrika menunjukkan berbagai variabel penjelas. Artikel ini memberikan beberapa informasi baru untuk memperkirakan harga emas berdasarkan indikator ekonomi. Metode LSTM, BiLSTM, dan GRU digunakan untuk memperkirakan harga emas [4]. Meskipun harga emas telah diperkirakan dengan berbagai metode dalam literatur, harga tersebut masih asli dalam hal variabel yang digunakan dalam penelitian. Zhang menyelidiki model jaringan saraf LSTM-P untuk memprediksi nilai Bitcoin dan emas. Pertama-tama kami Diawali dengan menggunakan pendekatan pengurangan derau berdasarkan

transformasi wavelet untuk menghaluskan fluktuasi data harga, yang telah terbukti meningkatkan akurasi prediksi [5][6].

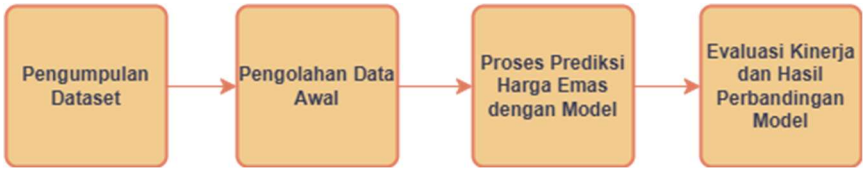
Penelitian lain juga telah dilakukan [7], penelitian tersebut menggunakan metode LSTM (*Long Short-Term Memory*) untuk memprediksi harga emas berdasarkan data dari gold.org. Hasil yang didapatkan dari penelitian yaitu metode LSTM dapat memprediksi harga emas untuk rentang waktu 1-3 hari kedepannya. Serta nilai akurasi yang diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan dengan mengimplementasikan metode LSTM yaitu sebesar 88,84%, dengan jumlah data testing sebanyak 941 data.

Terdapat penelitian lain yang bertujuan untuk memprediksi harga emas, penelitian tersebut membandingkan antara algoritma *Support Vector Regression* (SVr) dan *Linear Regression.* Data yang digunakan pada penelitian tersebut ialah data emas harian yang bersumber dari Investing.com, dengan jumlah data sebanyak 739 dataset. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil pengujian menggunakan MSE (*Mean Squared Error*) terkecil yang dihasilkan oleh algoritma Regresi Linier sebesar 4.04444791059, sedangkan MSE untuk *Support Vector Regression* sebesar 7.524505784357. Dengan nilai error terkecil yang dihasilkan oleh algoritma Regresi Linier, dapat dikatakan algoritma tersebut lebih optimal dibandingkan algoritma *Support Vector Regression* [8].

Berdasarkan ulasan serta penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pada penelitian ini penulis mencoba untuk membandingkan akurasi dari model LSTM dan *Linear Regression*. Dengan dilakukan penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui model mana yang menghasilkan akurasi paling optimal dalam memprediksi data time series yaitu prediksi harga emas.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang disusun secara sistematis, dimulai dari pengumpulan dataset, pengolaha data awal, proses prediksi harga emas dengan model, dan yang terakhir yaitu evaluasi kinerja dan hasil perbandingan model. Adapun tahapan dalam penelitian ini digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Dataset
   Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan dataset Harga Emas (*Gold Prices*) dengan rentang waktu 5 tahun terakhir, yaitu dari 2019 sampai 2024, dengan jumlah data sebanyak 1258 data yang bersumber dari Kaggle.
2. Pengolahan Data Awal
   Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan bersih dari *outlier, noise*, dan ketidakkonsistenan [9]. Proses pengolahan data awal adalah sebagai berikut.
   a. Validasi Data
      Proses validasi data digunakan untuk mengidentifikasi dan menangani data yang hilang (*missing value), outlier, noise*, dan ketidaksesuaian format pada data.
   b. Normalisasi Data
      Untuk menormalisasi data dapat menggunakan metode *Min-Max Normalization*, metode ini digunakan dengan tujuan untuk menyamakan skala atribut ke dalam rentang 0 hingga 1. Hal ini dapat mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan performa model.

3. Proses Prediksi Harga Emas dengan Model
   Pada penelitian ini, model yang diusulkan atau yang digunakan yaitu *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan Regresi Linier untuk memprediksi harga emas.
4. Evaluasi Kinerja dan Hasil Perbandingan Model
   Evaluasi digunakan untuk mengukur performa model dalam melakukan prediksi. Pada penelitian ini, pengukuran akurasi model menggunakan metrik *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE).

Prediksi

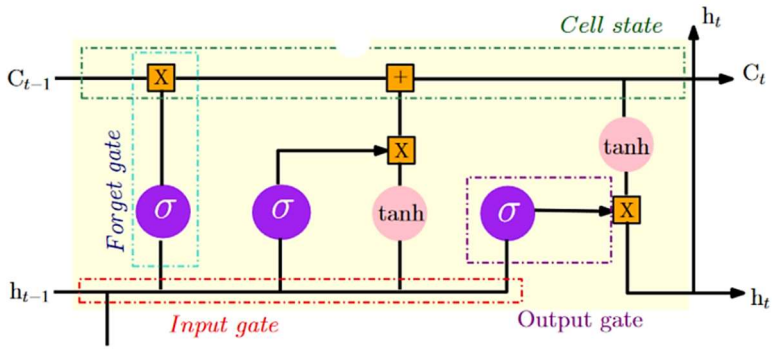
Prediksi atau peramalan merupakan proses estimasi atau memperkirakan kondisi di masa mendatang yang berlandaskan pada data historis dan informasi aktual. Secara teknis, prediksi dapat diartikan sebagai proses yang menghasilkan data dalam bentuk informasi prediksi atau perkiraan di masa mendatang. Prediksi digunakan untuk memberikan gambaran atau informasi tren atau perkembangan yang dapat dipakai sebagai dasar pengambilan keputusan di berbagai bidang, seperti ekonomi, bisnis, dan keuangan [10].

Prediksi umumnya dibagi menjadi dua, yaitu prediksi yang bersifat kualitatif dan prediksi yang bersifat kuantitatif. Prediksi kualitatif sifatnya subjektif karena biasanya berdasarkan opini atau intuisi dari ahli. Kualitas hasil dari prediksi tersebut lebih bervariasi dan tidak dapat diukur secara objektif. Sedangkan prediksi yang bersifat objektif atau kuantitatif menggunakan pendekatan matematis atau statistika untuk menghasilkan sebuah keluaran dalam bentuk angka atau bilangan. Hasil dari prediksi kuantitatif sangat dipengaruhi oleh metode yang digunakan, karena perbedaan metode dapat menghasilkan tingkat akurasi yang berbeda-beda [11].

***Long Short-Term Memory* (LSTM)**

Memori jangka pendek atau Long Short-Term Memory (LSTM) adalah metode untuk mengembangkan jaringan saraf tipe jaringan saraf berulang atau Recurrent Neural Network (RNN), pertama kali diperkenalkan oleh Hochreiter dan Schmidhuber pada tahun 1997 [12]. Pengembangan RNN di LSTM terletak pada mekanisme gerbang khusus untuk mengendalikan akses sel memori. Sel memori sebagai area penyimpanan informasi akan mendapatkan informasi yang dipilih oleh mekanisme gerbang dalam LSTM. Menurut Kalchbrenner et al., mekanisme gerbang dalam LSTM terdiri dari tiga unit gerbang vektor, gerbang input, gerbang lupa (forget gate), dan gerbang output [13]. Setiap unit gerbang vektor memiliki fungsi yang berbeda. Gerbang vektor input berfungsi untuk mengontrol jumlah vektor input yang akan mempengaruhi memori. Gerbang vektor lupa mengontrol jumlah memori lama yang akan dihapus. Gerbang vektor output mengontrol jumlah memori yang disimpan dalam keadaan tersembunyi [14].

Saat menerapkan model LSTM untuk tugas prediksi, beberapa faktor harus dipertimbangkan antara lain, pertama persiapan data, data input harus disusun dengan tepat, biasanya sebagai urutan di mana setiap sampel terdiri dari beberapa langkah waktu. Ini memungkinkan LSTM untuk belajar dari pengamatan masa lalu secara efektif. Tahap kedua proses pelatihan, model ini dilatih menggunakan data historis dengan fokus pada meminimalkan perbedaan antara nilai – nilai yang diprediksi dan aktual. Pelatihan ini melibatkan penyesuaian parameter seperti bobot dan bias melalui backpropagation. Dan tahap evaluasi yang dilakukan setelah pelatihan, penting untuk memvalidasi kinerja model menggunakan data uji terpisah untuk memastikannya menggeneralisasi dengan baik ke data yang tidak terlihat. Singkatnya, LSTM mewakili alat yang kuat untuk tugas prediksi urutan karena arsitektur canggih mereka yang mengatasi tantangan umum yang dihadapi oleh RNN tradisional. Fleksibilitas mereka di berbagai domain menjadikan mereka pilihan populer dalam aplikasi pembelajaran mesin.



Gambar 2. Tahapan LSTM

LSTM telah berhasil diterapkan di berbagai domain karena kemampuannya untuk menangani data berurutan seperti peramalan seri waktu atau Time Series Forcasting, LSTM dapat memprediksi nilai -nilai di masa depan berdasarkan data historis, membuatnya ideal untuk aplikasi seperti prediksi harga saham, peramalan cuaca, dan peramalan konsumsi energi. Pemrosesan bahasa alami atau Natural Language Processing, mereka banyak digunakan dalam tugas – tugas seperti terjemahan mesin, ringkasan teks, dan analisis sentimen dengan menangkap ketergantungan antara kata -kata dalam kalimat. LSTM juga diimplementasikan pada pengenalan pembicaraan atau Speech Recognition, LSTM membantu menyalin bahasa lisan menjadi teks dengan pola belajar dalam sinyal audio.

Pada LSTM terdapat beberapa komponen penting sebagai berikut; Keadaan - 657 -egative cell state ©: keadaan sel bertindak sebagai memori jangka - 657 -egativ dari sel LSTM, yang memungkinkannya untuk membawa informasi yang relevan di seluruh - 657 -egativ waktu. Ini diperbarui secara selektif berdasarkan input dan keadaan sel sebelumnya, memungkinkan jaringan untuk mempertahankan dependensi jangka - 657 -egativ dalam data. Berikutnya gerbang input, gerbang input mengontrol berapa banyak informasi baru dari input saat ini harus ditambahkan ke keadaan sel. Ini memproses input saat ini dan keadaan tersembunyi sebelumnya melalui fungsi aktivasi sigmoid, menghasilkan nilai antara 0 dan 1 yang menunjukkan berapa banyak informasi untuk masuk ke keadaan sel. Gerbang ini dapat ditulis dalam bentuk model seperti pada persamaan (1) berikut;

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_t - 1, x_t] + bi) \quad (1)$$

Gerbang Lupakan atau forget gate merupakan gerbang yang menentukan informasi mana dari keadaan sel yang harus dibuang. Dibutuhkan keadaan tersembunyi sebelumnya dan input saat ini, menerapkan matriks bobot dan bias, dan melewati hasilnya melalui fungsi aktivasi sigmoid untuk menghasilkan output biner yang menunjukkan apakah akan menyimpan atau melupakan informasinya. Gerbang ini dapat ditulis dalam bentuk model seperti pada persamaan (2) berikut;

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_t - 1, x_t] + b_f) \quad (2)$$

Gerbang Output: Gerbang ini mengontrol informasi apa yang dikirim ke lapisan atau output berikutnya. Ini menggunakan keadaan sel yang diperbarui untuk menentukan output. Gerbang output memutuskan berapa banyak keadaan sel yang harus diekspos sebagai output. Ini menggabungkan input saat ini dan keadaan tersembunyi sebelumnya, memprosesnya melalui fungsi sigmoid, dan melipatgandakan output ini dengan tanh dari keadaan sel untuk menghasilkan output akhir dari sel LSTM. Gerbang ini dapat ditulis dalam bentuk model seperti pada persamaan (3) berikut;

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_t - 1, x_t] + b_o) \quad (3)$$

Bagian akhir merupakan komponen Kandidat status sel, komponen ini sering dianggap sebagai bagian dari gerbang input, komponen ini menghasilkan nilai kandidat baru yang dapat ditambahkan ke keadaan sel. Ini menerapkan fungsi aktivasi TANH untuk membuat nilai yang kemudian ditingkatkan oleh gerbang input sebelum ditambahkan ke keadaan sel yang ada [15]. Komponen – komponen ini bekerja - 658 -egativ dalam sel LSTM untuk memungkinkan retensi memori selektif dan pemrosesan informasi, membuat LSTM sangat efektif untuk tugas -tugas yang melibatkan data berurutan seperti peramalan deret waktu, pemrosesan - 658 -egati alami, dan banyak lagi. Fungsi aktivasi TANH memainkan peran penting dalam sel memori jangka pendek (LSTM), terutama dalam mengelola keadaan sel dan mengatur aliran informasi.

Peran kunci dari fungsi aktivasi TANH dalam sel LSTM antara lain, Mengatur Nilai Negara Sel: Fungsi TANH digunakan untuk membuat nilai kandidat untuk memperbarui keadaan sel. Ini mengubah input menjadi kisaran antara -1 dan 1, yang membantu mempertahankan nilai -nilai dalam kisaran yang dapat dikelola. Ini sangat penting karena mencegah keadaan sel menjadi terlalu besar atau kecil, memfasilitasi pembelajaran yang lebih baik selama pelatihan. Transformasi non-linear: Tanh memperkenalkan non-linearitas ke dalam model, memungkinkan LSTM untuk mempelajari pola kompleks dalam data berurutan. Dengan memberikan gradien yang mulus, ia membantu dalam backpropagation yang efisien melalui waktu (BPTT), yang sangat penting untuk melatih jaringan berulang. Menggabungkan dengan output sigmoid: Sehubungan dengan fungsi sigmoid yang digunakan dalam gerbang input dan output, TANH memungkinkan LSTM untuk mengontrol berapa banyak informasi yang ditambahkan atau dihapus dari keadaan sel.

Sementara nilai output sigmoid antara 0 dan 1 (bertindak sebagai gerbang), Tanh memungkinkan nilai positif dan - 658 -egative, memungkinkan meningkat dan berkurang dalam keadaan sel. Memfasilitasi pembaruan memori: Kombinasi fungsi tanh dan sigmoid memungkinkan LSTM untuk secara efektif mengelola memori dengan menentukan informasi apa yang harus disimpan atau dilupakan. Kemampuan fungsi TANH untuk mengeluarkan nilai - 658 -egative membantu dalam menyesuaikan keadaan sel ke bawah bila perlu, sedangkan gerbang sigmoid mengontrol berapa banyak penyesuaian ini terjadi. Singkatnya, fungsi aktivasi TANH merupakan bagian integral dari sel LSTM karena memastikan bahwa nilai-nilai keadaan sel tetap dalam kisaran yang wajar, memperkenalkan non-linearitas untuk pembelajaran yang efektif, dan bekerja di samping fungsi sigmoid untuk mengelola aliran informasi dalam jaringan.

Dalam penelitian ini akan menggunakan kelompok data time series, kumpulan data deret waktu memiliki karakteristik berbeda yang membedakannya dari jenis data lainnya. Karakteristik Utama Kumpulan Data Deret Waktu antara lain, Stempel Waktu: Setiap titik data dalam kumpulan data deret waktu dikaitkan dengan stempel waktu, yang menunjukkan kapan pengamatan direkam. Urutan kronologis ini penting untuk analisis karena memungkinkan pelacakan perubahan dari waktu ke waktu dan digunakan untuk mengindeks data. Struktur: Data deret waktu biasanya terstruktur, sering kali dengan tipe data yang telah ditentukan sebelumnya atau panjang yang tetap. Sifat terstruktur ini memudahkan pemrosesan dan analisis. Kemudian Sifat seperti Aliran: Data deret waktu dapat dilihat sebagai aliran informasi berkelanjutan yang dikumpulkan dari waktu ke waktu, sering kali dari berbagai sumber seperti sensor atau log. Data ini independen dan terus mengalir ke dalam basis data.

Fokus Tren: Menganalisis tren dari waktu ke waktu lebih penting daripada berfokus pada nilai individual pada stempel waktu tertentu. Analisis deret waktu sering kali bertujuan untuk mengidentifikasi pola atau tren yang bertahan meskipun terjadi fluktuasi pada data. Rasio Tulis atau Baca Tinggi: Data deret waktu dicirikan oleh frekuensi tulis (data yang direkam) yang tinggi dibandingkan dengan baca (data yang dianalisis). Ini berarti bahwa meskipun data terus diperbarui, data tersebut lebih jarang dibaca untuk tujuan analisis atau pelaporan. Kekekalan:Data deret waktu umumnya tidak dapat diubah, artinya setelah direkam, data tersebut tidak berubah. Entri baru ditambahkan ke kumpulan data yang ada daripada mengubah entri sebelumnya, memastikan catatan historis yang andal.

Jenis Data: Kumpulan data deret waktu dapat diklasifikasikan menjadi univariat (variabel tunggal yang diukur dari waktu ke waktu), multivariat (beberapa variabel terkait yang diukur dari waktu ke waktu), dan beberapa deret waktu (pengukuran beberapa entitas independen). Pola dan Komponen: Data deret

waktu sering kali menunjukkan pola seperti tren (pergerakan jangka panjang), musiman (fluktuasi reguler), dan residual (gangguan acak). Memahami komponen-komponen ini sangat penting untuk peramalan dan analisis yang efektif. Interval Reguler vs. Tidak Reguler: Data deret waktu dapat dikumpulkan pada interval reguler (misalnya, pembacaan suhu per jam) atau interval tidak teratur (misalnya, peristiwa yang dicatat saat terjadi). Perbedaan ini memengaruhi bagaimana data dapat dimodelkan dan dianalisis.

Ketergantungan Serial: Nilai-nilai dalam deret waktu sering kali bergantung secara statistik pada nilai-nilai sebelumnya, yang menunjukkan autokorelasi. Properti ini memungkinkan prediksi berdasarkan pengamatan historis, menjadikan analisis deret waktu berharga untuk meramalkan hasil di masa mendatang. Singkatnya, karakteristik unik dari kumpulan data deret waktu—seperti sifatnya yang terstruktur, fokus pada tren, rasio tulis/baca yang tinggi, dan ketergantungan serial—membuatnya penting untuk berbagai aplikasi termasuk peramalan, deteksi anomali, dan pemahaman dinamika temporal dalam bidang-bidang yang digerakkan oleh data.

Regresi Linier

Regresi linier adalah salah satu metode dalam statistika untuk memprediksi nilai suatu variabel dengan cara membuat hubungan matematis antara variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) [16]. Variabel dependen adalah variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel lain. Sedangkan variabel independen adalah variabel yang memengaruhi. Apabila nilai dari variabel independen sudah diketahui, maka kita bisa memperkirakan atau memprediksi nilai dari variabel dependen [17].

Regresi linier menjadi salah satu metode yang populer digunakan di industri praktisi dalam memprediksi karakteristik baik kualitas ataupun kuantitas dari produk [18]. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan regresi linier, perusahaan dapat memperkirakan jumlah kombinasi yang optimal untuk memproduksi sebuah produk, sehingga perusahaan dapat memaksimalkan profit dan juga dapat memperkirakan jumlah produksi dengan tepat [19].

Adapun rumus untuk Regresi Linier dengan metode kuadrat terkecil atau sederhana seperti pada persamaan (4)-(6) berikut:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (4)$$

$$b = \frac{\mathrm{n}(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (5)$$

$$y = \mathrm{a} + \mathrm{b.x} \quad (6)$$

Rumus di atas menjelaskan bahwa variabel y merupakan variabel dependen atau output yang diprediksi, variabel x merupakan variabel independe atau sebagai input (dapat berupa waktu), a merupakan konstanta, dan b merupakan koefisien regresi.

RMSE (*Root Mean Square Error*)

Ketepatan dari suatu hasil peramalan atau prediksi perlu dilakukan evaluasi, hal ini bertujuan guna mengetahui seberapa akurat atau seberapa besar kesalahan prediksi antara data aktual atau data yang sebenarnya dengan data yang diprediksi. Salah satu cara yang paling umum untuk menghitung tingkat kesalahan prediksi adalah dengan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE). *Root Mean Square Error* merupakan cara yang paling umum untuk menerapkan ukuran statistik yang memperlihatkan betapa dekat hasil prediksi model dengan kebenaran atau sesuai dengan data aktual [20]. Adapun rumus dari RMSE seperti pada persamaan (7) berikut.

$$RMSE = \sqrt{(MSE)} \quad (7)$$

Keterangan:

MSE adalah *Mean Squared Error*

√ adalah fungsi akar kuadrat

Metode ini adalah akar rata-rata dari selisih kuadrat antara nilai yang diprediksi oleh model dan dari nilai pengamatan yang sebenarnya. RMSE sering digunakan dalam pemodelan data numerik karena mampu memberikan nilai kesalahan dengan tepat, dapat berupa nilai kecenderungan atau tren kesalahan dan dapat menunjukkan sejarah variabilitas kesalahan yang terjadi. Jika nilai RMSE semakin kecil, maka tingkat akurasi model dalam melakukan prediksi semakin baik. Oleh karena itu, RMSE dengan nilai kecil menjadi salah satu pertimbangan untuk penentuan model peramalan yang akan digunakan [21].

MAE (*Mean Absolute Error*)

Mean Absolute Error (MAE) merupakan salah satu metrik evaluasi yang sering digunakan dalam bidang pembelajaran mesin, dengan tujuan yaitu untuk menilai seberapa akurat atau tepat hasil prediksi dari model yang digunakan terhadap data sebenarnya (aktual). MAE menghitung rata-rata dari nilai mutlak (*absolute*) selisih antara hasil prediksi dengan nilai sebenarnya, tanpa memperhitungkan arah kesalahan, baik itu bernilai positif maupun negatif [22]. Adapun rumus dari MAE seperti pada persamaan (8) berikut.

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |Y_i - F(X_i)| \quad (8)$$

Keterangan:

n : jumlah total observasi.

Y_i : nilai aktual (sebenarnya).

$F(X_i)$: nilai prediksi dari model untuk observasi ke-i.

$Y_i - F(X_i)$: selisih *absolute* antara nilai aktual dan nilai prediksi.

$\frac{1}{n}$: kebalikan dari jumlah total observasi yang merupakan rata-rata dari selisih *absolute*.

$\sum_{i=1}^{n} |Y_i - F(X_i)|$: menunjukkan operasi penjumlahan dari semua selisih *absolute*.

MAE mengukur rata-rata besarnya kesalahan prediksi dalam satuan yang sama dengan variabel yang diamati. Semakin kecil nilai MAE yang dihasilkan, maka semakin tinggi tingkat akurasi model dalam melakukan prediksi atau dapat dikatakan bahwa model tersebut dapat memprediksi dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dataset

Kelompok data yang digunakan pada penelitian itu berupa dataset numerik dari harga Emas (*Gold Prices*), yang bersumber dari Kaggle. Dataset tersebut berjumlah 1258 data numerik, dengan rentang waktu 5 tahun terakhir (2019 – 2024). Dataset yang digunakan terdiri dari beberapa atribut antara lain "Date", "Open", "High", "Low", "Close", "Dividends", "Stock Split", dan "Capital Gains" dari harga Emas. Kelompok data yang digunakan dapat diakses pada Alamat berikut ini https://www.kaggle.com/datasets/kusumakar/gold-prices-for-5-years-financial-predictions/data. Pada kelompok data yang digunakan dalam penelitian ini, harga emas yang digunakan dalam satuan US Dollar. Berikut adalah data harga emas dari tahun 2019 – 2024 yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Dataset Harga Emas (*Gold Prices*)

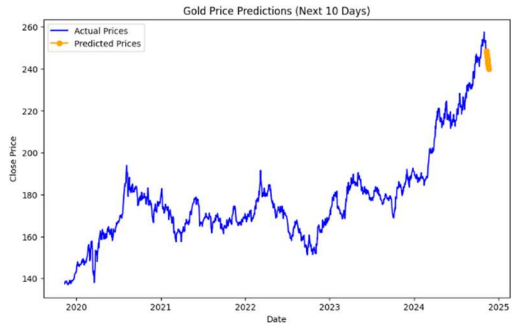
No.	Date	Open	High	Low	Close	Volume	Dividends	Stock Splits	Capital Gains

1	2019-11-11 00:00:00-05:00	Rp13.761.000.061.035.100	Rp1.377.899.932.861.320,00	Rp13.644.000.244.140.600,00	Rp13.705.999.755.859.300,00	7037300	0.0	0.0	0.0
2	2019-11-12 00:00:00-05:00	13.702.999.877.929.600	Rp13.758.999.633.789.000,00	Rp13.619.000.244.140.600,00	Rp13.742.999.267.578.100,00	6448600	0.0	0.0	0.0
3	2019-11-13 00:00:00-05:00	1.378.000.030.517.570	Rp13.822.000.122.070.300,00	Rp13.763.999.938.964.800,00	Rp13.797.999.572.753.900,00	8776000	0.0	0.0	0.0
4	2019-11-14 00:00:00-05:00	13.838.999.938.964.800	Rp13.894.000.244.140.600,00	Rp1.378.699.951.171.870,00	Rp13.855.999.755.859.300,00	5220500	0.0	0.0	0.0
…	……..	…….	……	……	……..	…….	……..	…….	……
1256	2024-11-05 00:00:00-05:00	25.377.999.877.929.600	25.399.000.549.316.400	25.241.000.366.210.900	25.339.999.389.648.400	6029900	0.0	0.0	0.0
1257	2024-11-06 00:00:00-05:00	24.563.999.938.964.800	24.735.000.610.351.500	2.449.499.969.482.420	2.456.999.969.482.420	14600200	0.0	0.0	0.0
1258	2024-11-07 00:00:00-05:00	2.482.899.932.861.320	25.024.000.549.316.400	2.481.199.951.171.870	24.964.999.389.648.400	8821400	0.0	0.0	0.0
1259	2024-11-08 00:00:00-05:00	24.907.000.732.421.800	24.935.000.610.351.500	24.777.999.877.929.600	2.479.600.067.138.670	6166900	0.0	0.0	0.0

Pengujian Model

Dalam penelitian ini tahapan ujicoba diawali dengan kegiatan inisialisasi hiperparameter LSTM yang akan diproses. Diawali dengan menetukan nilai learning rate yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah 0,01; 0,001; dan 0,0001; serta epoch dengan nilai 100, 500, dan 1000. Selanjutnya menghitung nilai rata-rata RMSE dari setiap kombinasi hiperparameter untuk setiap skenario dan mengambil hiperparameter terbaik. Menangani masalah *underfitting* dan *overfitting* yang sering ditemui dalam penggunaan LSTM dengan penghentian awal. Penghentian awal akan menghentikan proses lebih cepat ketika terjadi penurunan validasi dan mempertahankan kondisi optimal tanpa menjalankan seluruh epoch.

Regresi Linier

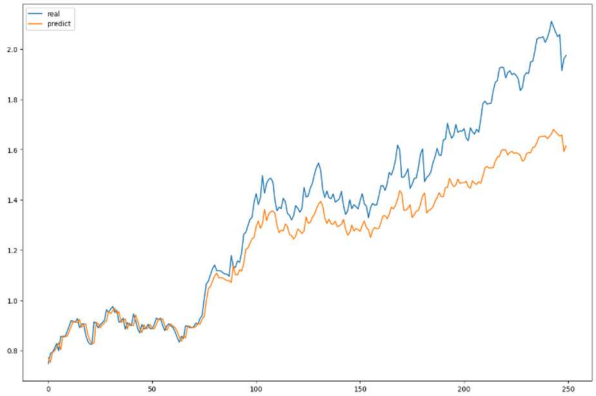


Gambar 3. Grafik Prediksi Harga Emas Regresi Linier

Sebagai pembanding dilakukan ujicoba menggunakan algoritma Regresi Linier dengan menentukan nilai Intercept 0.00390555, Training Loss 0.0002, dan Validation Loss 0.0001.

Gambar 3 merupakan grafik hasil dari pengujian prediksi harga emas menggunakan algoritma Regresi Linier. Pada grafik, garis biru menggambarkan data harga emas yang sebenarnya dari tahun 2020 hingga awal 2025, sedangkan titik oranye menunjukkan hasil prediksi untuk sepuluh hari ke depan. Model regresi linier ini mampu menghasilkan prediksi yang sejalan dengan pola tren dari data aktual, terutama di periode akhir grafik. Dengan demikian, prediksi ini memberikan estimasi harga emas jangka pendek yang sejalan dengan tren kenaikan harga yang terlihat dalam data historis.

Long Short-Term Memory (LSTM)



Gambar 4. Grafik Prediksi Harga Emas LSTM

Gambar 4 merupakan Grafik prediksi harga emas dengan model LSTM, grafik tersebut memperlihatkan perbandingan antara nilai aktual dan prediksi harga emas yang dihasilkan melalui model LSTM. Garis biru merepresentasikan harga emas yang sebenarnya, sedangkan garis oranye menunjukkan hasil prediksi. Pada tahap awal, prediksi yang dihasilkan model cukup akurat dan mampu mengikuti pola harga aktual dengan baik. Namun, seiring berjalannya waktu, terlihat adanya peningkatan deviasi, terutama pada periode di mana harga mengalami lonjakan yang lebih signifikan. Secara keseluruhan, model LSTM dapat mencapai tingkat akurasi sebesar 88% dalam memprediksi harga emas harian, menunjukkan kemampuan model ini dalam menangkap pola tren penting meskipun terdapat sedikit perbedaan pada beberapa titik.

Evaluasi Hasil Pengujian

Pengukuran kinerja model yang dihasilkan oleh pengklasifikasi dapat menggunakan beberapa jenis ukuran. Dalam analisis regresi linier, baik Mean Squared Error (MSE) maupun Root Mean Squared Error (RMSE) berfungsi sebagai ukuran untuk mengevaluasi kinerja model, khususnya terkait seberapa baik model memprediksi variabel dependen. Akan tetapi, RMSE sering kali lebih disukai daripada MSE karena beberapa alasan, terutama karena sifatnya yang mudah ditafsirkan. Istilah "Mean Squared Error" mengacu pada ukuran statistik yang digunakan untuk menilai perbedaan kuadrat rata-rata antara nilai prediksi dan nilai aktual. Ini adalah metrik umum untuk mengevaluasi keakuratan model dalam analisis regresi, yang menunjukkan seberapa dekat prediksi dengan hasil sebenarnya. Dengan mengkuadratkan kesalahan, ini menekankan perbedaan yang lebih besar, yang dapat berguna dalam mengidentifikasi ketidak-akuratan prakiraan yang signifikan.

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Model

MODEL	DATA	RMSE	MAE

Linear Regression	Training	1.64	1.19
	Testing	2.17	1.69
LSTM	Training	1.72	1.25
	Testing	9.61	7.06

Hasil prediksi model pengklasifikasi, seperti hasil yang ditunjukkan pada **Tabel 2** diatas. Analisis akurasi prediksi mengenai kenaikan dan penurunan harga emas harian menunjukkan bahwa model LSTM mencapai tingkat akurasi sebesar 88%. Hal ini menunjukkan bahwa model LSTM memiliki tingkat keberhasilan sedang dalam memprediksi dengan tepat perubahan arah harga emas. Model LSTM memiliki RMSE sebesar 1,72 pada kegiatan training dan 9.61 pada kegiatan testing. Nilai MAE model LSTM sebesar 1.25 saat kegiatan training dan 7.06 pada kegiatan testing. MAE merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan model peramalan. Nilai MAE yang kecil mengindikasikan kinerja model yang dihasilkan pengklasifikasi cukup baik.

Model Regresi linier memiliki RMSE 1.64 pada kegiatan training dan 2.17 pada kegiatan testing. RMSE adalah deviasi standar dari residual, yang merupakan jarak antara garis regresi dan titik data. Saat sebuah model memiliki nilai RSME yang kecil, hal tersebut mengindikasikan kinerja model yang baik. Nilai RMSE dari model yang dihasilkan pengklasifikasi regresi linier lebih kecil dibandingkan dengan model yang dihasilkan pengklasifikasi LSTM. Nilai MAE model Regresi linier sebesar 1.19 saat kegiatan training dan 1.69 pada kegiatan testing. Terlihat bahwa akurasi model Regresi Linier mencapai sedikit lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa model Regresi Linier memiliki tingkat keberhasilan yang sedikit lebih tinggi dalam memprediksi perubahan arah harga emas dengan tepat dibandingkan dengan model LSTM.

KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, penelitian yang dilakukan dalam studi ini menggunakan pengklasifikasi Regresi Linier dan model LSTM untuk peramalan atau memprediksi tren harga emas secara akurat. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, tingkat akurasi dari model LSTM sebesar 88%, sedangkan pada tingkat akurasi Regresi Linier jauh lebih tinggi yaitu sebesar 98%. Dari tingkat akurasi yang dihasilkan mengindikasikan bahwa, untuk memprediksi tren jangka panjang dari harga emas secara akurat, dapat menggunakan model LSTM. Kemampuannya untuk menangkap ketergantungan temporal dan pola rumit dapat menguntungkan untuk tujuan peramalan tersebut. Di sisi lain, ketika fokusnya adalah pada penilaian detail fluktuasi harga emas yang lebih halus, seperti memprediksi perubahan jangka pendek atau menganalisis pergerakan harga tertentu, model Regresi Linier mungkin lebih cocok.

Secara umum, penelitian ini memberikan wawasan berharga tentang kekuatan dan keterbatasan model LSTM dan Regresi Linier untuk peramalan harga emas. Hasil penelitian mengungkap beberapa keterbatasan yang terkait dengan kedua model. Salah satu keterbatasan yang menonjol adalah keterbatasannya dalam memprediksi harga dalam jangka waktu pendek. Untuk mengatasi ketidaksempurnaan ini, penelitian di masa mendatang harus memprioritaskan pengembangan model yang mengatasi kekurangan yang teridentifikasi. Hal ini dapat melibatkan peningkatan arsitektur dan proses pelatihan model LSTM untuk meningkatkan kinerjanya dalam menangkap pola temporal yang rumit dalam data harga emas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Dwi and S. B. Pengembangan, “Penerapan Algoritma Support Vector Machine untuk Prediksi Harga Emas,” 2015.

[2] B. Pengelola and K. Haji, *Investasi Emas BPKH*. 2022. [Online]. Available: www.bpkh.go.id

[3] C. Tanudy, T. Handhayani, and J. Hendryli, “Prediksi Harga Emas di Indonesia Menggunakan Gated Recurrent Unit,” *JURNAL FASILKOM*, 2023.

[4] M. Yurtsever, “Gold Price Forecasting Using LSTM , Bi-LSTM and GRU LSTM , Bi-LSTM ve GRU ile Altın Fiyatı Tahmini,” vol. 31, no. 31, pp. 341–347, 2021, doi: 10.31590/ejosat.959405.

[5] X. Zhang, L. Zhang, Q. Zhou, and X. Jin, “A Novel Bitcoin and Gold Prices Prediction Method Using an LSTM-P Neural Network Model,” *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/1643413.

[6] J. Lei and Q. Lin, “Analysis of gold and bitcoin price prediction based on LSTM model,” *Academic Journal of Computing & Information Science*, vol. 5, no. 6, pp. 95–100, 2022, doi: 10.25236/ajcis.2022.050614.

[7] V. Riandaru Prasetyo *et al.*, “SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi Prediksi Harga Emas Berdasarkan Data gold.org menggunakan Metode Long Short Term Memory Gold Price Prediction Based on Gold.org Data using the Long Short Term Memory Method,” 2022. [Online]. Available: http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id

[8] A. Aulia, B. Aprianti, Y. Supriyanto, and C. Rozikin, “Prediksi Harga Emas dengan Menggunakan Algoritma Support Vector Regression (Svr) dan Linear Regression (LR),” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Apr. 2022.

[9] S. Handayani, Taslim, and D. Toresa, “Convolutional Neural Network – Long Short Term Memory Untuk Prediksi Harga Emas Indonesia,” *Indonesian Journal of Computer Science*, 2022.

[10] L. Harianti Hasibuan, S. Musthofa, P. Studi Matematika, and U. Imam Bonjol Padang, “Journal of Science and Technology Penerapan Metode Regresi Linear Sederhana Untuk Prediksi Harga Beras di Kota Padang,” 2022.

[11] Y. Hakimah, “ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DANPREDIKSI PENAMBAHAN PEMBANGKIT LISTRIK DI SUMATERA SELATAN,” 2019.

[12] S. Hochreiter and J. Schmidhuber, “Long Short-Term Memory,” *Neural Computation*, 1997, doi: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.

[13] N. Kalchbrenner, I. Danihelka, and A. Graves, “Grid long short-term memory,” *4th International Conference on Learning Representations, ICLR 2016 - Conference Track Proceedings*, pp. 1–15, 2016.

[14] J. Lasenby, “T HE UNREASONABLE EFFECTIVENESS OF THE FORGET,” pp. 1–15, 2015.

[15] N. G. Timmons, “Approximating Activation Functions”.

[16] P. Juanta, S. Tamba Parsaoran, W. Purba, Y. Ferdinand Zai, and E. Ghozali, “PENERAPAN METODE REGRESI LINEAR MEMPREDIKSI TINGKAT PENJUALAN SEPEDA MOTOR HONDA PADA PT. PLATINA MULIA ABADI,” *Jurnal TEKINKOM*, vol. 6, no. 2, p. 2023, 2023, doi: 10.37600/tekinkom.v6i2.941.

[17] T. Indarwati, T. Irawati, and E. Rimawati, “PENGGUNAAN METODE LINEAR REGRESSION UNTUK PREDIKSI PENJUALAN SMARTPHONE,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, vol. 6, no. 2, Jan. 2019, doi: 10.30646/tikomsin.v6i2.369.

[18] G. N. Ayuni and D. Fitrianah, "Penerapan Metode Regresi Linear Untuk Prediksi Penjualan Properti pada PT XYZ," *Jurnal Telematika*, vol. 14, no. 2, 2019.

[19] Princessa Sissy, Maharani Aisadira, Dyta Khairani, Fadhila Syahda, and Nur Aini Rakhmawati, "Pengaruh Marketing Digital Shopee Affiliate pada Minat Beli Mahasiswa Sistem Informasi ITS," *Jurnal Manuhara : Pusat Penelitian Ilmu Manajemen dan Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 182–197, Nov. 2023, doi: 10.61132/manuhara.v2i1.447.

[20] M. Muharrom, "Analisis Penggunaan Orange Data Mining untuk Prediksi Harga USDT/BIDR Binance," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 4, no. 2, pp. 178–184, 2023, doi: 10.47065/bit.v3i1.

[21] E. Fitri, "ANALISA PERBANDINGAN MODEL PREDICTION DALAM PREDIKSI HARGA SAHAM PADA TIGA SEKTOR INDUSTRI DI INDONESIA`TESIS," 2020.

[22] I. Amansyah, J. Indra, E. Nurlaelasari, and A. R. Juwita, "Prediksi Penjualan Kendaraan Menggunakan Regresi Linear: Studi Kasus pada Industri Otomotif di Indonesia," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, pp. 1199–1216, 2024.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7603

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Karyawan Tetap Menggunakan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

Ruli Utami[1], Mochammad Fakhrul Maulana[2], Suryo Atmojo[3], Bima Afridika Wiradana[4]

Jurusan Sistem Informasi, FTETI, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Putra[3]
e-mail: ruli.utami03@gmail.com

ABSTRACT

Radio Station X is one of the companies that uses a contract system at the beginning of employee recruitment, so further process will be needed to determine employees who that eligible to be appointed as permanent employees. The process of appointing permanent employees currently running at Radio Station X still uses a manual method by assessing the performance of each employee, so it's system needed that can be used to help the authorities to facilitate decision making in determining the appointment of permanent employees. Based on the results of data analysis and calculations using the AHP method carried out by researchers on the decision support system for appointing permanent employees at Radio Station X using five criteria as assessment support, namely Education, Expertise, Attendance, Interview Results, and Loyalty, the percentages that are stated to be consistent are with the percentage of Education Criteria of 18.754% (0.18754); Expertise Criteria of 8.635% (0.08635); Attendance Criteria of 26.261% (0.26261; Interview Criteria of 27.595% (0.27595); and Loyalty Criteria of 18.755% (0.18755). Meanwhile, the results of further analysis of 7 samples of contract employees who were used as alternatives, obtained that the highest number of candidates for being selected as alternatives as permanent employees was A7 with a score of 0.23505; A4 was ranked second with a score of 0.17040; and A6 was ranked third with a score of 0.13777.

Keywords: *Decision Support System; Analytical Hierarchy Process; Permanent Employee Recruitment; Radio Station*

ABSTRAK

Stasiun Radio X merupakan salah satu perusahaan yang menggunakan sistem kontrak diawal rekruitmen karyawannya, sehingga akan diperlukan proses lanjutan dalam menetapkan karyawan yang memenuhi kelayakan untuk diangkat menjadi karyawan tetap. Proses pengangkatan karyawan tetap yang berjalan saat ini di Stasiun Radio X masih menggunakan cara manual dengan melihat dan menilai kinerja masing-masing karyawan, sehingga dibutuhkan satu sistem yang dapat digunakan untuk membantu pihak berwenang untuk mempermudah pengambilan keputusan penentuan pengangkatan karyawan tetap. Berdasarkan hasil analisa data dan perhitungan menggunakan metode AHP yang dilakukan peneliti pada sistem pendukung keputusan pengangkatan karyawan tetap pada Stasiun Radio X dengan menggunakan lima kriteria sebagai pendukung penilaian yakni Pendidikan, Keahlian, Kehadiran, Hasil Interview, dan Loyalitas diperoleh prosentase yang dinyatakan konsisten adalah dengan prosentase Kriteria Pendidikan sebesar 18,754% (0,18754); Kriteria Keahlian sebesar 8,635% (0,08635); Kriteria Kehadiran sebesar 26,261% (0,26261; Kriteria Interview sebesar 27,595% (0,27595); dan Kriteria Loyalitas sebesar 18,755% (0,18755). Sedangkan hasil analisis lanjutan terhadap 7 sampel karyawan kontrak yang dijadikan alternatif, diperoleh bahwa angka tertinggi kandidat atas terpilihnya alternatif sebagai karyawan tetap adalah A7 dengan skor 0,23505; A4 menempati peringkat kedua dengan skor 0,17040; dan A6 menempati peringkat ketiga dengan skor 0,13777.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan; Analytical Hierarchy Process; Pengangkatan Karyawan Tetap; Stasiun Radio

PENDAHULUAN

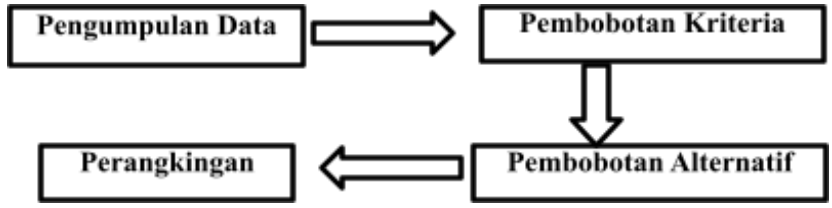
Perjanjian kerja untuk waktu tertentu atau sering disebut sebagai PKWT merupakan perjanjian yang disepakati oleh pengusaha dan pekerja (karyawan) pada penentuan hubungan kerja dalam kurun waktu tertentu, Sistem pengangkatan pegawai kontrak menjadi pegawai tetap sebenarnya telah diatur oleh pemerintah dalam PP (Peraturan Pemerintah) no. 35 tahun 2021 yang menyebutkan bahwa masa kontrak maksimal pada status PKWT adalah lima tahun. Sedangkan untuk pengangkatan PKWT (karyawan tetap kontrak) menjadi karyawan tetap telah diatur dalam undang-undang no. 13 tahun 2003 yang menyebutkan bahwa korporat dapat melakukan ujicoba kerja maksimal tiga bulan percobaan sebelum pengangkatan menjadi karyawan tetap. Untuk itu Stasiun Radio X dalam pengelolaan sumberdaya manusia juga akan menggunakan PP dan undang-undang tersebut diatas sebagai dasar pengangkatan karyawan yang masih berstatus kontrak [1] - [2].

Stasiun Radio X merupakan salah satu perusahaan yang menggunakan sistem kontrak diawal rekruitmen karyawannya, sehingga akan diperlukan proses lanjutan dalam menetapkan karyawan yang memenuhi kelayakan untuk diangkat menjadi karyawan tetap. Proses pengangkatan karyawan tetap yang berjalan saat ini di Stasiun Radio X masih menggunakan cara manual dengan melihat dan menilai kinerja masing-masing karyawan tersebut dengan kriteria pendidikan, keahlian, kehadiran, hasil interview, dan juga loyalitas; hal ini tentunya dapat memunculkan kemungkinan pada terjadinya kesalahan ataupun transparansi pada penilaian. Oleh karena itu akan sangat membantu jika sistem penilaian tersebut dapat dibuat secara sistematis dengan menggunakan sistem pendukung keputusan, dalam hal ini penilaian akan dilakukan dengan implementasi metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) yang mepertimbangkan hubungan korelasi antar sub kriteria serta kriteria dalam sebuah hirarki [3][4][5].

METODE

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh secara langsung dari sumber penelitian, gambar 1 berikut menunjukkan metodologi penelitian yang dilakukan dalam memperoleh hasil rekomendasi pengangkatan karyawan tetap yang dimulai dari pengumpulan

data alternatif dan juga nilai sub kriteria. Selanjutnya peneliti akan menghitung nilai bobot masing-masing kriteria, yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung pembobotan pada alternatif untuk menda[atkan hasil akhir berupa perangkingan dari masing-masing alternatif.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

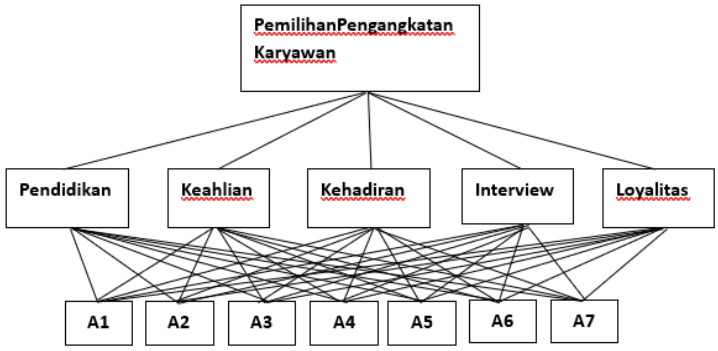
Sebelum masuk ke perhitungan, terlebih dahulu dibuat struktur hirarki relasi antar kriteria dan alternatif. Dalam tahap implementasinya, metode AHP menyediakan skala perbandingan kepentingan dengan jangka nilai 1 hingga 9. Perbandingan ini dilakukan saat melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan, yang dalam penelitian ini dilakukan pada kriteria maupun pada alternatif yang tersedia dengan membagi nilai perbandingan kriteria 1 dengan yang lainnya [6][7].

Langkah berikutnya yaitu dengan menghitung nilai prioritas kriteria melalui pembobotan dengan menjumlahkan nilai matriks perbandingan berpasangan dibagi dengan banyaknya kriteria. Adapun langkah terkahir adalah memastikan konsistensi index dan konsistensi rasionya [8][9][10].
Rumus (1)-(4) ini digunakan untuk menghitung nilai maksimum Eigen adalah sebagai berikut :

$$\lambda = Bobot\ Kriteria_i * Total\ Matriks\ Perbandingan\ Berpasangan_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\lambda_{max} = \lambda_i + \lambda_i + \lambda_n \quad \ldots\ldots\ldots\

alternatif seperti pada gambar 2 berikut. Terdapat lima kriteria yang digunakan dalam memutuskan pemilihan karyawan tersebut yaitu Pendidikan, Keahlian yang dimiliki, Prosentase Kehadiran, Hasil Interview, dan Tingkat Loyalitas karyawan yang akan diuji.



Gambar 2. Struktur Hierarki Pengangkatan Karyawan Tetap

Sesuai struktur hierarki diatas, terdapat lima kriteria yang digunakan seperti pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Kriteria

No	Kriteria
1	Pendidikan
2	Keahlian
3	Kehadiran
4	Interview
5	Loyalitas

Dengan mengacu pada kriteria yang telah ditetapkan oleh tim HRD Stasiun Radio X, kemudian dibuat matriks perbandingan berpasangan untuk krieria yang digunakan seperti pada tabel 2 berikut. Adapun contoh perhitungan matrik berpasangan kiriteria adalah kriteria Pendidikan terhadap kriteria Keahlian ($C_{1,2}$) dan kriteria Pendidikan terhadap Kriteria Kehadiran ($C_{1,3}$) berikut (kolom berwarna hijau):

$$C_{1,2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{0{,}67} = 1{,}49 \qquad C_{1,3} = \frac{C_1}{C_3} = \frac{1}{1{,}33} = 0{,}75$$

Tabel 2. Matriks perbandingan Berpasangan Kriteria

Kriteria/Kriteria	Pendidikan	Keahlian	Kehadiran	Interview	Loyalitas
Pendidikan	1	1,49	0,75	1,00	1,00
Keahlian	0,67	1	0,20	0,20	0,67
Kehadiran	1,33	5	1	1,00	1,00
Interview	1,33	5	1	1	1,33
Loyalitas	1	1,5	1,00	0,75	1
Total	**5,33**	**13,99**	**3,95**	**3,95**	**5,00**

Langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah membuat matriks normalisasi seperti pada tabel 3 berikut, sehingga kita dapat menghitung nilai bobot kriteria (dengan menjumlahkan kolom ke kanan) dan juga nilai *eigen* dengan contoh perhitungan menggunakan rumus nomor 1.

$$\lambda_1 = Bobot\ Kriteria_1 * Total\ Matriks\ Perbandingan\ Berpasangan_1$$

$$\lambda_1 = 0,19 * 0,94 = 1,00$$

$$\lambda_2 = 0,09 * 0,43 = 1,21$$

Jika nilai bobot kriteria dan nilai *eigen* kriteria telah diperoleh, kemudian langkah selanjutnya adalah menghitung total nilai *eigen* (λ_{max}) dengan menggunakan rumus nomor 2.

$$\lambda_{max} = \lambda_i + \lambda_i + \lambda_n$$

$$\lambda_{max} = 1,00 + 1,21 + 1,04 + 1,09 + 0,74$$

$$\lambda_{max} = 5,08$$

Tabel 3. Normalisasi Matriks perbandingan Berpasangan Kriteria

	C1	C2	C3	C4	C5	jumlah	Bobot	eigen value
Pendidikan	0,19	0,11	0,19	0,25	0,20	0,94	0,18754	1,00
Keahlian	0,13	0,07	0,05	0,05	0,13	0,43	0,08635	1,21
Kehadiran	0,25	0,36	0,25	0,25	0,20	1,31	0,26261	1,04
Interview	0,25	0,36	0,25	0,25	0,27	1,38	0,27595	1,09
Loyalitas	0,19	0,11	0,25	0,19	0,20	0,94	0,18755	0,74
Total	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**5,00**	**1,00**	**5,08**

Setelah nilai λ_{max} diketahui, maka langkah selanjutnya yang dapat kita lakukan adalah menghitung nilai *Consistency Index* (CI) dengan menggunakan rumus nomor 3 berikut dan penetapan nilai IR yang diperoleh dari tabel random sesuai banyaknya kriteria yang digunakan. Untuk jumlah kriteria lima, maka nilai IR yang digunakan adalah 1,12.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

$$CI = \frac{5,08-5}{5-1} = 0,0191$$

Langkah terakhir dalam metode AHP adalah penentuan nilai CR dengan ketentuan kurang dari 0,1 adalah seperti contoh berikut dengan menggunakan rumus nomor 4.

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad CR = \frac{0,0191}{1,12} = 0,0171$$ **(konsisten)**

Karena kriteria sudah konsisten yang artinya pembobotannya sudah dapat digunakan dalam pengambilan kepitusan, maka Langkah selanjutnya adalah menghitung prioritas pengangkatan karyawan tetap dengan mempertimbangkan nilai sub kriteria masing-masing alternatif karyawan. Dari lima kriteria yang digunakan dalam pengambilan Keputusan kemudian akan diturunkan dalam sub kriteria yang memiliki nilai masing-masing seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Sub Kriteria

Nilai Sub Kriteria Pendidikan			
Kode	**Kriteria**	**Pendidikan**	**Nilai**
C1	Jenjang Pendidikan	< SMA	1
		Diploma	2
		S1	3
Nilai Sub Kriteria Sertifikat			
Kode	**Kriteria**	**Keterangan**	**Nilai**
C2	Keahlian	1 Sertifikat Keahlian	1
		2 Sertifikat Keahlian	2
		3 Sertifikat Keahlian	3
		4 Sertifikat Keahlian	4
		>5 Sertifikat Keahlian	5
Nilai Sub Kriteria Kehadiran			
Kode	**Kriteria**	**Presentase**	**Nilai**
C3	Kehadiran	<50%	1
		50-60%	2
		61-70%	3
		71-80%	4
		>80%	5
Nilai Sub Kriteria Interview			
Kode	**Kriteria**	**Prosentase**	**Nilai**
C4	Interview	< 40%	1
		41 – 50%	2
		51 – 60%	3
		61 – 70%	4
		>70%	5
Nilai Sub Kriteria Loyalitas			
Kode	**Kriteria**	**Penyelesaian Tugas**	**Nilai**
C5	Loyalitas	1-5 Tugas	1
		6-10 Tugas	2
		11-20 Tugas	3
		21-30 Tugas	4
		> 30 Tugas	5

Tabel 5 berikut menyajikan data alternatif yang kemudian akan dianalisis satu persatu untuk menemukan rekomendasi calon karyawan tetap terbaik menggunakan metode AHP seperti yang dilakukan pada perhitungan penetapan konsistensi lima kriteria di atas.

Tabel 5. Tabel Alternatif dan Sub Kriteria

Alternatif	**Kriteria**				
	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**
A1	S1	4 Sertifikat	65%	90%	20 Tugas

A2	Diploma	3 Sertifikat	68%	80%	15 Tugas
A3	Diploma	4 Sertifikat	60%	60%	10 Tugas
A4	Diploma	5 Sertifikat	80%	40%	5 Tugas
A5	Diploma	5 Sertifikat	95%	50%	30 Tugas
A6	Diploma	2 Sertifikat	70%	90%	20 Tugas
A7	S1	3 Sertifikat	55%	70%	8 Tugas

Dari hasil analisis yang telah dilakukan oleh peneliti pada data di atas, dapat diperoleh matriks perbandingan kriteria dan alternatif seperti pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Tabel Matriks Perbandingan Alternatif dan Kriteria

Alternatif	Pendidikan	Keahlian	Kehadiran	Interview	Loyalitas
A1	0,04039	0,11582	0,13094	0,10947	0,07973
A2	0,06120	0,16380	0,12974	0,11029	0,09737
A3	0,07207	0,11560	0,13859	0,15490	0,12715
A4	0,10085	0,09126	0,11412	0,23138	0,26549
A5	0,13435	0,09939	0,11462	0,17390	0,06888
A6	0,15977	0,24836	0,15360	0,09665	0,10317
A7	0,43137	0,16578	0,21839	0,12341	0,25821
Bobot	**0,18754**	**0,08635**	**0,26261**	**0,27595**	**0,18755**

Dimana baris bobot yang berwarna kuning ada tabel diatas diperoleh dari bobot kriteria pada tabel 3. Adapaun nilai dari matriks kolom A_1. Langkah terakhir dari penentuan pengangkatan karyawan tetap adalah dengan melakukan normalisasi pada tabel 6 yang menghasilkan matriks seperti pada tabel 7 berikut. Tabel 7 diperoleh dengan melakukan dari perkalian **bobot alternatif 1** yang dikodekan dengan A1 (hasil normalisasi matriks perbandingan masing-masing alternatif pada kriteria Pendidikan) dan **bobot kriteria** (yang diperoleh dari bobot normalisasi matriks perbandingan kriteria pada tabel 3).

Tabel 7. Tabel Hasil Perangkingan Alternatif

	Pendidikan	Keahlian	Kehadiran	Interview	Loyalitas	Skor	Ranking
A1	0,00758	0,01000	0,03439	0,03021	0,01495	0,09712	7
A2	0,01148	0,01414	0,03407	0,03044	0,01826	0,10839	6
A3	0,01352	0,00998	0,03640	0,04274	0,02385	0,12648	4
A4	0,01891	0,00788	0,02997	0,06385	0,04979	**0,17040**	**2**
A5	0,02520	0,00858	0,03010	0,04799	0,01292	0,12478	5
A6	0,02996	0,02145	0,04034	0,02667	0,01935	**0,13777**	**3**
A7	0,08090	0,01431	0,05735	0,03405	0,04843	**0,23505**	**1**

Sedangkan nilai skor yang menentukan Alternatif akan terpilih atau tidak pada penentuan pengangkatan karyawan tetap di peroleh dengan menjumlahkan seluruh nilai masing-masing kriteria pada Alternatif yang sama. Adapun penentuan perangkingan adalah dengan melihat nilai skor tertinggi hingga paling rendah, dimana skor yang paling tinggi akan memperoleh peringkat pertama.

Hasil perhitungan pada studi kasus yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat dipastikan bahwa yang menjadi peringkat pertama dalam pengangkatan karyawan tetap adalah Alternatif ke 7 (A7) dengan skor 0,23505. Sedangkan untuk peringkat kedua ditempati oleh Alternatif ke 4 (A4) dengan skor 0,17040, dan peringkat ketiga diperoleh oleh Laternatif ke 6 (A6) dengan skor 0,13777. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alternatif yang akan di angkat menjadi keryawan tetap adalah A7, A4, dan A6 dengan nama alternatif Witra Dila, Indra Gusrafi, dan Farin Reggie.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan perhitungan menggunakan metode AHP yang dilakukan peneliti pada sistem pendukung keputusan pengangkatan karyawan tetap pada Stasiun Radio X dengan menggunakan lima kriteria sebagai pendukung penilaian yakni Pendidikan, Keahlian, Kehadiran, Hasil Interview, dan Loyalitas diperoleh prosentase yang dinyatakan konsisten adalah dengan prosentase Kriteria Pendidikan sebesar 18,754% (0,18754); Kriteria Keahlian sebesar 8,635% (0,08635); Kriteria Kehadiran sebesar 26,261% (0,26261; Kriteria Interview sebesar 27,595% (0,27595); dan Kriteria Loyalitas sebesar 18,755% (0,18755). Sedangkan hasil analisis lanjutan terhadap 7 sampel karyawan kontrak yang dijadikan alternatif, diperoleh bahwa angka tertinggi kandidat atas terpilihnya alternatif sebagai karyawan tetap adalah A7 dengan skor 0,23505; A4 menempati peringkat kedua dengan skor 0,17040; dan A6 menempati peringkat ketiga dengan skor 0,13777.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Susanti, M., & Jefi, J. (2018). Prediksi Pengangkatan Karyawan Kontrak Menjadi Karyawan Tetap Menggunakan Decisian Tree Pada PT. Baskara Cipta Pratama. Jurnal Bianglala Informatika, 6(1), 73-79.

[2] Umami, R., & Ricoida, D. I. (2024). Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Karyawan Tetap Menggunakan Pendekatan Metode SMART. Simpatik: Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika, 4(2), 98 - 106.

[3] Widyowati, W. A., & Utami, R. (2021). Aplikasi rekomendasi Pemilihan Undangan Pernikahan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK) I, 283-290.

[4] Yustiar, M. H., Daniati, E., & Andriyanto, T. (2020). Pemilihan Ruko Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Seminar Nasional Inovasi teknologi, 39-44.

[5] Aulia, S., Al-Fa'th, N. R., Nugraha, D., Ilham, M. F. N., & Arbansyah, A. (2024). Penerapan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam Penentuan Nilai Akhir Mahasiswa. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Pendidikan*, *4*(2), 109–118.

[6] Handrianto, Y., & Wahyu Styani, E. (2024). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Untuk Pemilihan Metode Pembelajaran. JSI: Jurnal Sistem Informasi (E-Journal), 12(1).
[7] Atmojo, S., Dewi, S., Widhiyanta, N., & Utami, R. (2021). Sistem Informasi Rekomendasi Pemilihan Sekolah Dasar Dengan Metode Ahp Studi Kasus Surabaya Barat. Jurnal Ilmiah EDUTIC, 7(2), 85-93.
[8] Ahmad, F., Syauqi B. N., Kurniawan, D., & Pamungkas, T. A., (2025). Analisis Pemilihan Supplier Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) pada Industri Ritel Sepat, *JTMIT*, 4(1), 45–51.
[9] Faradisa, N. Z. (2025). Implementasi Metode Analytical Hierarchy Process Pada Pemilihan Wisata Pantai Terfavorit Di Yogyakarta. *Jurnal Manajemen Dan Ekonomi Bisnis*, *2*(1), 57–67.
[10] Irawan, D., & Lestari, M. L., (2025). Pemilihan Lokasi Strategis Untuk Pembangunan Sekolah Menengah Atas Di Kabupaten Karanganyar Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process. *Jurnal Manajemen Informatika Dan Sistem Informasi*, *8*(1), 139–141.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7676

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Perbandingan Algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW) untuk Kompresi Data Teks

Azhar Adi Dirgantara Setiawan, Citra Nurina Prabiantissa*

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail:citranurina@itats.ac.id

ABSTRACT

In today's digital era, the volume of data generated and stored is increasing, so that efficiency in data management and delivery is very crucial. Optimal data management not only supports personal needs, but also supports activities in various sectors, from business to research. Therefore, a method is needed that can reduce the size of data without sacrificing important information contained therein. The data compression process is becoming increasingly important in the management and storage of digital information, especially in optimizing the use of storage space and accelerating data delivery. This study aims to compare the efficiency of the Shannon-Fano and Lempel Ziv Welch (LZW) algorithms in compressing text data. Both algorithms are analyzed based on parameters such as Compression Ratio (CR) and Redundancy (RD) to evaluate the effectiveness of the resulting compression. The implementation of the algorithm is carried out through encoding and decompressing text data, taking into account the frequency distribution of characters in the data. From the results of the tests carried out, the LZW algorithm proved to be superior to Shannon-Fano in compressing TXT files. LZW consistently produces compression ratios of 81 - 95% and lower RDs between 81 – 95%, especially for texts with complex repeating patterns..

Keywords*: Data Compression, Shannon-Fano, LZW, Compression Ratio, Algorithm Efficiency*

ABSTRAK

Di era digital saat ini, volume data yang dihasilkan dan disimpan semakin meningkat, sehingga efisiensi dalam pengelolaan dan pengiriman data menjadi hal yang sangat krusial. Pengelolaan data yang optimal tidak hanya mendukung kebutuhan pribadi, tetapi juga menunjang aktivitas di berbagai sektor, mulai dari bisnis hingga penelitian. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengurangi ukuran data tanpa mengorbankan informasi penting yang terkandung di dalamnya.Proses kompresi data menjadi semakin penting dalam pengelolaan dan penyimpanan informasi digital, terutama dalam mengoptimalkan penggunaan ruang penyimpanan dan mempercepat pengiriman data. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW) dalam mengompresi data teks. Kedua algoritma ini dianalisis berdasarkan parameter seperti Compression Ratio (CR) dan Redundancy (RD) untuk mengevaluasi efektivitas kompresi yang dihasilkan. Implementasi algoritma dilakukan melalui pengkodean dan dekompresi data teks, dengan memperhatikan distribusi frekuensi karakter dalam data. Dari hasil pengujian yang dilakukan Algoritma LZW terbukti lebih unggul dibandingkan Shannon-Fano dalam mengompresi file TXT. LZW secara konsisten menghasilkan compression ration sebanyak 81 - 95% dan RD yang lebih rendah antara 81 – 95%, terutama untuk teks dengan pola berulang yang kompleks.
Kata Kunci: Kompresi Data, Shannon-Fano, LZW, Rasio Kompresi, Efisiensi Algoritma

PENDAHULUAN

Di era digital saat ini, volume data yang dihasilkan dan disimpan semakin meningkat, sehingga efisiensi dalam pengelolaan dan pengiriman data menjadi hal yang sangat krusial [1]. Pengelolaan data yang optimal tidak hanya mendukung kebutuhan pribadi, tetapi juga menunjang aktivitas di berbagai sektor, mulai dari bisnis hingga penelitian. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengurangi ukuran data tanpa mengorbankan informasi penting yang terkandung di dalamnya.

Teknik kompresi data telah muncul sebagai solusi efektif untuk mengatasi permasalahan keterbatasan kapasitas media penyimpanan dan kecepatan transfer data. Proses kompresi memungkinkan data diubah menjadi bentuk yang lebih ringkas, sehingga mengurangi ruang penyimpanan yang diperlukan dan mempercepat proses transmisi [2]. Dua algoritma kompresi yang cukup populer dan telah banyak diteliti adalah algoritma Shannon-Fano dan Lempel Ziv Welch (LZW).

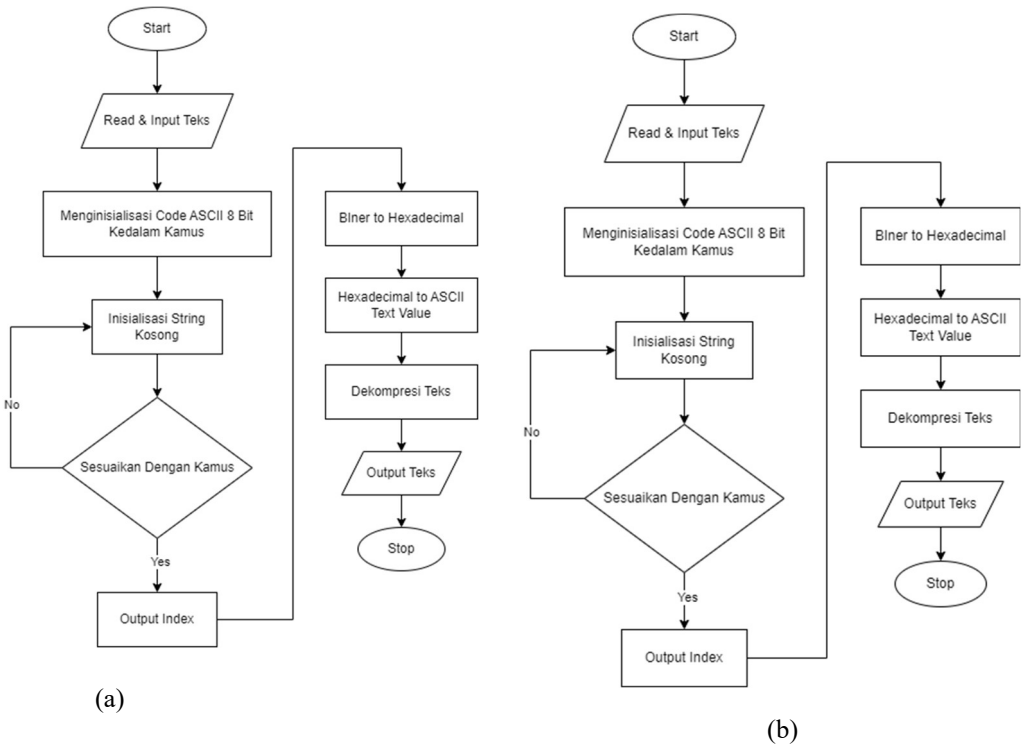
Algoritma Shannon-Fano bekerja dengan prinsip pengkodean variabel, di mana karakter-karakter yang sering muncul diberikan kode yang lebih pendek dibandingkan dengan karakter yang jarang muncul. Pendekatan ini memungkinkan efisiensi pengkodean pada data dengan distribusi frekuensi yang tidak merata [1]. Sementara itu, algoritma LZW memanfaatkan struktur kamus untuk menggantikan segmen data yang berulang dengan indeks yang lebih ringkas, sehingga menghasilkan proses kompresi yang adaptif dan cepat [2]. Perbandingan antara kedua algoritma ini menunjukkan bahwa keunggulan masing-masing sangat bergantung pada karakteristik data yang akan dikompresi [3], [4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kompresi data teks dengan mengimplementasikan algoritma Shannon-Fano dan LZW. Analisis akan difokuskan pada pengukuran parameter kinerja seperti Compression Ratio (CR) dan Redundancy (Rd) untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kelebihan dan keterbatasan masing-masing algoritma. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemilihan metode kompresi yang paling sesuai untuk berbagai aplikasi pengolahan data di era digital [3].

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi kompresi yang dihasilkan oleh kedua algoritma tersebut ketika diterapkan pada data teks yang sama [5]. Fokus utamanya adalah untuk menentukan algoritma mana yang lebih efektif dalam mengurangi ukuran file. Pada tahap

awal, kedua algoritma diuji untuk mengompresi data teks secara terpisah, dan hasil kompresi dibandingkan untuk menilai keefektifannya . Selanjutnya, dilakukan evaluasi terhadap kemampuan kedua algoritma dalam mendekompresi data yang telah terkompresi untuk melihat keefektifan kompresi dan dekompresinya [6]. Gambar 1 berikut ini merupakan flowchart perbandingan algoritma shannon – fano dan LZW:



Gambar 1. (a) Flowchart Algoritma Shannon Fano, (b) Flowchart Algoritma LZW

Pengujian algoritma Shannon-Fano dan LZW akan dievaluasi berdasarkan *Ratio Compression* (RC), *Compression Ratio* (CR), dan *Redundancy Compression* (RD) untuk menentukan efisiensi kompresi data teks, dengan masing-masing algoritma memiliki metode dan karakteristik performa yang unik.

Tahap awal kompresi data teks melibatkan konversi setiap karakter menjadi kode biner 8-bit menggunakan *encoding ASCII*, menghasilkan urutan bit unik seperti "D" yang direpresentasikan sebagai "1000100", yang kemudian digunakan oleh algoritma kompresi seperti Shannon-Fano [7]. Tabel 1 berikut ini merupakan penerapan konversi karakter ke binary code:

Tabel 1. Konversi karakter ke Binary Code

Huruf	Kode Binary	Ukuran (Bit)
D	1000100	8 bit
I	1001001	8 bit
R	1010010	8 bit
G	1000111	8 bit
A	1000001	8 bit
N	1001110	8 bit

T	1010100	8 bit
A	1000001	8 bit
R	1010010	8 bit
A	1000001	8 bit

Kompresi Shannon-Fano

Pada algoritma Shannon – Fano, kode biner setiap karakter ditentukan oleh susunan simpul daun dalam pohon *Huffman*. Untuk menghitung total jumlah bit yang dibutuhkan, jumlah bit untuk setiap karakter dikalikan dengan frekuensi kemunculannya [8]. Misalnya, karakter A dengan kode 2 bit (00) dan frekuensi 3 akan membutuhkan 6 bit (2 x 3). Perhitungan jumlah bit menggunakan Shannon - Fano dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2. Penghitungan Jumlah Bit menggunakan Shannon Fano

Huruf	Frekuensi Huruf	Kode	Jumlah Bit
D	1	1000	4*1=4
I	1	101	3*1=3
R	2	01	2*2=4
G	1	1001	4*1=4
A	3	00	2*3-6
N	1	110	3*1=3
T	1	111	3*1=3
Total	**10**		**27**

Kompresi Lempel Ziv Welch

Algoritma Kompresi LZW merupakan teknik yang sangat efisien untuk mengurangi jumlah data dengan memanfaatkan pola yang sering muncul dalam data teks [9]. Setelah prosedur kompresi selesai, hasilnya adalah serangkaian kode yang mewakili teks yang telah dikompresi. Tabel 3 menujukkan perubahan huruf menjadi kode biner menggunakan kompresi algoritma LZW:

Tabel 3. Kompresi LZW

Huruf	Frekuensi Huruf	Kode
T	84	01010100
H	72	01001000
I	73	01001001
S	83	01010011
IS	258	100000010
TH	256	100000000
E	69	01000101
Total		**58 bit**

Hasil kompresi menggunakan algoritma *LZW* menunjukkan bahwa setiap karakter dan kombinasi karakter diberikan kode unik, seperti "T" dengan kode 84 (biner 01010100) dan "H" dengan kode 72 (biner 01001000). Kombinasi "IS" diberi kode 258 (biner 100000010), menggunakan kode 9-bit yang lebih panjang dibandingkan karakter tunggal. Sebelum kompresi, teks memerlukan 72 bit, sementara setelah kompresi, jumlah bit berkurang menjadi 58 bit.

Compression Ratio (CR)

Compression Ratio merupakan persentase perbandingan antara ukuran data setelah dikompresi dengan ukuran data sebelum dikompresi[10]. Persamaan 1 berikut ini merupakan perhitungan menggunakan compression ratio:

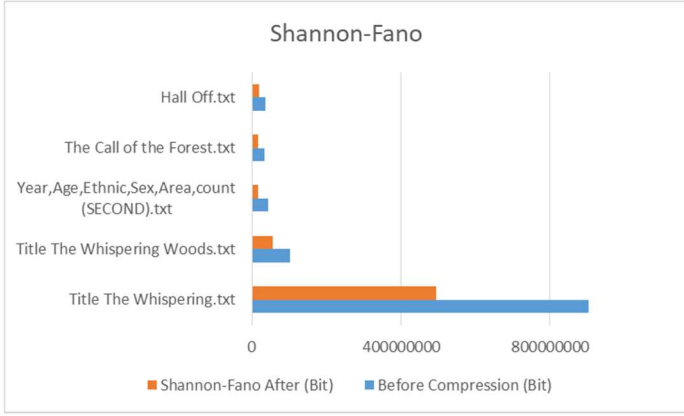
$$Compression\ Ratio = \frac{Jumla\quad bit\ yang\ sudah\ di\ kompresi}{Jumlah\ bit\ sebelum\ dikompresi}\ x\ 100\% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

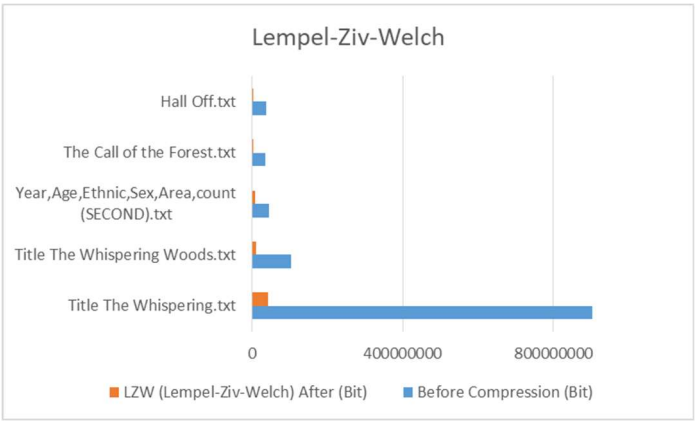
Hasil pengujian kompresi pada file TXT membandingkan algoritma Shannon-Fano dan Lempel-Ziv-Welch (LZW) berdasarkan ukuran file sebelum dan sesudah kompresi. Efektivitas algoritma dinilai menggunakan Compression Ratio (CR), yang membandingkan ukuran file asli dengan file setelah kompresi, serta Redundancy, yang mengukur informasi berlebih yang dapat dihilangkan tanpa kehilangan data penting. Kedua parameter ini menggambarkan efisiensi masing-masing algoritma dalam mengurangi ukuran data. Efisiensi algoritma tersebut dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Perbandingan Kompresi

Nama File	Sebelum Kompresi (Bit)	Shannon - Fano			LZQ (Lempel-Ziv-Welch)		
		Setelah Kompresi (Bit)	Compression Ratio (%)	Redundancy (%)	Setelah Kompresi (Bit)	Compression Ratio (%)	Redundancy (%)
Title The Whispering.txt	904296960	494229600	45.35	45	41075738	95.46	95
Title The Whispering Woods.txt	103315960	56465788	45.35	45	10785946	89.56	90
Year,Age,Ethnic,Sex,Area,count (SECOND).txt	43575424	18081144	58.51	59	8176094	81.24	81
Year,Age,Ethnic,Sex,Area,count (SECOND).txt	43575424	18081144	58.51	59	8176094	81.24	81
The Call of the Forest.txt	33360784	18019421	45.99	46	1858678	94.43	94
Hall Off.txt	37716480	20377300	45.97	46	1990978	94.72	95



Gambar 2. Grafik Kompresi Algoritma Shannon-Fano (TXT)



Gambar 3. Grafik Kompresi Algoritma Lempel Ziv Welch (TXT)

Tabel 4 menunjukkan perbandingan efektivitas algoritma *Shannon-Fano* dan *Lempel-Ziv Welch* (LZW) dalam mengompresi data teks. Pengujian dilakukan dengan menganalisis ukuran file setelah kompresi, *Compression Ratio* (CR), dan tingkat redundansi (RD) LZW menghasilkan ukuran file yang lebih kecil dan *Compression Ratio* yang lebih tinggi, berkisar antara 81,24% hingga 95,46%, dibandingkan *Shannon-Fano* yang mencapai 45,35% hingga 58,51%. Tingkat redundansi data juga lebih rendah pada LZW, yaitu 0,81 hingga 0,95. Pada gambar 2 dan gambar 3, dari 5 data teks yang yang diuji coba dengan ukuran file yang berbeda, menunjukkan penggunaan algoritma LZW lebih unggul dalam jumlah bit setelah dilakukan kompresi jika dibandingkan dengan algoritma Shannon – Fano. Keunggulan LZW ini disebabkan oleh pembentukan kamus dinamis untuk pola berulang, sehingga lebih efektif dalam mengurangi ukuran file dibandingkan *Shannon-Fano* yang hanya mengandalkan frekuensi karakter.

KESIMPULAN

Pengujian kompresi file TXT menggunakan algoritma Shannon-Fano dan LZW memberikan wawasan tentang keunggulan dan keterbatasan masing-masing algoritma dalam mengompresi data teks, yang diukur berdasarkan ukuran file setelah kompresi, Compression Ratio (CR) dan Redundancy (RD). Secara khusus Algoritma LZW terbukti lebih unggul dibandingkan Shannon-Fano dalam mengompresi file TXT. LZW secara konsisten menghasilkan compression ration sebanyak 81 - 95% dan RD yang lebih rendah antara 81 – 95%, terutama untuk teks dengan pola berulang yang kompleks. Shannon-Fano cenderung kurang efektif dalam mengompresi teks dengan struktur data yang kompleks, namun dapat lebih optimal untuk file TXT dengan karakteristik sederhana atau tanpa pola berulang. Dengan demikian, untuk pengompresan file TXT, algoritma LZW direkomendasikan apabila teks memiliki pola pengulangan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Cahayati, A. M. H. Pardede, and H. Khair, “Implementasi Algoritma Elias Gamma Kompresi Pada File Teks.”

[2] C. Lamorahan, B. Pinontoan, and N. Nainggolan, “Data Compression Using Shannon-Fano Algorithm.”

[3] C. P. Nugraha, R. Gunawan Santosa, and L. Chrisantyo, “PERBANDINGAN METODE LZ77, METODE HUFFMAN DAN METODE DEFLATE TERHADAP KOMPRESI DATA TEKS,” 2014.

[4] M. Iqbal, R. A. Prayogi, and D. Yunitasari, "ANALISIS KOMPRESI FILE TEKS MENGGUNAKAN ALGORITMA LEMPEL ZIV WELCH (LZW)," 2022. [Online]. Available: http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm

[5] S. Staf *et al.*, "DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin IMPLEMENTASI DAN ANALISIS KINERJA ALGORITMA SHANNON-FANO UNTUK KOMPRESI FILE TEXT," vol. 6, no. 1, 2014.

[6] R. Wiryadinata, "DATA COMPRESSION CODING USING STATIC AND DYNAMIC METHOD OF SHANNON-FANO ALGORITHM," *Media Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 129–139, 2007, [Online]. Available: http://wiryadinata.web.id;

[7] A. Sihotang, "Implementasi Algoritma Prefix Codes untuk Kompresi File Video Hasil Ekstra Aplikasi Kinemaster," 2022. [Online]. Available: https://journal.grahamitra.id/index.php/biostech

[8] G. Eko and R. Ningrum, "PENERAPAN METODE SHANNO FANO DALAM PENGKOMPRESIAN DATA TEKS," 2019.

[9] A. Satyapratama and M. Yunus, "ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA LZW DAN HUFFMAN PADA KOMPRESI FILE GAMBAR BMP DAN PNG."

[10] I. M. Sianturi, "Perancangan Aplikasi Kompresi File Gambar Dengan Menggunakan Algoritma Stout Code," 2024.

Halaman ini sengaja dikosonkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7582

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Model Prototype pada Pengembangan Aplikasi Pencatatan Transaksi Penjualan Bakso dan Mie Ayam Pak Tukimin

Adhyasta Rozak Abiyu Chasbulloh, Farhan Syariifuddin, Andy Rachman

Teknik Informatika, Intitut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: adhyastaabiyyu@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia has successfully advanced to the ranks of developed countries through strategic human resource development and technological innovation. In today's business era, computers play a pivotal role in solving complex problems and managing information, forming the backbone of modern business operations. However, many micro, small, and medium enterprises (MSMEs), such as Warung Bakso Solo and Mie Ayam Pak Tukimin in Sidoarjo, continue to face challenges due to their reliance on manual transaction and sales management systems. These systems are prone to recording errors and inaccurate reporting. This research aims to design and implement a web-based sales information system using the prototype model to streamline transaction data management, improve accuracy, and minimize errors. The prototype methodology includes key stages: requirements gathering, system design, prototype development, evaluation, and iterative refinement until the system meets the desired functionality. By adopting this system, business owners can manage sales transactions more effectively, optimize workflows, and achieve enhanced business outcomes. The prototype model is expected to address the needs of both management and users, offering a practical technological solution for MSMEs in the culinary sector.

Keywords: *Sales Information System, Prototype Model, UMKM, Web-Based Technology, Transaction Management*

ABSTRAK

Indonesia telah berhasil masuk ke dalam kelompok negara maju berkat pengembangan sumber daya manusia dan inovasi yang didasarkan pada teknologi. Di era bisnis saat ini, komputer menjadi sangat penting untuk menangani berbagai masalah yang rumit dan untuk mengelola informasi, yang menjadi fondasi dari operasi bisnis. Namun, banyak usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) seperti Warung

Bakso Solo dan Mie Ayam Pak Tukimin di Sidoarjo masih mengalami tantangan dalam menjalankan sistem transaksi dan pengelolaan penjualan yang dilakukan secara manual. Hal ini mengakibatkan kesalahan dalam pencatatan dan laporan yang kurang akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sistem informasi penjualan berbasis web dengan model prototipe agar pengelolaan data transaksi menjadi lebih mudah, meningkatkan tingkat akurasi, dan meminimalisir kesalahan. Metodologi prototipe yang diterapkan mencakup pengumpulan kebutuhan, perancangan, pembuatan prototipe, evaluasi, dan perbaikan selama sistem dinilai sudah sempurna. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pemilik usaha dapat mengelola transaksi penjualan dengan lebih efisien, mempercepat proses kerja, dan mencapai tujuan bisnis yang lebih baik. Model prototipe diharapkan dapat menjawab kebutuhan dari manajemen dan pengguna, serta memberikan solusi teknologi yang sesuai bagi UMKM di bidang kuliner.

Kata kunci: Sistem Informasi Penjualan, Model Prototipe, UMKM, Teknologi Berbasis Web, Pengelolaan Transaksi

PENDAHULUAN

Indonesia berhasil masuk dalam kategori negara maju dalam perekonomian berdasarkan sumber daya manusia dan inovasi teknologi [1]. Saat ini, penggunaan teknologi telah menjadi aspek penting di berbagai bidang, termasuk bisnis, untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks [2]. Informasi kini menjadi elemen vital dalam operasional bisnis untuk mencapai tujuan, dan teknologi informasi mempermudah pekerjaan manusia dengan meningkatkan efisiensi dan akurasi[3].

Pemanfaatan teknologi informasi bertujuan untuk mengurangi biaya, menghemat waktu, dan memperluas jangkauan wilayah [4]. Dalam industri kuliner, teknologi membantu pengelolaan data transaksi dan laporan keuangan yang sebelumnya membutuhkan waktu lebih lama [5]. Salah satu contoh usaha kuliner adalah Warung Bakso Solo dan Mie Ayam Pak Tukimin, yang berlokasi di Jl. Sapu Jagad, Sidokepung, Buduran, Sidoarjo. Warung ini menghadapi kendala dalam pengelolaan transaksi yang masih dilakukan secara manual. Sistem pencatatan manual seringkali menimbulkan kesalahan, ketidakakuratan laporan, dan keterlambatan dalam pencarian data penting [6]. Hingga saat ini, Pak Tukimin tidak memiliki riwayat pencatatan hasil penjualan, yang menyebabkan ketidaksesuaian antara pendapatan aktual dengan target.

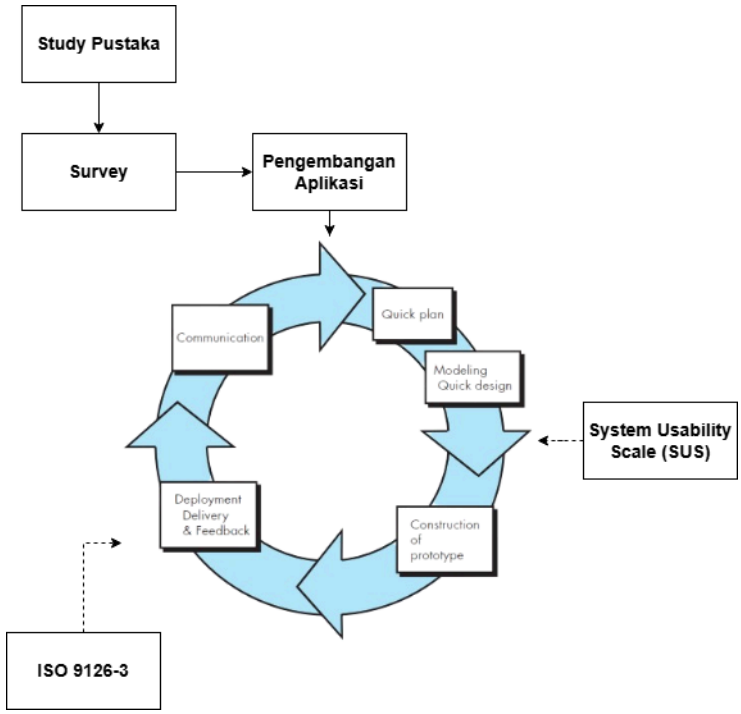
Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem berbasis website yang mampu mempermudah proses pengelolaan data transaksi penjualan secara cepat, akurat, dan minim kesalahan [7]. Sistem informasi berbasis web ini dirancang untuk mencakup operasi pencatatan hingga pembuatan dokumen terkait penjualan, dari awal transaksi hingga tahap akhir [8]. Model prototype dipilih sebagai metode pengembangan karena memungkinkan pengguna untuk memahami tahapan sistem yang dibuat serta melakukan evaluasi dan perbaikan selama proses pengembangan [9]Tahapan model prototype meliputi pengumpulan kebutuhan, perancangan, pembuatan, evaluasi, hingga penyempurnaan sistem [10].

Penelitian ini bertujuan menghasilkan aplikasi berbasis website yang diberi judul "Rancang Bangun Aplikasi Pencatatan Transaksi Penjualan Bakso Solo dan Mie Ayam Berbasis Website dengan Model Prototype". Aplikasi ini diharapkan dapat membantu pengguna mempercepat pengelolaan data transaksi serta mengatasi permasalahan terkait manajemen penjualan secara efektif.

METODE

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan studi pustaka sebagai referensi utama melalui buku dan jurnal terkait. Setelah itu, peneliti melakukan survey dan wawancara di lokasi bakso dan mie ayam Pak Tukimin untuk menggali informasi mengenai sistem pencatatan transaksi penjualan bakso dan mie ayam.Berdasarkan informasi yang diperoleh, peneliti melakukan analisis kebutuhan sistem yang meliputi analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Dalam analisis kebutuhan fungsional, peneliti merancang skenario untuk mengembangkan aplikasi pencatatan transaksi penjualan. Sementara itu, pada analisis kebutuhan non-fungsional, peneliti meninjau peralatan yang akan digunakan, seperti perangkat keras

(*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada tahap selanjutnya, peneliti memasuki tahap desain dan prototyping. Dalam tahap ini, peneliti merancang sistem yang akan dibangun, berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan sebelumnya. Proses perancangan mencakup pembuatan desain tampilan antarmuka yang akan digunakan dalam aplikasi pencatatan transaksi penjualan. Setelah desain selesai, peneliti mengembangkan aplikasi dalam bentuk prototype sesuai dengan desain yang telah dibuat. Setelah tahap desain dan prototyping, peneliti melakukan evaluasi dan pembaruan aplikasi, termasuk penambahan fitur untuk pencatatan transaksi penjualan bakso dan mie ayamk Pak Tukimin. Jika pada tahap sebelumnya sudah selesai oleh pemilik warung peneliti melanjutkan ketahap pengkodean berdasarkan desain yang telah ditentukan. Setelah tahap pengkodean, akan dilakukan *deployment* aplikasi kepada pemilik warung dan membuat laporan penelitian yang berisi tentang pembahasan dan hasil dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Model Prototype

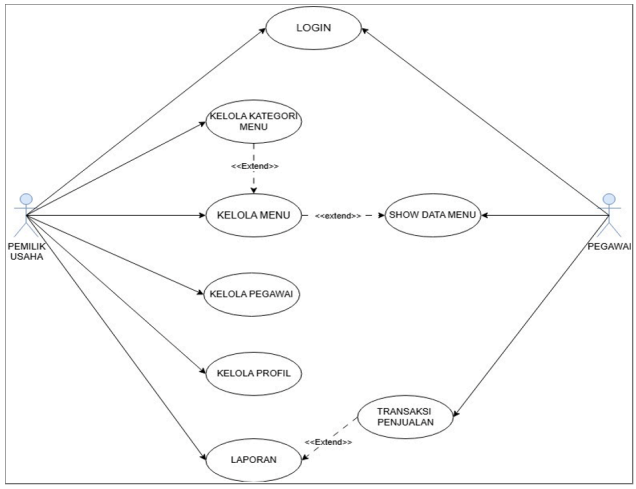
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Aplikasi pencatatan transaksi ini, dibuat berdasarkan studi kasus di Warung Bakso dan Mie Ayam Pak Tukimin. Aplikasi ini digunakan untuk mencatatan transaksi penjualan yang dilakukan oleh kasir dan admin. Dengan laporan yang dihasilkan lebih cepat oleh aplikasi, maka pemilik warung juga dapat menghemat waktu dan mempermudah pengambilan catatan.

Pemodelan Sistem

Peneliti menggunakan diagram *use case* untuk memodelkan sistem. Pemodelan ini mencakup berbagai aktivitas sistem dan interaksi dengan aktor eksternal, seperti pengguna, yang bertujuan mempermudah proses pengembangan aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 2. *Use case* Diagram Pencatatan Transaksi

Pengujian

Untuk mengetahui sistem berjalan dengan valid atau belum, maka peneliti menggunakan metode Black Box Testing untuk pengujian.

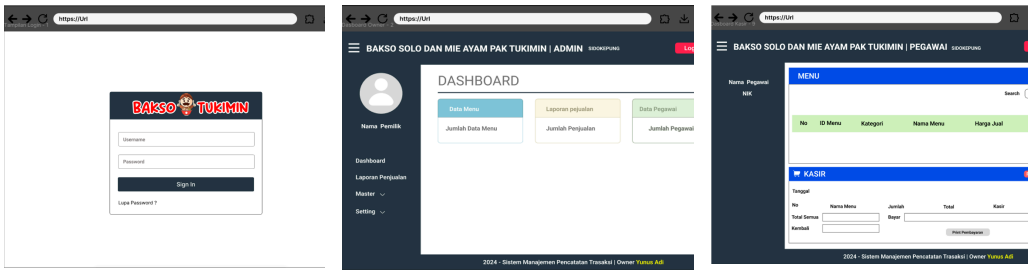
Tabel 1. Pengujian Aplikasi Menggunakan *Black Box Testing*

No	Bahan Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Halaman Login				
1	Form Login	Melakukan input username dan password	Sistem dapat masuk ke halaman dashboard sesuai role	Sukses
Halaman Admin				
2	Pengelolaan Menu	Melakukan input, edit, simpan dan hapus data yang diperlukan	Sistem dapat melakukan input, edit,hapus, dan simpan data	Sukses

3	Pengelolaan Kategori	Melakukan input, edit, simpan dan hapus data yang diperlukan	Sistem dapat melakukan input, edit,hapus, dan simpan data	Sukses
4	Melihat Laporan	melakukan cetak dan print laporan	Sistem dapat menampilkan cetak laporan	Sukses
5	Pengelolaan Pegawai	Melakukan input, edit, simpan dan hapus data yang diperlukan	Sistem dapat melakukan input, edit,hapus, dan simpan data	Sukses
6	Pengelolaan Toko	Melakukan edit dan simpan data yang diperlukan	Sistem dapat melakukan edit dan simpan data	Sukses
Halaman Pegawai				
7	Pengelolaan Transaksi	Melakukan tambah transaksi, cetak, dan print nota transaksi	Sistem dapat menambah, menampilkan cetak nota	Sukses

Implementasi

Implementasi ini sudah melewati tahap pengujian. Berikut hasil implementasi tampilan awal dari Sistem Informasi Penjualan Bakso dan Mie Ayam Berbasis Web, yang dapat dilihat pada gambar 3.



(a) *(b)* *(c)*

Gambar 3. a) Tampilan Login, b) Tampilan Admin, c) Tampilan Transaksi

Aplikasi ini mudah dipahami dan digunakan, karena ditampilkan dengan interface yang sederhana dan menggunakan kata bukan simbol, sehingga memudahkan pengguna.

Pembahasan Data II

Pembahasan merupakan rangkuman dari hasil kuisioner yang diberikan kepada 2 orang responden yaitu pemilik dan pegawai menggunakan metode skala likert dan dasar evaluasi ISO 9126-3 . Hasil survey penelitian dapat dilihat dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Suvey dengan Skala Likert dan Dasar ISO 9126-3

No	Karakteristik	Hasil(%)	Kategori
1	Functionality (Fungsionalitas)	94%	Sangat Baik
2	Usability (Kegunaan)	90%	Samgat Baik
3	Portability (Portabilitas)	82%	Baik

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, peneliti telah berhasil merancang dan membangun sebuah aplikasi yang dapat membantu pencatatan transaksi khususnya Warung Bakso dan Mie Ayam Pak Tukimin untuk mengelola transaksi dan laporan penjualannya, sehingga dapat lebih efektif dalam pelayanan transaksi dengan pelanggan. pada penelitian ini, telah dilakukan uji kelayakan dengan menggunakan ISO 9126-3 dengan faktor Functionality, Usability, dan Portability. Setiap faktor mendapatkan nilai rata–rata, untuk faktor Functionality mendapatkan nilai rata – rata 94% yang artinya sistem berjalan sesuai dengan fungsinya, untuk faktor Usability mendapatkan nilai rata – rata 90% yang artinya sistem mudah untuk di pahami dan dipelajari, dan untuk faktor Portability mendapatkan nilai rata – rata 82% yang artinya sistem mudah untuk dijalankan di berbagai lingkungan perangkat keras.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Luckyardi, H. Saputra, N. Safitri, A. Cahyaningrum, D. Septiani, and R. Hidayat, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN BUSANA MUSLIM BERBASIS WEB," *IJIS - Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Sep. 2021, doi: 10.36549/ijis.v6i2.165.

[2] D. Meisak, Hendri, and S. R. Agustini, "PENERAPAN METODE PROTOTYPE PADA PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN MEDIATAMA SOLUSINDO JAMBI," *STORAGE J. Ilm. Tek. Dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, Art. no. 4, Nov. 2022, doi: 10.55123/storage.v1i4.1066.

[3] Y. Lianawati, Suyudi Suyudi, and Vincentius Ardi P, "Sistem Informasi Transaksi Penjualan Berbasis Website (Studi kasus Toko Roti Bakar Pelangi di Semarang)," *J. Sist. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 99–110, Jul. 2023, doi: 10.59581/jusiik-widyakarya.v1i3.1009.

[4] A. V. Mokolensang, L. R. J. Pangemanan, and S. G. Jocom, "ANALISIS KEUNTUNGAN PENGGUNAAN TEKNOLOGI INFORMASI TERHADAP USAHA KULINER DI KECAMATAN KAUDITAN KABUPATEN MINAHASA UTARA (PROFIT ANALYSIS OF USING INFORMATION AND TECHNOLOGY ON CULINARY BUSINESS IN THE KAUDITAN SUB DISTRICT OF NORTH MINAHASA DISTRICT)," *AGRI-SOSIOEKONOMI*, vol. 17, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2021, doi: 10.35791/agrsosek.17.1.2021.32265.

[5] F. Nurhani and Samsudin, "Implementasi Algoritma Collaborative Filtering pada Sistem Pemesanan Makanan dan Minuman dengan Platform Android," *J. Ilm. Komputasi*, vol. 21, no. 3, Art. no. 3, Sep. 2022, doi: 10.32409/jikstik.21.3.3110.

[6] O. V. Putra, F. R. Pradana, and M. F. Alfarizqi, "PENGEMBANGAN APLIKASI IOT MANAJEMEN ZAKAT TRANSAKSI PENJUALAN DAN PEMBELIAN BUAH SALAK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPE," *Pros. SNAST*, p. C 89-98, Mar. 2021.

[7] A. Tugiarto, F. Pratiwi, A. Azkya, and P. P. Widodo, "PENGOLAHAN DATA PASIEN RAWAT JALAN PUSKESMAS BUMI AYU KOTA DUMAI BERBASIS WEB," *N F O R M T K A*, vol. 10, no. 2, Art. no. 2, Jan. 2019, doi: 10.36723/juri.v10i2.110.

[8] P. T. Rapiyanta and A. M.-U. B. S. Informatika, "Sistem Informasi Penjualan Batik Menggunakan Metode Prototype Pada Rumah Batik Bantul Ibu Dirjo Sugito," *Indones. J. Netw. Secur. IJNS*, vol. 12, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2023, doi: 10.55181/ijns.v12i1.1822.

[9] W. E. Jayanti, E. Meilinda, and K. Fitriana, "IMPLEMENTASI MODEL PROTOTYPE DALAM RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PROYEK (SAMAR) BERBASIS WEB BAGI PERUSAHAAN KONTRAKTOR," *J. Inform. Kaputama JIK*, 2021, Accessed: Jan. 19, 2025. [Online]. Available: https://www.semanticscholar.org/paper/IMPLEMENTASI-MODEL-PROTOTYPE-DALAM-RANCANG-BANGUN-Jayanti-Meilinda/5d89ef692abe38d1d3b55012bf12fcbedc3962de

[10] S. Sauda and E. P. Agustini, "Implementasi Prototype Model dalam Pengembangan Aplikasi Smart Cleaning Sebagai Pendukung Aplikasi Smart City," *MATRIK J. Manaj. Tek. Inform. Dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 1, Art. no. 1, Sep. 2020, doi: 10.30812/matrik.v20i1.673.

[11] S. Mutmainah and T. S. Novia, "ANALISIS TRANSAKSI KEUANGAN PERDAGANGAN SECARA ONLINE DI CV.NYAI," *World Financ. Adm. J.*, Dec. 2022, doi: 10.37950/wfaj.v4i2.1500.

[12] D. Dadang and H. Purnamasari, "PENGARUH KEPERCAYAAN DAN KEPUASAN KONSUMEN TERHADAP SISTEM TRANSAKSI ONLINE SHOP SHOPEE (Studi Kasus Pada Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Tangerang Konsentrasi Pemasaran Semester VIII)," *JMB J. Manaj. Dan Bisnis*, vol. 9, no. 1, Art. no. 1, May 2020, doi: 10.31000/jmb.v9i1.2086.

[13] A. Wati and S. H. Ningsih, "Analisis Hukum Ekonomi Syariah Dalam Transaksi Paylater Pada Aplikasi Shopee," *J. Huk. Ekon. Syariah JHESY*, vol. 2, no. 1, pp. 98–108, Aug. 2023, doi: 10.37968/jhesy.v2i1.434.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7457

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Implementasi Model Prototype Dalam Pengembangan Aplikasi Perpustakaan Smp Negeri 13 Ujung Pangkah Gresik

Allif Mufti Alfikri[1], Andy Rachman[1,], Nanang Fahrurrozi[1], Sulistyowati[2], Hari Agus Sujono[3], Sandi Alala[4]

[1]Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhitama Surabaya
[2]Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi Adhitama Surabaya
[3]Program Studi Elektro, Institut Teknologi Adhitama Surabaya
[4]Program Studi Pertambangan, Institut Teknologi Adhitama Surabaya
e-mail: gr523517@gmail.com

ABSTRACT

The rapid advancement of information systems in the globalization era has profoundly impacted various sectors, including education. The management of library administration at SMP Negeri 13 Ujung pangkah Gresik, still relies on conventional methods, which are neither effective nor efficient. This study aims to develop an application-based library information system that includes features for user management, book catalogs, borrowing and returning transactions, and data reporting. The research employs a prototype model, enabling continuous system refinement through user feedback and evaluation. The development process follows key stages: requirements gathering, prototype creation, evaluation, application development, and system testing. Ultimately, the developed information system significantly enhances the efficiency and effectiveness of library management.

Keywords: *information system, library, administration, prototype model, efficiency*

ABSTRAK

Perkembangan sistem informasi yang pesat di era globalisasi memberikan dampak signifikan di berbagai sektor, termasuk pendidikan. Di SMP Negeri 13 Ujungpangkah Gresik, pengelolaan administrasi perpustakaan yang masih menggunakan metode konvensional kurang efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi perpustakaan berbasis aplikasi yang mencakup manajemen user, buku, katalog, peminjaman, pengembalian, dan pelaporan data. Metode yang digunakan adalah model prototype, yang memungkinkan perbaikan sistem secara berkelanjutan melalui evaluasi

pengguna. Proses pengembangan melibatkan tahapan pengumpulan kebutuhan, pembuatan prototype, evaluasi, pembuatan aplikasi, dan pengujian sistem. Sistem informasi yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan perpustakaan.

Kata kunci: *sistem informasi, perpustakaan, administrasi, model prototype, efisiensi.*

PENDAHULUAN

Perkembangan sistem informasi di era globalisasi saat ini sangat pesat. Perkembangannya tidak hanya berfokus pada sektor bisnis namun juga pada dunia pendidikan [1]. Pemanfaatan sistem informasi sangat berpengaruh terhadap proses mengorganisasikan data, sehingga dari data tersebut akan menghasilkan sebuah informasi yang berkualitas, cepat dan akurat [2].

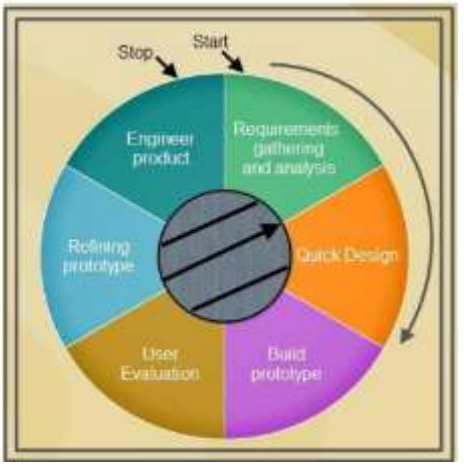
Berdasarkan permasalahan yang ada pada penelitian ini maka peneliti memberikan sebuah solusi yaitu apliksi sistem informasi perpustakaan dengan menggunakan model prototype. model prototype dipilih karena hasil analisa perbagian sistem akan langsung diterapkan dalam sebuah model tanpa menunggu seluruh sistem selesai sepenuhnya, model prototype dirancang agar menerima perubahan yang dilakukan untuk menyempurnakan prototype yang sudah ada sehingga dapat diterima oleh pengguna. Dalam pengembangan model prototype terdapat beberapa tahapan yaitu tahap pengumpulan kebutuhan yang dilanjutkan dengan tahap pembuatan prototype dan kemudian dari pembuatan prototype tersebut akan dilakukan analisa dan evaluasi oleh pengguna, setelah prototype dilakukan analisa dan evaluasi tahapan berikutnya adalah pembuatan aplikasi dan yang terakhir yaitu tahapan pengujian sistem yang telah dikembangkan.

Sehingga hasil akhir dari penelitian adalah pengembangan sebuah aplikasi yang berjudul "Rancang Bangun sistem informasi perpustakaan pada smp negeri 13 ujung pangkah gresik", dengan tujuan untuk memudahkan siswa dalam melakukan peminjaman dan pengembalian buku, serta mempermudah pustakawan dalam mengelola data data perpustakaan.

METODE

MODEL PROTOTYPE

Model Prototype adalah sebuah model pengembangan perangkat lunak yang banyak digunakan oleh pengembang, karena pada model ini pengembang dan pengguna dapat saling berinteraksi selama proses pengembangan sistem (Khoiriyah and Manikam 2019).



Gambar 1 Prototype Model

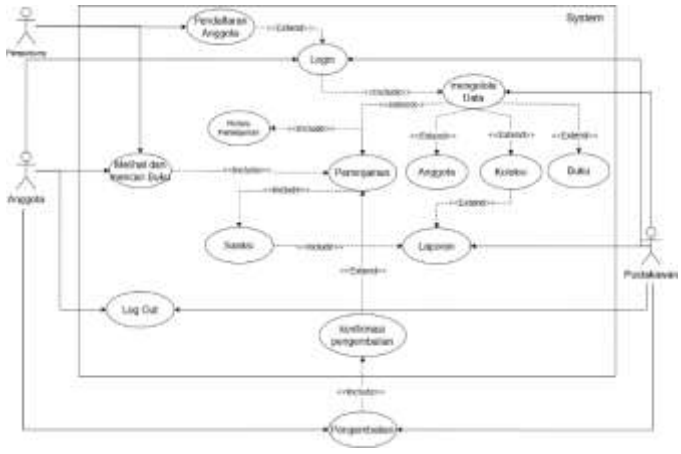
1. Requirement gathering and analysis : Pada tahap awal ini pengembang sistem dan pengguna berkumpul untuk membahas kebutuhan sistem yang akan dibangun, pengembang akan mengumpulkan beberapa informasi dari pengguna terkait tantangan yang dihadapi pengguna, analisis kebutuhan ini merupakan langkah dimana pengembang berusaha memahami kebutuhan dan keluhan pengguna [3].
2. Quick Design : Pada tahap ini diperlukan rencana perancangan dan persiapan dalam proses pengembangan sistem, pada tahap ini juga pengembang aplikasi berfokus untuk merancang rancangan dari aplikasi yang akan digunakan meliputi rancangan desain diagram dan rancangan desain aplikasi yang akan menggambarkan fungsi-fungsi utama sistem yang akan dikembangkan [4].
3. Build Prototype : Pada tahap ini prototype yang dibangun hanya berfokus pada penyajian kepada pelanggan (misalnya membuat input dan output data) [5].
4. User Evaluation : Pada tahap ini pengguna akan terlibat dalam pengujian aplikasi dan memberikan umpan balik [6]. Pengguna akan melakukan penilaian pada prototype yang telah dikembangkan untuk menilai apakah prototype yang sudah dibangun sesuai dengan keinginan mereka [7].
5. Refining prototype : pada tahap ini prototype yang telah dievaluasi pengguna akan disaring, tahap inilah yang akan menentukan apakah prototype yang dibangun sesuai dengan kebutuhan pengguna, jika pada pengujian ini gagal , maka akan kembali ke tahap awal yaitu quick desain, dimana hasil dari pengujian tahap sebelumnya juga akan disaring untuk melakukan perubahan pada tahap quick desain [8].
6. Engginer product : pengguna menerima hasil akhir aplikasi setelah semua persyaratan terpenuhi. [9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi Sistem Informasi Perpustakaan ini, dibuat berdasarkan studi kasus di perspustakaaan smp negeri 13 ujung pangkah gresik, aplikasi ini digunakan untuk mempermudah pustakawan dan siswa dalam kegiatan perpustakaan seperti peminjaman buku, pengembalian buku dan pelaporan data.

Pemodelan Sistem

Dalam pemodelan sistem peneliti menggunakan use case diagram untuk menggambarkan bagaimana proses aplikasi berjalan.



Gambar 2 Use Case Diagram

Implementasi

Pada tahap ini peneliti mengimplementasikan hasil pengembangan aplikasi, berikut beberapa hasil implementasi tampilan dari aplikasi yang telah dikembangkan dalam hal ini adalah tampilan landing page dan dashboard untuk masing masing role.

Halaman Landing page atau halaman utama dapat menampilkan jumlah buku, katalog, button untuk beranda, login, daftar dan pengunjung perpustakaan.



Gambar 3 Halaman Landing Page

Halaman dashboard dengan role pustakawan dapat menampilkan seluruh informasi terkait jumlah buku, pengunjung, katalog, peminjaman, buku rusak, hilang dan pendapatan perpustakaan, user dengan role pustakawan juga dapat melakukan kelola data terkait buku, katalog, user dan riwayat peminjaman.



Gambar 4 Dashboard Perpustakaan

Halaman Dashboard dengan role anggota dapat menampilkan aturan dari peminjaman buku, dan data terkait jumlah buku, katalog serta peminjaman yang saat ini sedang berjalan.



Gambar 5 Dashboard Anggota

Pengujian

Tujuan dari adanya pengujian ini adalah untuk Mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik, maka peneliti menggunakan metode Black box testing untuk pengujian yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian

No	Bahan Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Halaman Utama	Sistem hanya dapat menampilkan dan mencari daftar buku yang tersedia	Sistem menampilkan data buku yang diinput oleh pustakawan	Sesuai
2	Halaman Daftar	Calon anggota melakukan scan rf id yang belum terdaftar	Sistem menyimpan data user	Sesuai
3	Halaman Login	Pustakawan dan anggota yang sudah terdaftar melakukan login dengan rfid yang telah dimiliki	Sistem mengarahkan user berdasarkan role masing-masing	Sesuai
Halaman Pustakawan				
4	Mengelola Data buku, katalog, user dan petugas	Puatakwaan melakukan input, edit, view dan hapus data	Sistem dapat melakukan input, edit, view dan hapus data	Sesuai
Halaman Anggota				
5	Meminjam, mengembalikan dan mencari buku	Peminjam melakukan peminjaman, pengembalian dan mencari buku	Sistem dapat melakukan input, edit, hapus dan simpan data	Sesuai

Pembahasan

Bagian pembahasan menampilkan hasil dari sistem yang melibatkan 50 responden yaitu pustakawan dan beberapa siswa secara acak, pengujian ini dilakukan menggunakan metode ISO-9126 dengan menerapkan 3 sub-bagian yaitu functionality, useability dan portability.

Tabel 2 hasil pengujian Sub functionality

No	Functionality	Nilai	Kategori
1	Suitability	81%	Baik
2	Accuracy	80%	Baik
3	Interoperability	78%	Cukup Baik
4	Security	84%	Baik
5	Functionality Compliance	79%	Cukup Baik
Rata-Rata		81%	Baik

Dari Hasil pengujian sub-bagian Functionality sistem mendapatkan hasil akhir rata-rata 81% yang artinya fungsi-fungsi dalam sistem dapat berjalan dengan sesuai.

Tabel 3 hasil pengujian Sub Useability

No	Useability	Nilai	Kategori
1	Understandability	87%	Baik
2	Learnability	84%	Baik
3	Operability	84%	Baik
4	Attractiveness	88%	Baik

No	Useability	Nilai	Kategori
5	Useability Compliance	88%	Baik
Rata-Rata		86%	Baik

Dari hasil pengujian sub-bagian useability sistem mendapatkan hasil akhir rata-rata 86% yang artinya sistem mudah dipelajari dan digunakan.

Tabel 4 hasil pengujian Sub Portability

No	Portability	Nilai	Kategori
1	Adaptability	86%	Baik
2	Installability	84%	Baik
3	Replaceability	80%	Baik
4	Co-Existence	85%	Baik
5	Portability Complience	88%	Baik
Rata-Rata		85%	Baik

Dari hasil pengujian sub-bagian Portability sistem mendapatkan hasil akhir rata-rata sebesar 85% yang artinya sistem dapat dijalankan menggunakan berbagai macam perangkat dengan baik.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, peneliti telah berhasil merancang dan membangun sebuah sistem informasi perpustakaan yang dapat membantu peminjaman, pengembalian, pencarian buku, pengelolaan data katalog, buku, user dan pelaporan data terkait peminjaman sehingga lebih efektif dan efisien. Peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan ISO-9126-3 dengan 50 responden yaitu 2 pustakawan dan beberapa siswa dengan nilai sebagai berikut, pada point Functionality mendapatkan skor 81% yang berarti sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya, Point portability mendapatkan skor 85% yang artinya sistem dapat berjalan di berbagai macam perangkat dengan baik dan yang terakhir point Useability mendapatkan skor 86% yang artinya sistem mudah digunakan dan dipahami.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Krisna, H. J. Muhammad, and N. Ambadar, “Rancang Bangun Sistem Informasi Akademik Menggunakan Framework Codeigniter Pada universitas Muhammadiyah Purworejo,” *J. Sist. Cerdas*, vol. 5, no. 2, pp. 107–116, Aug. 2022, doi: 10.37396/jsc.v5i2.187.

[2] T. Hidayat, T. A. Priambodo, and D. Agustine, “Perancangan Website Sistem Informasi Akademik Sekolah Dasar (Studi Kasus : SDS Arya Jaya Sentika – Tigaraksa Kabupaten Tangerang),” *SATIN - Sains Dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, p. 1, Jan. 2019, doi: 10.33372/stn.v4i2.394.

[3] D. A. N. Wulandari, A. A. H. Bahar, M. G. Arfananda, and H. Apriyani, “PROTOTYPING MODEL IN INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT OF AL-RUHAMAA’ BOGOR YATIM CENTER FOUNDATION,” 2021.

[4] M. C. Ramadhan, J. Wiratama, and A. A. Permana, “A PROTOTYPE MODEL ON DEVELOPMENT OF WEB-BASED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR EMPLOYEE PERFORMANCE ASSESSMENTS WITH SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING METHOD,” *JSiI J. Sist. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 25–32, Mar. 2023, doi: 10.30656/jsii.v10i1.6137.

[5] C. J. Lumban Tobing, "Rancang Bangun Aplikasi SPPD KPPN Medan II Berbasis Web Menggunakan Metode Prototyping," *J. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 134–142, Apr. 2019, doi: 10.31311/ji.v6i1.5533.

[6] J. Wiratama, S. Ady Sanjaya, H. Santoso, and R. Brian Kurniadi, "Development of Web-based School Uniforms order Application in a Private School with Prototyping Model," *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 4, no. 6, pp. 1612–1618, Nov. 2023, doi: 10.46729/ijstm.v4i6.977.

[7] H. L. Purwanto, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI AKADEMIK BIMBINGAN BELAJAR MENGGUNANAKAN MODEL PROTOTYPING," *Kurawal - J. Teknol. Inf. Dan Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 104–119, Oct. 2021, doi: 10.33479/kurawal.v4i2.461.

[8] A. Virginia, P. Handoko, and H. Hermawan, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Lampu Berbasis Arduino Mega 2560," *WIDYAKALA J.*, vol. 5, no. 2, p. 146, Feb. 2019, doi: 10.36262/widyakala.v5i2.110.

[9] R. S. Djaina, S. Syahrial, and M. I. Abas, "Aplikasi Media Pembelajaran Teknologi Augmented Reality Berbasis Android," *J. Ilmu Komput. JUIK*, vol. 1, no. 2, p. 24, Nov. 2021, doi: 10.31314/juik.v1i2.1098.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7458

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Toko Src Bu Herlin Berbasis Web Dengan Model Prototype

Rahmatullah Wirya Adikusuma[1], Andy Rachman[1], Sulistyowati[2], Nanang Fahrurrozi[1], Riny Sulistyowati[3], Pratama Sandi Alala[4]

[1]Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

[2]Progrm Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,

[3]Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,

[4]Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
awirya816@gmail.com

ABSTRACT

The advancement of information technology has profoundly influenced various aspects of life, including business operations. Relying on manual data management often results in inefficiencies, recording errors, and challenges in inventory control. SRC Bu Herlin Store, a retailer offering a range of essential goods such as groceries, snacks, and household supplies, has encountered these issues. This study focuses on designing and developing a web-based sales information system using the prototype development model. The system streamlines employee tasks, including recording transactions, managing inventory, and generating reports, with improved speed and accuracy. By addressing challenges such as recording errors and delays, the implementation of this system enhances the efficiency and productivity of the store's operations. The research findings revealed that the developed system effectively met the needs of SRC Bu Herlin Store. Key features include product data management, sales transaction processing, and automated report generation. This system not only simplifies store management but also improves customer satisfaction by enabling faster and more efficient transaction processing.

Keywords: *Sales Information System, Grocery Store, Information Technology, Prototype Model, Operational Efficiency*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi telah membawa dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk operasional bisnis. Pengelolaan data yang masih dilakukan secara manual dapat menyebabkan ketidakefisienan, kesalahan pencatatan, dan kesulitan dalam pengelolaan stok barang. Hal ini dialami oleh Toko SRC Bu Herlin, yang menjual berbagai macam kebutuhan pokok, seperti sembako, snack, dan

perlengkapan rumah tangga lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi penjualan berbasis web dengan model pengembangan prototype. Sistem ini dirancang untuk membantu karyawan dalam mencatat transaksi, mengelola stok barang, dan menghasilkan laporan secara lebih cepat dan akurat. Penggunaan sistem informasi ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan manual seperti kesalahan pencatatan dan keterlambatan informasi, sekaligus meningkatkan efisiensi dan produktivitas operasional toko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun berhasil memenuhi kebutuhan Toko SRC Bu Herlin, dengan fitur utama meliputi manajemen data produk, pengolahan transaksi penjualan, dan pembuatan laporan otomatis. Sistem ini tidak hanya mempermudah pengelolaan toko, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap kepuasan pelanggan melalui proses transaksi yang lebih cepat.

Kata kunci: Sistem Informasi Penjualan, Toko Kelontong, Teknologi Informasi, Model Prototype, Efisiensi Operasional

PENDAHULUAN

Pada masa globalisasi dan perkembangan sistem informasi saat ini, banyak organisasi yang berusaha untuk meraih tingkat kecepatan, relevansi, dan akurasi dalam pengembangan sistem informasi[1]. Perkembangan teknologi dan informasi yang begitu pesat merubah banyak aspek kehidupan, termasuk bisnis, karena daya saing yang terus meningkat serta perkembangan teknologi dan informasi saat ini menuntut semua bisnis untuk dapat menyesuaikan pelayanan [2]. Kemampuan teknologi untuk mempermudah pekerjaan manusia terkait dengan inovasi dan kemajuan dalam pengolahan data media internet [3].

Dengan kemajuan teknologi, semua pekerjaan manusia yang masih dilakukan secara manual dan kurang efisien dapat dilakukan dengan teknologi yang lebih canggih [4]. Melalui inovasi ini, sejumlah masalah sehari-hari dapat diatasi, termasuk di antaranya adalah penanganan data dalam operasional bisnis suatu toko, pemanfaatan teknologi informasi ini mampu meningkatkan produktivitas toko[5]. Di Indonesia, istilah "toko" merupakan kata yang akrab di telinga setiap orang, toko sering diidentifikasi sebagai tempat yang terlihat tertutup, namun begitu masuk, terlihatlah berbagai transaksi jual-beli barang dengan beragam jenis[6].

Sembilan bahan pokok atau yang dikenal dengan istilah "sembako" merupakan sembilan jenis kebutuhan utama masyarakat yang meliputi beragam bahan makanan dan minuman[7].

Toko SRC Bu Herlin adalah toko kelontong yang menjual berbagai macam produk seperti sembako, snack, rokok, perlengkapan mandi, dan lain-lain. Namun permasalahan yang muncul pada Toko SRC Herlin adalah masih menyimpan data penjualan barang secara manual. Ini termasuk nama produk, harga, dan jumlah produk yang tersedia. Untuk data penjualan produk, karyawan masih mencatat setiap transaksi secara manual. Mencatat transaksi secara manual menyebabkan kesulitan dalam mengontrol stok produk, kesalahan pendataan, dan proses mencari nama produk yang lebih lama, yang membuatnya tidak efektif.

Diharapkan bahwa pengelolaan data penjualan akan membantu toko SRC Herlin meningkatkan jumlah penjualan dan pembelian. Untuk menyelesaikan masalah-masalah ini, disarankan untuk membangun sebuah sistem informasi penjualan di mana karyawan tidak perlu lagi melihat laporan kertas yang berat. Dengan hanya menekan tombol yang dibutuhkan, informasi akan segera ditampilkan.

TINJAUAN PUSTAKA

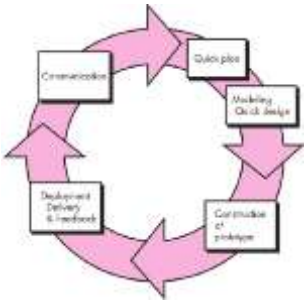
Transaksi

Transaksi adalah pengalaman konsumen dengan kemanjuran dan efisiensi saat mereka membayar barang yang dibelinya melalui proses yang mudah dan lancar[8]. Transaksi adalah suatu jaringan yang terdesentralisasi dan transparan antara semua pihak yang terlibat di dalamnya[9]. Transaksi adalah pertukaran barang dan jasa antara individu, bisnis, dan kelompok lain, serta peristiwa lain yang berdampak ekonomi pada bisnis[10]. Transaksi merujuk pada suatu kejadian

dalam dunia bisnis yang tidak hanya terbatas pada proses jual-beli, pembayaran, dan penerimaan uang, tetapi juga melibatkan berbagai aktivitas bisnis lainnya[11].

Model Prototype

Model Prototipe merupakan pendekatan dalam rekayasa perangkat lunak yang secara langsung mendemonstrasikan fungsi suatu perangkat lunak atau komponen perangkat lunak di lingkungannya sebelum tahap desain sebenarnya dilakukan[12]. Model prototype dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Model Prototype

Skala Likert

Skala Likert dikembangkan pada tahun 1932 oleh Rensis Likert sebagai alat untuk mengukur sikap, di mana responden diminta memberikan tingkat persetujuan terhadap pernyataan atau pertanyaan yang diajukan melalui skala yang disusun[13]. Skala Likert dikembangkan dengan tujuan menciptakan skala yang lebih mudah disusun namun tetap memiliki tingkat reliabilitas yang setara dengan Skala Guttman dan Skala Thurstone[14]. Pada skala Likert ada tiga pilihan skala, yaitu skala tiga, skala empat, dan skala lima, namun biasanya yang sering digunakan adalah skala lima[15] .

ISO 9126-3

ISO 9126 merupakan standar pengukuran dan evaluasi internasional yang dikeluarkan oleh International Organization for Standardization (ISO)[16]. Salah satu standar untuk mengukur kualitas perangkat lunak adalah ISO 9126, yang dibuat oleh International Organization for Standardization (ISO) dan International Electrotechnical Commission (IEC)[17]. ISO 9126 adalah standar internasional untuk produk, terutama perangkat lunak (software), yang mencakup model kualitas dan metrik, membahas faktor-faktor yang terkait dengan taksonomi dari perangkat lunak yang berkualitas[18].

ISO 9126 adalah standar internasional untuk produk, terutama perangkat lunak (software), yang mencakup model kualitas dan metrik, membahas faktor-faktor yang terkait dengan taksonomi dari perangkat lunak yang berkualitas[19]. ISO 9126-3 mencakup enam kriteria penilaian sistem untuk perangkat lunak, yaitu fungsionalitas, keandalan (reliability), kegunaan (usability), efisiensi, portabilitas, dan pemeliharaan (maintainability)[20].



Gambar 2. ISO 9126-3

METODE

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa langkah, yaitu:

1. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan studi pustaka sebagai referensi utama melalui buku serta jurnal terkait. kemudian, peneliti melakukan survey dan wawancara di lokasi toko src bu herlin untuk menggali informasi mengenai sistem informasi penjualan toko.
2. Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, peneliti melakukan evaluasi terhadap kebutuhan sistem, mencakup aspek fungsional maupun non-fungsional. Pada tahap analisis fungsional, peneliti menyusun skenario pengembangan aplikasi pencatatan transaksi penjualan. Adapun dalam analisis non-fungsional, peneliti mengkaji perangkat yang diperlukan, termasuk komponen hardware (perangkat keras) dan software (perangkat lunak) yang akan mendukung operasional sistem.
3. Pada tahap selanjutnya, peneliti memasuki tahap desain dan prototyping. Tahap ini diawali dengan menyusun desain sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan sebelumnya. Proses perancangan meliputi pembuatan antarmuka pengguna (user interface/UI) untuk aplikasi pencatatan transaksi penjualan. Setelah desain finalisasi, peneliti mengimplementasikan purwarupa aplikasi sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan.
4. Setelah tahap desain dan prototyping, peneliti melakukan evaluasi dan pembaruan aplikasi, termasuk penambahan fitur untuk sistem informasi penjualan toko src bu herlin
5. Jika pada tahap sebelumnya sudah selesai oleh pemilik usaha, peneliti melanjutkan ke tahap pengkodean berdasarkan desain yang telah ditentukan.
6. Setelah tahap pengkodean, akan dilakukan deployment aplikasi kepada pemilik usaha dan membuat laporan penelitian yang berisi tentang pembahasan dan hasil dari penelitian yang dilakukan.

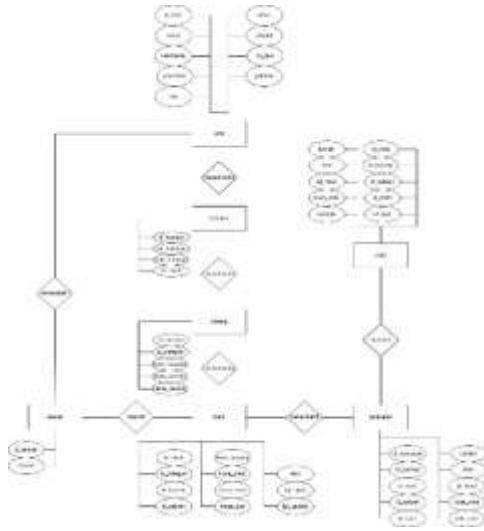
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem informasi penjualan ini dibuat berdasarkan studi kasus di Toko Src Bu Herlin. Sistem ini digunakan untuk pencatatan stok barang tersedia dan transaksi penjualan barang yang dilakukan oleh kasir dan pemilik usaha. Dengan laporan yang dihasilkan lebih cepat oleh sistem, maka pemilik toko juga dapat menghemat waktu dan mempermudah pengambilan laporan.

Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity-Relationship Diagram (ERD) merupakan representasi visual model data yang memetakan struktur data beserta relasinya secara detail melalui bentuk grafis. Tujuan utamanya adalah untuk mempermudah proses perancangan sistem serta memastikan analisis kebutuhan

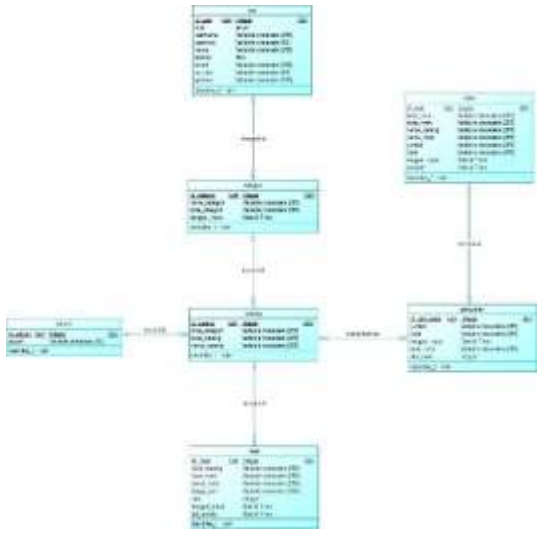
sistem berjalan secara efektif dan efisien. Desain ERD dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Entity Relationship Diagram

Conceptual Data Model (CDM)

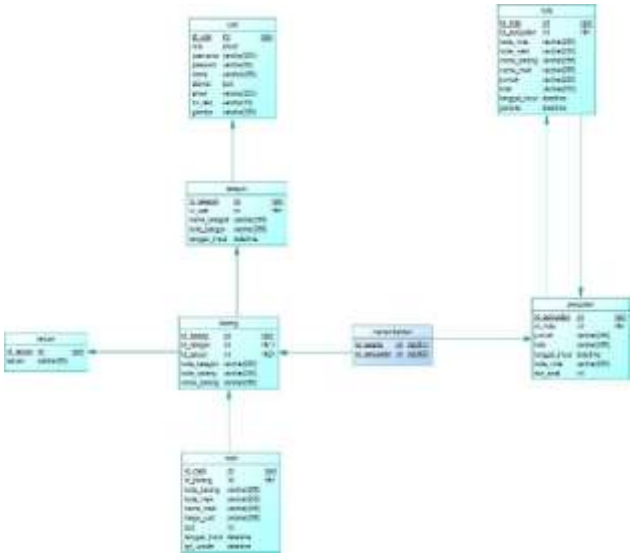
Conceptual Data Model (CDM) adalah representasi abstrak dari struktur data yang berfokus pada identifikasi entitas utama serta hubungan di antara entitas tersebut, tanpa memperhitungkan aspek teknis atau implementasi basis data. Desain CDM dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Desain Conceptual Data Model

Physical Data Model (PDM)

Physical Data Model (PDM) merupakan representasi rinci dari struktur data dalam basis data yang menggambarkan bagaimana data disimpan, diatur, dan diakses dalam lingkungan fisik. Model ini mencakup detail seperti tipe data kolom, indeks, batasan integritas, serta struktur penyimpanan. Desain PDM dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Physical Data Model

Pengujian

Untuk mengetahui sistem berjalan dengan valid atau belum, maka peneliti menggunakan metode Black Box Testing untuk pengujian.

Tabel 1. Pengujian Aplikasi Menggunakan Black Box Testing

No	Bahan Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Halaman Login	Guru dan siswa yang sudah terdaftar dapat melakukan login dengan akun yang telah dimiliki.	Sistem dapat masuk ke halaman sesuai role masing-masing.	Sesuai
Halaman Admin				
2	Pengelolaan Kategori, Barang, Satuan, Merk, Pegawai, Laporan penjualan	Melakukan input, edit, simpan dan hapus data yang diperlukan	Sistem dapat melakukan input, edit, hapus, dan simpan data	Sesuai
Halaman Kasir				
3	Pengelolaan Transaksi	Melakukan tambah transaksi, cetak, dan print nota transaksi	Sistem dapat menambah, menampilkan nota	Sesuai

Implementasi

Implementasi ini sudah melewati tahap pengujian. Berikut hasil implementasi tampilan awal dari Sistem Informasi Penjualan Toko Berbasis Web, yang dapat dilihat pada gambar 6.



(a) (b) (c)

Gambar 6. a) Tampilan Login, b) Tampilan Admin, c) Tampilan Transaksi Kasir

Aplikasi ini mudah dipahami dan digunakan, karena ditampilkan dengan interface yang sederhana dan menggunakan kata bukan simbol, sehingga memudahkan pengguna.

Pembahasan

Pembahasan merupakan rangkuman dari hasil kuisioner yang diberikan kepada 3 orang responden yaitu pemilik usaha dan pegawai menggunakan metode skala likert dan dasar evaluasi ISO 9126- 3 . Hasil survey penelitian dapat dilihat dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Survey dengan Skala Likert dan Dasar ISO 9126-3

No	Karakteristik	Hasil(%)	Kategori
1	Functionality (Fungsionalitas)	95%	Sangat Baik
2	Usability (Kegunaan)	96%	Sangat Baik
3	Portability (Portabilitas)	87%	Baik

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, peneliti telah berhasil merancang serta membangun sebuah aplikasi yang dapat membantu pengelolaan barang dan pencatatan transaksi pada toko src bu herlin untuk mengelola barang tersedia, mengelola transaksi dan laporan penjualannya, sehingga dapat lebih efektif dalam pelayanan transaksi dengan pelanggan. pada penelitian ini, telah dilakukan uji kelayakan dengan menggunakan ISO 9126-3 dengan faktor Functionality, Usability, dan Portability. Setiap faktor mendapatkan nilai rata–rata, untuk faktor Functionality mendapatkan nilai rata – rata 95% yang artinya sistem berjalan sesuai dengan fungsinya, untuk faktor Usability mendapatkan nilai rata – rata 96% yang artinya sistem mudah untuk di pahami dan dipelajari, dan untuk faktor Portability mendapatkan nilai rata – rata 87% yang artinya sistem mudah untuk dijalankan di berbagai lingkungan perangkat keras.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Winarti, M. Ihsan, and N. Wulandari, “Perancangan Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web pada Toko Campus Mart Unimuda Sorong dengan PHP Dan MySql,” *J. PETISI Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 44–56, Feb. 2020, doi: 10.36232/jurnalpetisi.v1i1.390.

[2] F. Fidiyanti, A. R. Subagja, R. P. Wachyu, and H. Madiistriyatno, "ANALISIS STRATEGI PENGEMBANGAN BISNIS MENGGUNAKAN TEKNOLOGI ARTIFICIAL INTELEGENCE".

[3] Y. D. Wijaya and M. W. Astuti, "Sistem Informasi Penjualan Tiket Wisata Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall," 2019.

[4] A. S. Faqih and A. D. Wahyudi, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENJUALAN BERBASIS WEB (STUDI KASUS : MATCHMAKER)," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 3.

[5] D. C. S. Wicaksono and C. Rudianto, "Perancangan Pengelolaan Stok Barang Berbasis Web Dengan Metode Prototype Pada Toko Hosana Salatiga," vol. 8, 2023.

[6] A. L. Toruan and S. P. Saragih, "SISTEM INFORMASI PENJUALAN SEMBAKO BERBASIS WEB PADA TOKO VILLA BATAM," vol. 07, no. 01, 2022.

[7] A. Tashdiqa, R. Nutria Lestari, Y. Rahayu, R. Nurafifah Syabaniah, and E. Mutiara, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PELAPORAN HARGA SEMBAKO," *JUSTIKA J. Sist. Inf. Akunt.*, vol. 1, no. 1, pp. 18–24, Jul. 2021, doi: 10.31294/justika.v1i1.446.

[8] D. A. Heni, B. Mursito, and R. Damayanti, "PENGARUH KEPERCAYAAN, KEMUDAHAN TRANSAKSI, DAN PROMOSI TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN ONLINE PENGGUNA SITUS SHOPEE," 2020.

[9] U. Rahardja, Q. Aini, M. Yusup, and A. Edliyanti, "Penerapan Teknologi Blockchain Sebagai Media Pengamanan Proses Transaksi E-Commerce," *CESS J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 5, no. 1, p. 28, Jan. 2020, doi: 10.24114/cess.v5i1.14893.

[10] Z. N. Aini, S. B. C. Yuli, and R. Hakim, "Perilaku Muzakki dalam Membayar Zakat Melalui Transaksi Non-Tunai di Lembaga Inisiatif Zakat Indonesia (IZI) Surabaya".

[11] E. I. Syaripudin, D. Konkon Furkony, M. Maulin, and H. Bisri, "PRINSIP-PRINSIP DAN KAIDAH TRANSAKSI DALAM EKONOMI SYARI'AH," *J. Huk. Ekon. Syariah JHESY*, vol. 1, no. 2, pp. 284–294, Apr. 2023, doi: 10.37968/jhesy.v1i2.359.

[12] M. Tabrani and S. Suhardi, "Implementation of Prototype Method in School Payment Information System of SMP AL- Mushlis Karawang," *J. Teknol. DAN OPEN SOURCE*, vol. 5, no. 1, pp. 64–72, Jun. 2022, doi: 10.36378/jtos.v5i1.2234.

[13] B. Simamora, "Skala Likert, Bias Penggunaan dan Jalan Keluarnya," *J. Manaj.*, vol. 12, no. 1, pp. 84–93, Nov. 2022, doi: 10.46806/jman.v12i1.978.

[14] S. R. Widyastuti, "PENGEMBANGAN SKALA LIKERT UNTUK MENGUKUR SIKAP TERHADAP PENERAPAN PENILAIAN AUTENTIK SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA".

[15] N. Lestari and N. Harjono, "Pengembangan Instrumen Penilaian Karakter PPK Aspek Kemandirian Pembelajaran Tematik Terpadu Siswa SD Kelas 4," *Mimb. PGSD Undiksha*, vol. 9, no. 1, p. 19, Apr. 2021, doi: 10.23887/jjpgsd.v9i1.33379.

[16] A. H. Muhammad, B. Ajisaputro, and S. Sudin, "ANALISIS PEMANFAATAN SISTEM INFORMASIAKADEMIK UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS SISTEM MENGGUNAKAN STANDAR ISO 9126," vol. 6, no. 1, 2022.

[17] F. Juliyanto, "REKAYASA APLIKASI MANAJEMEN E-FILLING DOKUMEN SURAT PADA PT ALP (ATOSIM LAMPUNG PELAYARAN)," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1.

[18] R. P. Aji, "Analisis Perangkat Lunak Penilaian Digital Pertandingan Pencak Silat Menggunakan ISO 9126," *STRING Satuan Tulisan Ris. Dan Inov. Teknol.*, vol. 5, no. 3, p. 307, Apr. 2021, doi: 10.30998/string.v5i3.7727.

[19] A. Rachman, Y. Efendi, H. Nugroho, P. S. Alala, and F. Rozi, "Implementasi Model Incremental Pada Pengembangan Aplikasi Pengenalan Rempah-Rempah Berbasis Game".

[20] D. C. E. Manalu and A. Rachman, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENJUALAN BATIK BERBASIS WEB MENGUNAKAN MODEL INCREMENTAL," *KERNEL J. Ris. Inov. Bid. Inform. Dan Pendidik. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 41–48, Sep. 2022, doi: 10.31284/j.kernel.2022.v3i1.2423.

- Halalamn ini sengaja dikosongkan -

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7259

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Comparative Analysis Of Lstm, Gru And Meta Prophet Stock Forecasting Methods With Var-Es Risk Evaluation

Anggito Karta Wijaya[1], Priza Pandunata[2], Muhamad Arief Hidayat[3]

Universitas Jember[123]

e-mail: 212410101055@mail.unej.ac.id

ABSTRACT

This study compares the performance of Long Short-Term Memory (LSTM), Gated Recurrent Unit (GRU), and Prophet models in predicting real estate stock prices on the Indonesia Stock Exchange (2019–2024) and evaluates investment risks using Value at Risk (VaR) and Expected Shortfall (ES). Historical stock data underwent normalization and dataset splitting (ratios of 70:30, 80:20, and 90:10), with time steps of 40, 60, and 100, and three dense layers (25 and 50 neurons). Performance was evaluated using MSE, RMSE, MAE, and MAPE. Results indicate that GRU achieved the highest accuracy, especially for PWON, ASRI, and DILD stocks, with the lowest MSE values (PWON: 120.7436, ASRI: 26.3150, DILD: 28.9713). LSTM showed competitive performance, while Prophet had the lowest accuracy for short-term predictions. Risk analysis revealed Prophet had the lowest historical risk but the highest risk for 150-day forecasts. LSTM demonstrated superior long-term risk mitigation. Comparison with actual prices revealed that LSTM and GRU more accurately captured stock price fluctuations than Prophet, particularly during sharp price changes. GRU provided the closest predictions in the 150-day forecast scenario, making it the most effective model for real estate stock forecasting. This study offers valuable insights for investors and portfolio managers in understanding stock price movements and managing investment risks in the real estate sector.

Keywords: *LSTM, GRU, Meta Prophet, Stock Forecasting, Investment Risk*

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan kinerja Long Short-Term Memory (LSTM), Gated Recurrent Unit (GRU), dan Prophet dalam memprediksi harga saham sektor real estate di Bursa Efek Indonesia periode 2019–2024, serta menganalisis risiko investasi menggunakan Value at Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES). Data saham melalui normalisasi dan pembagian dataset (rasio 70:30, 80:20, 90:10) dengan time step 40, 60, 100, serta

tiga lapisan dense (25, 50 neuron). Evaluasi menggunakan MSE, RMSE, MAE, dan MAPE. Hasil menunjukkan GRU unggul dengan akurasi tertinggi pada saham PWON, ASRI, dan DILD, mencatat MSE terendah (PWON: 120.7436, ASRI: 26.3150, DILD: 28.9713). LSTM memiliki performa kompetitif, sementara Prophet menunjukkan kinerja terendah dalam peramalan jangka pendek. Pada analisis risiko, Prophet memiliki risiko terendah untuk data historis, namun mencatat risiko tertinggi dalam proyeksi 150 hari. LSTM terbukti unggul untuk mitigasi risiko jangka panjang. Perbandingan prediksi dengan harga aktual menunjukkan LSTM dan GRU lebih akurat dalam menangkap fluktuasi harga saham dibandingkan Prophet, terutama pada perubahan harga tajam. GRU menghasilkan prediksi terbaik dalam skenario peramalan 150 hari, menjadikannya model paling efektif untuk sektor real estate. Penelitian ini memberikan referensi bagi investor dan pengelola portofolio untuk memahami pergerakan harga saham dan mengelola risiko investasi.

Kata Kunci*:* LSTM, GRU, Meta Prophet, Peramalan Saham, Risiko Investasi

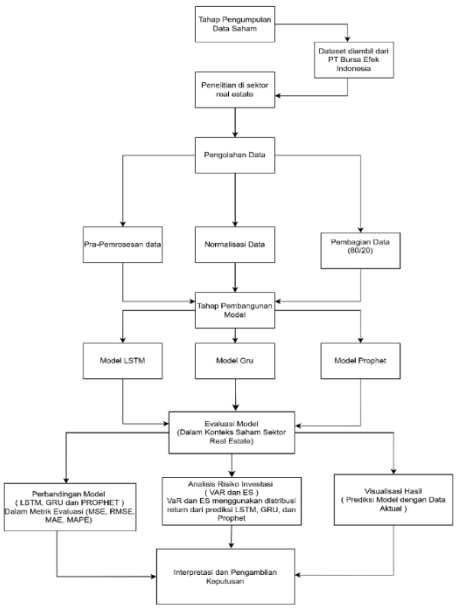
PENDAHULUAN

Pasar modal memiliki peran krusial dalam perekonomian modern, dengan saham sebagai instrumen investasi utama. Sejarah saham dimulai sejak 1602 dengan penerbitan saham publik pertama oleh VOC [1]. Meskipun saham menawarkan peluang keuntungan, risiko akibat faktor ekonomi yang kompleks tetap tinggi. Jaymit Bharatbhai Pandya et al. (2022) menyoroti tantangan dalam memprediksi harga saham karena nonlinieritas faktor-faktor tersebut [2]. Berbagai metode, seperti ARIMA, telah digunakan untuk meramalkan harga saham. Namun, penelitian Mochamad Ridwan et al. (2023) menunjukkan bahwa GRU lebih unggul dibandingkan ARIMA pada saham Bank Mandiri, dengan MAPE masing-masing 0,77% dan 4,09% [3]. Model pembelajaran mesin seperti LSTM, GRU, dan Prophet dianggap lebih efektif untuk data deret waktu yang kompleks. Agus Tri Haryono et al. (2024) menunjukkan bahwa GRU dan LSTM unggul dalam memprediksi saham di Bursa Efek Indonesia, dengan TFGRU mencatat kinerja terbaik [4]. Long Short-Term Memory (LSTM), yang diperkenalkan oleh Hochreiter dan Schmidhuber pada tahun 1997, terbukti efektif dalam memprediksi tren harga saham, terutama yang dipengaruhi oleh siklus properti dan kebijakan pemerintah. Penelitian oleh Burak Gülmez (2023) menunjukkan bahwa LSTM yang dioptimalkan dengan Artificial Rabbits Optimization Algorithm (ARO) memiliki MSE lebih rendah dibandingkan model LSTM-GA dan ANN [5]. Selain itu, Kuei-Chen Chiu (2023) menunjukkan bahwa LSTM efektif dalam meramalkan harga properti di Taiwan pasca-pandemi dengan hasil evaluasi model yang baik [6]. Fang et al. (2024) mengembangkan model LSTM adaptif untuk mengatasi fluktuasi tajam pada data keuangan [7]. Furizal et al. (2024) berhasil memprediksi saham BCA dengan MAE dan MSE rendah serta akurasi hingga 99,42% menggunakan model Multi-Layer Sequential LSTM (MLS-LSTM) [8]. Gated Recurrent Unit (GRU), yang diperkenalkan oleh Cho et al. pada tahun 2014, menawarkan efisiensi komputasi lebih tinggi dengan struktur yang lebih sederhana namun tetap efektif dalam menangkap ketergantungan jangka panjang. Penelitian Mustafa Yurtsever (2021) menunjukkan bahwa GRU efektif dalam meramalkan harga emas dengan MAE 71,24 dan MAPE 4,91 [9]. Joy Dip Das et al. (2024) menemukan bahwa model AE-GRU, yang menggabungkan autoencoder dengan GRU, lebih unggul dibandingkan AE-LSTM dalam meramalkan harga aset bergejolak seperti cryptocurrency dan saham di sektor properti [10]. Chi Chen et al. (2023) mengembangkan metode prediksi saham dengan RMSE rendah, sedangkan Armin Lawi et al. (2022) mencatat akurasi tertinggi GRU dengan MAPE sebesar 98,48% [11]. Meta Prophet, yang dikembangkan oleh Facebook, menawarkan fleksibilitas dalam pemodelan deret waktu dengan kemampuan menangani efek musiman dan tren nonlinier. Fitur ini relevan untuk sektor properti yang sering dipengaruhi oleh faktor makroekonomi. Taylor dan Letham (2018) menjelaskan bahwa Prophet menggunakan model aditif untuk menyesuaikan tren nonlinier dan musiman. Penelitian oleh Barani Shaju dan Valliammal Narayan (2023) menunjukkan bahwa kombinasi Neural Prophet dan LSTM (LSTMNP) memberikan prediksi lebih akurat untuk saham IBM, dengan MSE sebesar 0,1110 [12]. Penelitian ini berfokus pada sektor properti di Indonesia, yang diproyeksikan tumbuh dari USD 64,78 miliar pada 2024 menjadi USD 85,97 miliar pada 2029, didukung oleh urbanisasi cepat, permintaan tinggi, serta dukungan pemerintah dan investor asing. Fluktuasi harga di sektor

ini, yang berkaitan erat dengan kondisi makroekonomi, membuat prediksi harga saham menjadi sangat penting untuk mengelola risiko investasi. Dalam manajemen risiko keuangan, VaR digunakan untuk memperkirakan kerugian maksimum dalam rentang kepercayaan tertentu, sementara ES menghitung rata-rata kerugian yang melampaui VaR. Van der Lecq dan Vuuren (2024) menunjukkan Kalman Filter dapat meningkatkan akurasi estimasi VaR dan ES [13], sedangkan Wang et al. (2024) menggunakan pembelajaran mesin berbasis GANs untuk analisis risiko yang lebih efektif [14]. Penelitian ini menganalisis tiga saham di sektor properti menggunakan LSTM, GRU, dan Prophet untuk prediksi harga saham, serta VaR dan ES untuk mengukur risiko investasi. Evaluasi model dilakukan dengan metrik MAE, MSE, dan RMSE, dan hasilnya disajikan melalui visualisasi untuk mempermudah pemahaman. Penelitian ini bertujuan membantu investor mengambil keputusan yang lebih informatif dan bertanggung jawab.

METODE PENELITIAN

Pada tahap ini yang dimana perencanaan alur penelitian dirancang secara terstruktur dan sistematis untuk mencapai tujuan penelitian dengan maksimal. Alur penelitian pada Gambar 1 mencakup pengumpulan data saham, pengolahan data, pembuatan model, evaluasi dan perbandingan model, analisis risiko investasi (VaR dan ES), visualisasi hasil, interpretasi, dan pengambilan keputusan.



Gambar 1. Alur Penelitian

1. Datasets

Pada tahap pengumpulan data, penelitian ini menggunakan data historis saham dari Bursa Efek Indonesia (BEI) periode 2019-2024. Dataset diambil dari situs resmi BEI dan berfokus pada sektor real estate, khususnya perusahaan-perusahaan seperti PT Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT Alam Sutera Realty Tbk (ASRI), dan PT Duta Anggada Realty Tbk (DILD). Dataset ini mencakup sekitar 1200 data dengan kolom-kolom seperti date, open_price, close, high, low, volume, dan lain-lain. Kolom close dipilih sebagai fokus penelitian karena dianggap paling representatif dalam menggambarkan kondisi pasar dan cocok untuk analisis time series dan peramalan jangka panjang.

2. Tahap Processing Data

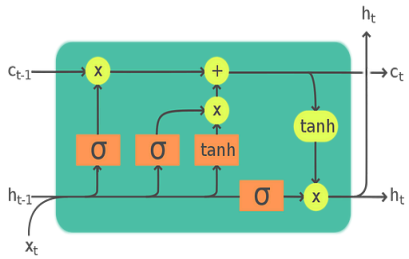
Pada Tahap pengolahan data melibatkan pra-pemrosesan, normalisasi, dan pembagian data. Data saham diurutkan secara kronologis, nilai hilang diisi dengan interpolasi linier, dan Min-Max Scaling digunakan untuk normalisasi ke rentang 0-1. Data dibagi menjadi data latih dan uji dengan rasio 70:30, 80:20, dan 90:10 untuk mengevaluasi pengaruh proporsi data terhadap akurasi model.

3. Architecture Model Building

Tahapan ini meliputi pembangunan model prediksi dengan metode LSTM, GRU, Prophet, dan VaR yang disesuaikan dengan karakteristik data dan telah melalui proses meliputi pre-processing data, normalisasi data, dan pembagian data, kemudian dilanjutkan dengan tahap pembangunan data yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengembangan data.

3.1 Long Short-Term Memory (LSTM)

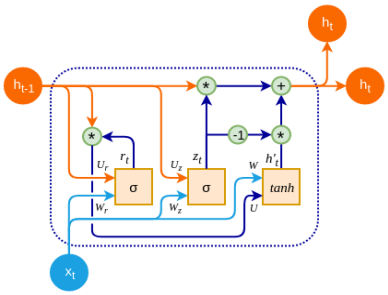
Long Short-Term Memory (LSTM), diperkenalkan pada 1997 adalah jaringan saraf dalam keluarga RNN yang dirancang untuk mengatasi masalah gradien menghilang. LSTM unggul dalam memproses data berurutan dengan ketergantungan jangka panjang, menjadikannya ideal untuk peramalan saham. Arsitekturnya mencakup state cell untuk memori jangka panjang serta tiga gerbang (lupa, masukan, keluaran) yang mengatur aliran informasi. Struktur ini memungkinkan LSTM menangkap pola nonlinier kompleks dan menyimpan informasi penting secara selektif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Long Short-Term Memory (Source : (Medium – Bina Nusantara IT Divison, 2023)

3.2 Gated Recurrent Unit (GRU)

Gated Gated Recurrent Unit (GRU) yang diperkenalkan oleh Cho et al. (2014) adalah varian RNN yang lebih sederhana dan cepat, dirancang untuk mengatasi masalah gradien hilang. GRU memiliki dua gerbang utama: gerbang update untuk mengontrol informasi baru dan lama, serta gerbang reset untuk mengatur informasi yang dilupakan. Dengan arsitektur lebih efisien dibandingkan LSTM, GRU memproses data berurutan kompleks, seperti prediksi harga saham, dengan akurasi tinggi dan pelatihan lebih cepat. Gambar 2 menunjukkan struktur GRU yang efektif dalam menangani ketergantungan temporal, pola kompleks, dan volatilitas data saham.



Gambar 3. Arsitektur Gated Recurrent Unit ((Medium - Anish Nama, 2023)

3.3 Meta Prophet

Meta Prophet adalah perpanjangan dari model Prophet yang diperkenalkan oleh Facebook untuk meramalkan data deret waktu, terutama data musiman dan tidak teratur. Arsitekturnya mencakup komponen tren, musiman, dan hari libur yang dikombinasikan dengan jaringan saraf untuk menangkap hubungan yang lebih kompleks dalam data. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuannya untuk menangani data yang beragam, termasuk pola musiman dan faktor eksternal. Dalam peramalan harga saham, Meta Prophet memberikan prediksi yang akurat serta interpretasi yang lebih baik terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham, terutama di sektor real estate.

4. Value At Risk (VAR) and Expected Shortall (ES)

Value at Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES) adalah alat penting dalam mengukur risiko investasi, yang digunakan untuk memperkirakan potensi kerugian maksimum dan rata-rata kerugian ekstrem dalam periode tertentu. VaR diperkenalkan oleh JP Morgan pada tahun 1993 melalui RiskMetrics, sedangkan ES dikembangkan oleh Acerbi dan Tasche pada tahun 2002 untuk mengatasi kelemahan VaR. Keduanya membantu investor dan lembaga keuangan memahami serta mengelola risiko pasar, baik dalam kondisi normal (VaR) maupun skenario terburuk (ES).

Rumus VaR:

$$VaR_{\alpha} = \inf inf \{x \in R : \ F(x) \geq \alpha\} \quad (1)$$

Penjelasan Rumus Var:

1. VaR_{α} = Nilai VaR pada tingkat kepercayaan α
2. $F(x)$ = Distribusi kumulatif dari kerugian.
3. α = Tingkat kepercayaan, seperti 95% atau 99%.

Rumus ES:

$$ES_{\alpha} = E(X|X > VaR_{\alpha}) \quad (2)$$

Penjelasan Rumus ES:

1. ES_{α} = Nilai ES pada tingkat kepercayaan α
2. $E(X|X > VaR_{\alpha})$ = Nilai ekspektasi dari kerugian yang lebih besar dari VaR.

VaR membantu mengidentifikasi kerugian maksimum yang mungkin terjadi, sementara ES memberikan estimasi rata-rata kerugian dalam kondisi ekstrem. Keduanya penting dalam pengambilan keputusan dan merancang strategi mitigasi risiko untuk menjaga stabilitas portofolio investasi di tengah fluktuasi pasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Evaluation of Long Short-Term Memory (LSTM) Model

Pada tahap evaluasi, model LSTM dinilai menggunakan MSE, RMSE, MAE, MAPE, dan grafik perbandingan harga aktual dan prediksi. Model dilatih pada data saham PWON, ASRI, dan DILD dengan proporsi data 70:30, 80:20, 90:10, time step 40, 60, 100,

dan tiga lapisan padat (25 atau 50 neuron). Dengan Adam optimizer dan fungsi kerugian MSE, model dilatih selama 50 epoch dengan batch size 64. Validasi data uji dilakukan untuk mencegah overfitting. Arsitektur pada tabel 1 menggunakan 25 neuron dengan 72.301 parameter, lebih efisien secara komputasi. Sementara itu, tabel 2 dengan 50 neuron dan 73.601 parameter lebih kompleks, memungkinkan penangkapan pola data yang lebih baik namun berisiko overfitting.

.

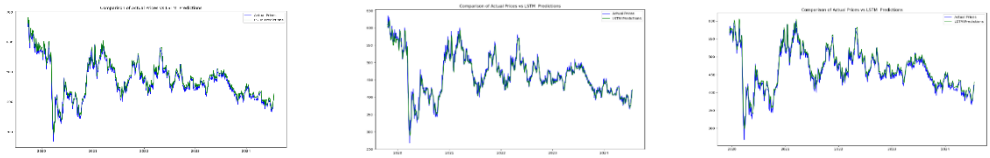
Tabel 1. Arsitektur LSTM Lapisan 25

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_2 (LSTM)	(None, 60, 100)	30,9
lstm_3 (LSTM)	(None, 50)	22,8
dense_2 (Dense)	(None, 25)	1,275
dense_3 (Dense)	(None, 1)	26
Total params		**72,301 (282.43 KB)**
Trainable params		**72,301 (282.43 KB)**
Non-trainable params		**0 (0.00 Byte)**

Tabel 2. Arsitektur LSTM Lapisan 50

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm (LSTM)	(None, 60, 100)	40,8
lstm_1 (LSTM)	(None, 50)	30,2
dense (Dense)	(None, 50)	2,55
dense_1 (Dense)	(None, 1)	512
Total params		**73,601 (287.50 KB)**
Trainable params		**73,601 (287.50 KB)**
Non-trainable params		**0 (0.00 Byte)**

Pada Gambar 4-6 menunjukkan perbandingan antara harga aktual saham-saham sektor real estate (garis biru) dengan hasil prediksi model LSTM (garis hijau) pada dua skenario time step, yaitu 40, 60, dan 100. Tiga saham yang dianalisis adalah PWON, ASRI, dan DILD. Ketiga model time step tersebut secara umum mampu mengikuti pola harga aktual dengan baik, meskipun terdapat sedikit perbedaan di beberapa titik. Pada semua time step, menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam memprediksi dan memberikan prediksi yang mendekati harga aktual. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik.



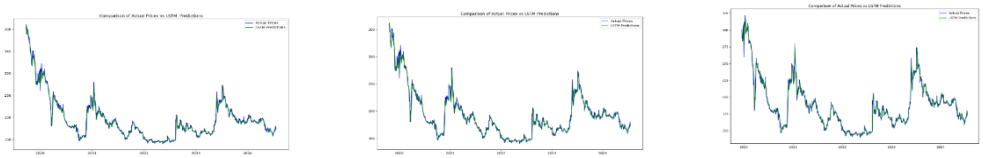
(a) (b) (c)

Gambar 4. a) 40 TimeStep (PWON) , b) 60 TimeStep (PWON), c)100 TimeStep (PWON).



(a) (b) (c)

Gambar 5. a) 40 TimeStep (ASRI) , b) 60 TimeStep (ASRI), c)100 TimeStep (ASRI).



(a) (b) (c)

Gambar 6. a) 40 TimeStep (DILD) , b) 60 TimeStep (DILD), c)100 TimeStep (DILD).

Berdasarkan penjelasan pada Tabel 3 yang berisi metrik evaluasi model LSTM untuk saham PWON, ASRI, dan DILD pada sektor real estate. Pada saham PWON, model dengan konfigurasi time step 100, pembagian data 70:30, dan tiga lapisan densitas dengan 25 neuron menghasilkan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 135,3501, Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 11,6340, Mean Absolute Error (MAE) sebesar 8,2847, dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 1,8083. Pada saham ASRI, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3, model dengan konfigurasi time step 60, pembagian data 80:20, dan tiga lapisan padat dengan 25 neuron menunjukkan hasil evaluasi yang lebih baik dibandingkan dengan PWON. Nilai MSE yang dihasilkan sebesar 32,0876, RMSE sebesar 5,6646, MAE sebesar 3,6132, dan MAPE sebesar 2,1080. Sementara itu, untuk saham DILD, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3, model dengan konfigurasi time step 100, pembagian data 80:20, dan tiga lapisan padat dengan 25 neuron memberikan hasil evaluasi yang paling baik dibandingkan dengan saham-saham lainnya. Nilai MSE yang dihasilkan sebesar 31.9867, RMSE sebesar 5.6557, MAE sebesar 3.4209, dan MAPE sebesar 1.7317. Evaluasi ini meliputi pembagian data dengan proporsi 70:30, 80:20, dan 90:10, serta time step 40, 60, dan 100, dengan tambahan tiga lapisan padat yang terdiri dari 25 dan 50 neuron.

Tabel 3. Evaluasi Model PWON ASRI dan DILD

			LSTM				
Saham	Time_Step	Pembagian Data	Model Arsitektur	MSE	RMSE	MAE	MAPE
PWON	100	70	25	135.3501	11.6340	8.2847	1.8083
ASRI	60	80	25	32.0876	5.6646	3.6132	2.1080
DILD	100	80	25	31.9867	5.6557	3.4209	1.7317

B. Evaluation of Gated Recurrent Unit (GRU) Model

Pada tahap evaluasi, model GRU dinilai dengan menggunakan nilai MSE, RMSE, MAE, MAPE, dan grafik perbandingan harga saham aktual dan prediksi. Model dilatih pada data saham sektor real estate, yaitu PT Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT Alam Sutera Realty Tbk (ASRI), dan PT Duta Anggada Realty Tbk (DILD) dengan proporsi data 70:30, 80:20, 90:10, time step 40, 60, 100, dan tiga lapisan padat yang terdiri dari 25 dan 50 neuron. Model dibangun menggunakan pengoptimal Adam dan fungsi kerugian MSE, dilatih selama 50 epoch dengan ukuran batch 64. Data uji digunakan untuk validasi untuk mencegah overfitting, dan riwayat pelatihan dicatat untuk analisis kinerja. Tahap ini bertujuan untuk mengoptimalkan model GRU untuk prediksi harga saham.

Pada tabel 4 dan tabel 5, perbedaan utama antara kedua arsitektur GRU terletak pada jumlah neuron pada lapisan padat terakhir, yaitu 25 neuron pada tabel 6 dengan

55.001 parameter, dan 50 neuron pada tabel 5 dengan 56.301 parameter. Arsitektur pada tabel 7 lebih kompleks, memungkinkan model untuk menangkap pola data dengan lebih baik, tetapi membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama dan berisiko overfitting. Sebaliknya, arsitektur pada tabel 4 lebih efisien secara komputasi, meskipun kemampuan untuk menangkap pola yang kompleks sedikit berkurang. Keduanya dirancang untuk kinerja optimal sesuai dengan kebutuhan data.

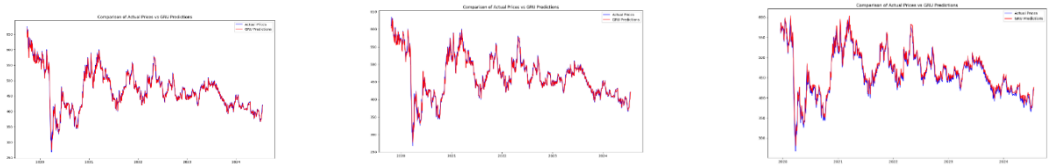
Tabel 4. Arsitektur GRU Lapisan 25

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm (LSTM)	(None, 60, 100)	40,8
lstm_1 (LSTM)	(None, 50)	30,2
dense (Dense)	(None, 50)	2,55
dense_1 (Dense)	(None, 1)	512
Total params		**73,601 (287.50 KB)**
Trainable params		**73,601 (287.50 KB)**
Non-trainable params		**0 (0.00 Byte)**

Tabel 5. Arsitektur GRU Lapisan 50

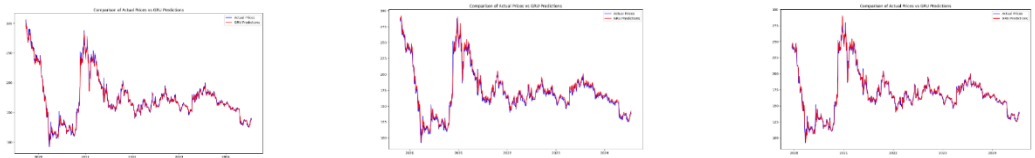
Layer (type)	Output Shape	Param #
gru (GRU)	(None, 60, 100)	30,9
gru_1 (GRU)	(None, 50)	22,8
dense_2 (Dense)	(None, 50)	2,55
dense_3 (Dense)	(None, 1)	51
Total params		**56,301 (219.93 KB)**
Trainable params		**56,301 (219.93 KB)**
Non-trainable params		**0 (0.00 Byte)**

Pada gambar 7 - 9 menunjukkan perbandingan antara harga saham sektor real estate aktual (garis biru) dengan hasil prediksi model GRU (garis merah) pada dua skenario time step, yaitu 40, 60, dan 100. Tiga saham yang dianalisis adalah PWON, ASRI, dan DILD. Secara umum, ketiga model time step ini dapat mengikuti pola pergerakan harga saham dengan sangat baik. Semua time step menunjukkan hasil prediksi yang akurat dan memberikan hasil prediksi yang mendekati harga aktual. Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga model time step tersebut menunjukkan kinerja yang baik.



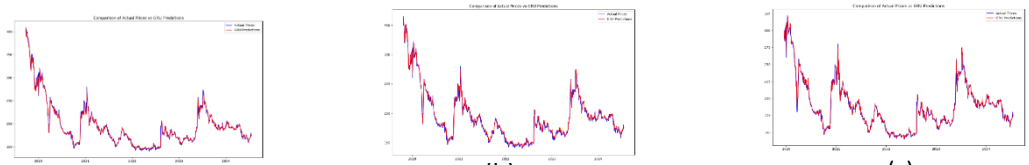
(a) (b) (c)

Gambar 7. a) 40 TimeStep (PWON) , b) 60 TimeStep (PWON), c)100 TimeStep (PWON).



(a) (b) (c)

Gambar 8. a) 40 TimeStep (ASRI) , b) 60 TimeStep (ASRI), c)100 TimeStep (ASRI).



(a) (b) (c)

Gambar 9. a) 40 TimeStep (DILD) , b) 60 TimeStep (DILD), c)100 TimeStep (DILD).

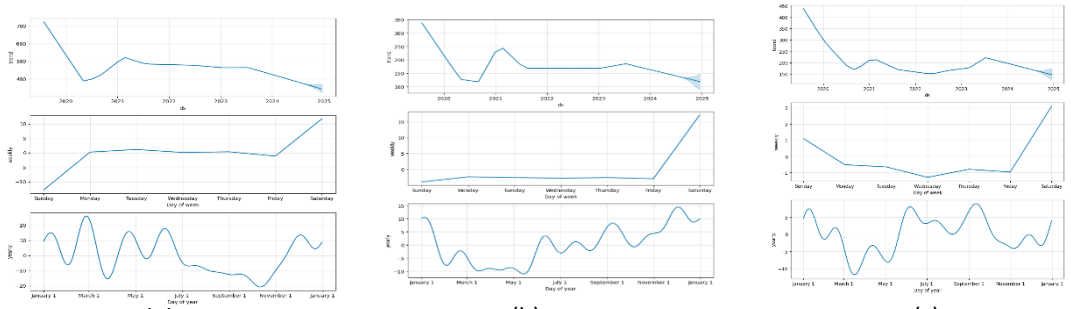
Berdasarkan penjelasan pada tabel 6 yang berisi metrik evaluasi model GRU untuk saham PWON, ASRI, dan DILD pada sektor real estate. Pada saham PWON, model dengan konfigurasi time step 100, pembagian data 70:30, dan tiga lapisan padat dengan 25 neuron menghasilkan nilai MSE sebesar 120,7436, RMSE sebesar 10,9883, MAE sebesar 7,8569, dan MAPE sebesar 1,7254. Pada saham ASRI, seperti yang terlihat pada Tabel 4.10, model dengan konfigurasi time step 60, pembagian data 70:30, dan tiga lapisan padat dengan 50 neuron menghasilkan nilai MSE sebesar 26,3150, RMSE sebesar 5,1298, MAE sebesar 3,1823, dan MAPE sebesar 1,8712. Sementara itu, untuk saham DILD, seperti yang ditunjukkan pada tabel 6, model dengan konfigurasi time step 100, pembagian data 80:20, dan tiga lapisan padat dengan 25 neuron menghasilkan nilai MSE sebesar 28,9713, RMSE sebesar 5,3825, MAE sebesar 3,0672, dan MAPE sebesar 1,5362. Evaluasi ini meliputi pembagian data dengan proporsi 70:30, 80:20, dan time step 40, 60, dan 100, dengan penambahan tiga lapisan padat yang berisi 25 dan 50 neuron.

Tabel 6. Evaluasi Model PWON ASRI dan DILD

GRU							
Saham	Time_Step	Pembagian Data	Model Arsitektur	MSE	RMSE	MAE	MAPE
PWON	100	70	25	120.7436	10.9883	7.8569	1.7254
ASRI	60	70	50	26.3150	5.1298	3.1823	1.8712
DILD	100	80	25	28.9713	5.3825	3.0672	1.5362

C. Evaluation of Meta Prophet Model

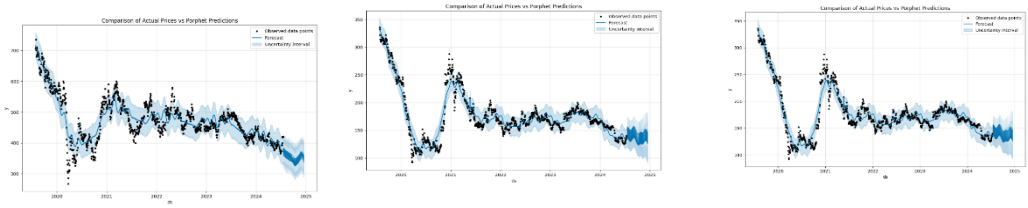
Evaluasi model Meta Prophet dilakukan dengan membandingkan prediksi dengan harga saham aktual, mengidentifikasi tren mingguan dan tahunan untuk menangkap fluktuasi musiman serta pola jangka panjang. Hasil evaluasi menggunakan metrik seperti MSE, RMSE, MAE, dan MAPE menunjukkan akurasi model dalam memprediksi harga saham berdasarkan data historis.



(a) (b) (c)

Gambar 10. a) Tren dan Musiman(PWON) , b) Tren dan Musiman(ASRI), c) Tren dan Musiman (DILD)

Berdasarkan Gambar 10 analisis tren dan musiman saham PWON, ASRI, dan DILD menggunakan metode Prophet menunjukkan tiga komponen utama: tren utama menggambarkan pola umum pergerakan harga, komponen musiman tahunan menunjukkan pola berulang bulanan, dan komponen musiman mingguan menunjukkan fluktuasi berdasarkan hari dalam seminggu. Analisis ini mengungkap pola historis yang signifikan dari ketiga saham tersebut. Berdasarkan Gambar 10, grafik ini memperbandingkan harga aktual saham dengan hasil prediksi menggunakan metode *prophet* untuk saham PWON, ASRI, dan DILD. Titik hitam mewakili harga aktual, sedangkan garis biru menunjukkan prediksi, dengan area biru terang yang menggambarkan ketidakpastian prediksi. Pada ketiga grafik, prediksi *prophet* mengikuti tren harga aktual, meskipun terdapat fluktuasi dan deviasi pada beberapa periode, terutama saat terjadi perubahan tajam pada harga saham. Area ketidakpastian semakin lebar pada proyeksi jangka panjang, mencerminkan tingginya ketidakpastian. Secara keseluruhan, grafik ini memberikan gambaran mengenai kemampuan *prophet* dalam memprediksi pergerakan harga saham, dengan mempertimbangkan fluktuasi historis dan rentang ketidakpastian di masa depan.



(a) (b) (c)

Gambar 10. a) Aktual vs Prediksi (PWON), b) Aktual vs Prediksi (ASRI) , c) Aktual vs Prediksi (DILD)

Berdasarkan hasil evaluasi model Prophet pada tabel 7 untuk saham PWON, ASRI, dan DILD, dapat disimpulkan bahwa pada saham PWON, model *prophet* dengan konfigurasi *time step* 40 menghasilkan nilai MSE sebesar 1094.4632, RMSE sebesar 33.0827, MAE sebesar 25.7171, dan MAPE sebesar 5.6554. Pada saham ASRI, model Prophet dengan time step 40 memberikan nilai MSE sebesar 177.4683, RMSE sebesar 13.3217, MAE sebesar 10.1098, dan MAPE sebesar 6.1248. Sedangkan untuk saham DILD, model *prophet* dengan *time step* 100 menghasilkan nilai MSE sebesar 203.7851, RMSE sebesar 14.2753, MAE sebesar 11.0600, dan MAPE sebesar 5.9133. Secara keseluruhan, model *prophet* memberikan hasil terbaik pada saham ASRI, saham PWON dan saham DILD.

Tabel 7. Evaluasi Model PWON ASRI dan DILD

Prophet					
Saham	Time_Step	MSE	RMSE	MAE	MAPE
PWON	40	1094.4632	33.0827	25.7171	5.6554
ASRI	40	177.4683	13.3217	10.1098	6.1248
DILD	100	203.7851	14.2753	11.0600	5.9133

D. Evaluasi Analisis Risiko Investasi Menggunakan VaR dan ES

Berdasarkan analisis pada tabel 8 Prophet menunjukkan risiko terendah di semua saham yang dianalisis. Pada saham PWON, Prophet mencatat VaR terendah antara 0.006826–0.006849 dan ES terendah antara 0.010277–0.010341. Pada saham ASRI, Prophet memiliki VaR terendah antara 0.006826–0.010277 dan ES terendah antara 0.010277–0.013305. Sementara itu, pada saham DILD, Prophet mencatat VaR terendah antara 0.006848–0.006872 dan ES terendah antara 0.006848–0.009524. Secara keseluruhan, Prophet consistently menjadi model dengan risiko terendah dibandingkan LSTM dan GRU.

Tabel 8. Metrik Evaluasi Analisis Risiko Investasi PWON, ASRI dan DILD

Saham	Time_Step	Pembagian Data	Model Arsitektur	Model Algoritma	VaR	ES
PWON	100	90	50	LSTM	0.016266	0.026454
	100	70	25	LSTM	0.027534	0.041056
	100	90	50	GRU	0.022054	0.033931
	100	70	50	GRU	0.032810	0.048208
	60	70	25	PROPHET	0.006826	0.010277
	60	80	25	PROPHET	0.006849	0.010341
ASRI	100	90	50	LSTM	0.021973	0.026454
	60	80	25	LSTM	0.028586	0.051444
	60	70	25	GRU	0.030159	0.044636
	100	80	50	GRU	0.036046	0.053380
	60	70	25	PROPHET	0.006826	0.010277

	100	80	50	PROPHET	0.010277	0.013305
DILD	60	80	25	LSTM	0.022703	0.037045
	100	90	50	LSTM	0.025039	0.039457
	60	70	25	GRU	0.028147	0.042795
	100	80	50	GRU	0.029358	0.045107
	60	70	25	PROPHET	0.006848	0.006848
	100	80	50	PROPHET	0.006872	0.009524

Berdasarkan tabel 9 analisis risiko investasi menunjukkan bahwa pada saham PWON, nilai Value at Risk (VaR) pada tingkat kepercayaan 95 persen adalah sebesar 3,49 persen, dengan Expected Shortfall (ES) sebesar 5,08 persen. Pada saham ASRI, nilai VaR tercatat sebesar 4,11 persen, sedangkan nilai ES mencapai 5,93 persen. Terakhir, pada saham DILD, nilai VaR adalah sebesar 3,51 persen, dengan nilai ES sebesar 5,12 persen. Hasil ini mencerminkan potensi kerugian maksimum dan rata-rata kerugian lebih lanjut jika melampaui nilai VaR pada masing-masing saham.

Tabel 9. Confidence Analisis Risiko Investasi Saham PWON, ASRI and DILD

Saham	Value at Risk (95% confidence)	Expected Shortfall (95% confidence)
PWON	0.0349	0.0508
ASRI	0.0411	0.0593
DILD	0.0351	0.0512

E. Peramalan Model 150 Hari Kedepan Saham

Berdasarkan Tabel 10 yang menampilkan peramalan harga saham 150 hari ke depan untuk Pakuwon (PWON), Asri (ASRI), dan Dild (DILD) dengan berbagai pembagian data 70:30, 80:20, dan 90:10, menggunakan time step 40 60 dan 100 serta tiga lapisan dense masing-masing berisi 25 dan 50 neuron dengan model yang digunakan adalah LSTM, GRU, dan Prophet. Pada bulan November, harga aktual saham Pakuwon (PWON) tercatat sebesar 424, dengan prediksi model GRU yang mencapai 432.11, menghasilkan selisih sebesar 8.11. Untuk saham Asri (ASRI), harga aktual adalah 161, dan model LSTM memprediksi 162.60 dengan selisih 1.60. Sementara itu, untuk saham Dild (DILD), harga aktual adalah 168, dan model GRU memprediksi 166.65, menghasilkan selisih 1.35. Pada bulan Desember, harga aktual saham Pakuwon (PWON) tercatat sebesar 390, dan model GRU memprediksi 390.99, dengan selisih 0.99. Untuk saham Asri (ASRI), harga aktual adalah 137, dan model LSTM menghasilkan prediksi sebesar 136.74 dengan selisih 0.26. Sementara itu, untuk saham Dild (DILD), harga aktual adalah 156, dan model LSTM memprediksi 158.09, dengan selisih 2.09. Kesimpulannya, model GRU menunjukkan performa yang lebih baik dalam memprediksi harga saham Pakuwon (PWON) dan Dild (DILD) pada bulan November, serta harga saham Pakuwon (PWON) pada bulan Desember. Sebaliknya, model LSTM lebih unggul dalam memprediksi harga saham Asri (ASRI) pada kedua bulan tersebut.

Tabel 10. Peramalan Model 150 Hari Kedepan Saham PWON, ASRI dan DILD

Saham	Time_Step	Pembagian Data	Model Arsitektur	Date	LSTM_Prediction	GRU_Prediction	Prophet_Prediction
PWON	60	80	25	2024-11-30	590.854492	432.114319	343.718290
	40	90	25	2024-12-31	1205.100464	390.989075	347.987499
ASRI	40	70	50	2024-11-30	162.596725	126.173025	126.173025
	100	70	25	2024-12-31	136.736298	169.906662	131.373695
DILD	60	90	25	2024-11-30	181.803329	166.652191	148.573224
	60	80	25	2024-12-31	158.093536	256.409607	149.932644

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, model GRU terbukti lebih efektif dalam memprediksi harga saham sektor real estate dibandingkan LSTM dan Prophet. GRU memiliki akurasi prediksi yang lebih tinggi dan efisiensi komputasi yang lebih baik, cocok untuk dataset kecil hingga sedang. Model ini juga lebih baik dalam menangkap pola fluktuasi harga saham dan menghasilkan prediksi yang lebih mendekati harga aktual. Model LSTM meskipun efektif pada data dengan ketergantungan jangka panjang, memerlukan waktu pelatihan lebih lama dan komputasi lebih besar, sementara Prophet kurang efektif dalam menangani volatilitas tinggi pada data saham. Dalam analisis risiko, Value at Risk (VaR) mengukur kerugian maksimum pada tingkat probabilitas tertentu, namun terbatas dalam mengukur kerugian ekstrem. Sebaliknya, Expected Shortfall (ES) lebih efektif untuk menangani kerugian ekstrem di pasar volatil. Hasil perhitungan VaR dan ES menunjukkan bahwa GRU memberikan prediksi yang baik mengenai kerugian yang mungkin terjadi. VaR dan ES berguna untuk memahami risiko jangka pendek dan membantu investor dalam pengambilan keputusan yang lebih baik. GRU direkomendasikan untuk diterapkan pada sektor volatil lainnya, seperti teknologi atau energi, serta dalam strategi investasi jangka pendek hingga menengah. Kombinasi GRU dan analisis risiko dengan VaR dan ES dapat membantu investor dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan GRU dengan model lain dan menggunakan data lebih luas untuk meningkatkan akurasi prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Petram, L. O. (2011). *The World's First Stock Exchange: How the Amsterdam Market for VOC Shares Became a Modern Securities Market, 1602–1700* [Doctoral dissertation, University of Amsterdam]. University of Amsterdam Repository. https://pure.uva.nl/ws/files/1427391/85961_thesis.pdf

[2] Pandya, J. B., & Jaliya, U. K. (2022). An empirical study on the various stock market prediction methods. Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, 8(1), 58–80. https://doi.org/10.26594/register.v8i1.2533

[3] Ridwan, M., Sadik, K., & Afendi, F. M. (2023). Comparison of ARIMA and GRU models for high-frequency time series forecasting. Scientific Journal of Informatics, 10(3). https://doi.org/10.15294/sji.v10i3.45965

[4] Haryono, A. T., Sarno, R., & Sungkono, K. R. (2024). Stock price forecasting in Indonesia stock exchange using deep learning: A comparative study. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 14(1), 861–869. https://doi.org/10.11591/ijece.v14i1.pp861-869

[5] Gülmez, B. (2023). Stock price prediction with optimized deep LSTM network with artificial rabbits optimization algorithm. Expert Systems with Applications, 2023. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120346

[6] Chiu, K.-C. (2024). A long short-term memory model for forecasting housing prices in Taiwan in the post-epidemic era through big data analytics. *Asia Pacific Management Review, 29*(4), 273–283. https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2023.08.002

[7] Fang, Z., Ma, X., Pan, H., Yang, G., & Arce, G. R. (2024). Movement forecasting of financial time series based on adaptive LSTM-BN network. International Journal of Development and Economic Sustainability, 12(3),36-45. https://doi.org/10.37745/ijdes.13/vol12n33645

[8] Furizal, F., Ritonga, A., Ma'arif, A., & Suwarno, I. (2024). Stock price forecasting with multivariate time series long short-term memory: A deep learning approach. Journal of Robotics and Control (JRC), 5(5). https://doi.org/10.18196/jrc.v5i5.22460

[9] Yurtsever, M. (2021). Gold price forecasting using LSTM, Bi-LSTM and GRU. European Journal of Science and Technology. https://doi.org/10.31590/ejosat.959405

[10] Dip Das, J., Thulasiram, R. K., Henry, C., & Thavaneswaran, A. (2024). Encoder–Decoder Based LSTM and GRU Architectures for Stocks and Cryptocurrency Prediction. *Journal of Risk and Financial Management, 17*(200), 1–23. https://doi.org/10.3390/jrfm17050200

[11] Chen, C., Chen, C., & Xing, W. (2023). Research on improved GRU-based stock price prediction method. Applied Sciences, 13. https://doi.org/10.3390/app13158813

[12] Shaju, B., & Narayan, V. (2023). Prediction model for stock trading using combined long short term memory and neural prophet with regressors. International Journal of Intelligent Engineering and Systems, 16(6). https://doi.org/10.22266/ijies2023.1231.79

[13] Van der Lecq, M., & van Vuuren, G. (2024). Estimating value at risk and expected shortfall: A Kalman filter approach. International Journal of Economics and Financial Issues, 14(1). https://doi.org/10.32479/ijefi.15184

[14] Wang, J., Li, X., Zhang, Y., & Chen, L. (2024). Forecasting VaR and ES using deep quantile regression, GANs-based scenario generation, and heterogeneous market hypothesis. Financial Innovation, 10. https://doi.org/10.1186/s40854-023-00564-5

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7322

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengoptimalan Aliran Daya dengan Penambahan Distributed Generation Mneggunakan Particle Swarm Optimization

Trisna Wati, Muhammad Rizqi Putra

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: trisnaw@itats.ac.id

ABSTRACT

The increasing demand for electrical energy and environmental concerns have encouraged the addition of distributed generation (DG). It has become a relevant solution for managing electrical distribution systems. DG addition does not require network restructuring or configuration, allowing it to be added near consumers located far from the generators. Adding DG to radial network systems can reduce both active and reactive power losses and improve voltage profiles. However, suboptimal DG placement can lead to negative impacts, such as exceeding current limits and harmonic problems in the network system. This research used Particle Swarm Optimization (PSO) to determine the location and DG size in the IEEE 69-Bus radial network system modified to 54-Bus. Compared to other methods, PSO is faster at finding optimal solutions due to its cooperative particle structure and updating. The simulation varied swarm size (1, 5, and 10) with 10 iterations each. The results showed that the optimal solution occurred at different iterations for each swarm size but with the same optimal value. Thus, before DG installation, the active power loss was 2037.71 kW, the reactive power loss was 630.155 kVAR, and the maximum voltage was 4.3186 p.u. After DG installation, the active power loss decreased to 75.2543 kW, the reactive power loss decreased to 11.69819 kVAR, and the maximum voltage decreased to 1.6720 p.u.

Keywords: *Power flow, distributed generation, Particle Swarm Optimization*

ABSTRAK

Dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik dan kepedulian terhadap lingkungan, penambahan Distributed Generation (DG) menjadi solusi yang relevan dalam pengelolaan sistem distribusi listrik,karena tidak memerlukan penataan ulang atau konfigurasi jaringan, sehingga dapat ditambahkan dekat dengan

lokasi konsumen yang jauh dari pembangkit. Penambahan DG dalam sistem jaringan radial memiliki potensi untuk mengurangi kerugian daya aktif maupun reaktif dan memperbaiki profil tegangan. Penambahan DG dapat menimbulkan dampak negatif jika penempatan tidak optimal, sehingga dapat menyebabkan arus melebihi batas, dan masalah harmonik pada sistem jaringan. Untuk mengatasi itu, pada penelitian ini Particle Swarm Optimization (PSO) adalah metode yang duganakan dalam menentukan letak dan ukuran Distributed Generation (DG) pada sistem jaringan radial IEEE 69-Bus yang dimodified menjadi 54-Bus. dibandingkan dengan metode yang lain metode PSO lebih cepat dalam menemukan Solusi yang optimal yang disebabkan oleh struktur dan pembaruan partikel secara kooperatif. Pada penelitian ini, Simulasi melibatkan variasi ukuran swarm (1 dan 5) dengan masing-masing 10 iterasi. Hasil menunjukkan bahwa solusi optimal terjadi pada iterasi yang berbeda untuk setiap ukuran swarm, namun dengan nilai optimal yang sama. Sehingga didapatkan hasil sebelum pemasangan DG rugi daya aktif sebesar 2037.71 Kw, rugi daya reaktif sebesar 630.155 KVAr, Tegangan Maksimum sebesar 4.3186 p.u. dan setelah pemasangan DG Rugi daya aktif menjadi 75.2543 Kw, Rugi daya Reaktif menjadi 11.69819 KVAr, Tegangan Maksimum menjadi 1.6720 p.u..

Kata kunci: Aliran Daya, Distributed Generation,Particle Swarms Optimization.

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya konsumsi energi listrik yang terus bertambah dari waktu ke waktu, dan semakin tumbuhnya kepedulian terhadap lingkungan dan keterbatasan emisi kontaminan dari sumber energi konvensional, maka unit Distributed Generation (DG) menjadi pilihan yang relevan dalam pengelolaan sistem distribusi listrik[1][2].

Penambahan unit Distributed Generation (DG) menjadi solusi yang relevan dalam mengelola sistem distribusi listrik karena meningkatnya konsumsi energi listrik dan kepedulian terhadap lingkungan. DG dapat membantu mengurangi kerugian daya, memperbaiki profil tegangan, dan meningkatkan keandalan pasokan energi tanpa memerlukan penataan ulang jaringan distribusi. Namun, penempatan DG yang tidak optimal dapat mengakibatkan dampak negatif seperti kedipan tegangan, arus melebihi batas termal, dan masalah harmonik[2][3].

Untuk mengoptimalkan penempatan DG, digunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) yang diperkenalkan oleh James Kennedy dan Russel Eberhart pada tahun 1995. PSO merupakan metode optimasi yang terinspirasi dari perilaku sosial kawanan burung, dan telah diadaptasi untuk menyelesaikan masalah optimasi. Studi kasus dilakukan pada sistem distribusi listrik IEEE 54-bus dengan penambahan DG. Pemilihan metode PSO dibandingkan dengan metode lain seperti Flower Pollination Algorithm (FPA), dan hasilnya menunjukkan bahwa PSO memiliki laju konvergensi lebih cepat dalam menemukan solusi optimal karena struktur dan pembaruan partikel secara kooperatif [4]. penenentuan lokasi dan ukuran optimal dari distributed generation (dg) untuk diinstal pada sistem distribusi dengan tujuan meminimalkan kerugian daya sistem secara keseluruhan dan meningkatkan profil tegangan bus (vm). Solusi yang diusulkan adalah teknik optimasi baru yang disebut exponential inertia weight particle swarm optimization (eipso) yang dibandingkan dengan teknik artificial immune sistem (ais) dan diuji pada sistem distribusi radial ieee 10 bus. Teknik optimasi yang diusulkan dikembangkan di bawah pemrograman matlab. Hasil pengujian menunjukkan bahwa eipso dapat mengurangi total kerugian sistem dan meningkatkan profil tegangan lebih baik daripada ais untuk sistem distribusi di bawah berbagai kondisi beban. Untuk menampilkan keberadaan harmonik, eipso yang dikembangkan diintegrasikan dengan algoritma fast fourier transform (fft) harmonic load flow. Dengan demikian, solusi yang diusulkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem distribusi[5]

Optimalisasi ukuran dan lokasi pembangkit listrik tenaga surya (solar photovoltaic/dg) dalam konteks sistem jaringan listrik ieee 9 bus menggunakan metode particle swarm optimization (pso). Tujuan utama penelitian ini adalah mengurangi kerugian daya aktif dalam jaringan listrik. Integrasi pembangkit listrik tenaga surya ke dalam sistem jaringan listrik dapat berdampak positif atau negatif, tergantung pada ukuran dan lokasi pembangkit listrik tenaga surya tersebut. Oleh karena itu, menentukan ukuran dan lokasi yang optimal menjadi kunci untuk

memastikan manfaat maksimal dari pembangkit listrik tenaga surya dalam jaringan listrik. Kasus dan hasil simulasi dari penelitian yang dilakukan hasil simulasi menunjukkan bahwa teknik pso dapat digunakan untuk menentukan ukuran dan lokasi optimal pembangkit listrik tenaga surya dalam jaringan listrik ieee 9 bus dengan tujuan mengurangi kerugian daya aktif dalam jaringan listrik[6]

Kerugian daya dalam sistem distribusi yang disebabkan oleh penyambungan distributed generation (dg) pada lokasi yang kurang tepat. Kerugian daya dalam sistem distribusi dapat diminimalkan dengan menentukan lokasi optimal untuk penyambungan dg melalui optimisasi. Dengan menggunakan metode particle swarm optimization (pso) untuk menemukan lokasi optimal penyambungan dg. Pso adalah algoritma yang mencari kerugian daya minimum dengan menggerakkan solusi potensial melalui hiperspace dan berakselerasi menuju solusi yang lebih baik atau lebih optimal. Program pso mengambil data masukan seperti nomor bus, data beban, data generator, dan parameter saluran untuk menentukan lokasi terbaik penyambungan dg.hasil penerapan metode pso pada sistem jaringan distribusi bangli menunjukkan bahwa lokasi optimal penyambungan dg berada pada bus 123, yang menghasilkan kerugian daya sebesar 108,870 kw. Ini mengindikasikan penurunan kerugian daya sebesar 51,2 kw dibandingkan dengan kerugian sebelum penyambungan dg pada jaringan bangli. Optimisasi menggunakan pso berhasil mengurangi kerugian daya sekitar 32%[7].

Pengaruh distributed generation (dg) terhadap indeks keandalan pada sistem distribusi listrik pt pln uid bandar lampung dapat meningkatkan keandalan distribusi listrik. Penelitian ini menggunakan metode reliability index assessment (ria) untuk menganalisis efek instalasi dg pada keandalan distribusi listrik. Metode ria digunakan untuk mengukur indeks keandalan seperti sistem average interruption frequency index (saifi), sistem average interruption duration index (saidi), energy not supply (ens), average energy not supply (aens), dan customer average interruption duration index (caidi). Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan algoritma genetika (ga) dapat membantu dalam menentukan kapasitas dan penempatan optimal dg dalam sistem distribusi listrik. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemahaman tentang efek instalasi dg terhadap keandalan distribusi listrik, serta memberikan panduan untuk penentuan kapasitas dan penempatan optimal dg dalam sistem distribusi listrik[8].

Distributed Generation (DG) dapat diartikan sebagai pembangkit listrik tenaga listrik pada jaringan distribusi atau sisi jaringan klien. Skor DG maksimal yang dapat dicapai terhubung ke jaringan distribusi tergantung pada kapasitas jaringan distribusi, relatif terhadap tingkat tegangan pada jaringan distribusi. Misalnya saja DG yang mempunyai kapasitas produksi 100 hingga 150 MW Tidak dapat terhubung ke level tegangan 110 kV karena masalah teknis. Untuk lebih jelas berikut adalah table rating dari kapasitas pembangkit DG [9].

Tabel. 1 Kapasitas Distributed Generation

Kapasitas DG	**Daya Terpasang (MW)**
Mikro	1 W < 5 kW
Kecil	5 Kw < 5MW
Sedang	5 MW < 50 MW
Besar	50 MW <300 MW

Distributed Generation (DG) mampu menyesuaikan diri dengan perubahan ekonomi secara fleksibel karena ukurannya yang kecil dan konstruksinya yang lebih sederhana dibandingkan dengan pembangkit konvensional. Menurut Badan Energi Internasional (IEA), penilaian ekonomi terhadap fleksibilitas nilai DG dianggap sangat mungkin dan layak. Sebagian besar DG memang memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam berbagai aspek seperti operasi, ukuran, dan kemajuan teknologi. Selain itu, pemasangan DG di dekat area beban dalam jaringan distribusi dapat meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik.

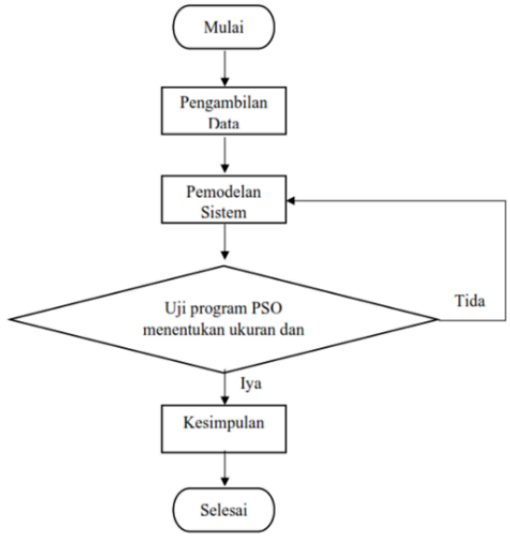
Pemakaian DG ini membawa sejumlah keuntungan signifikan diantaranya sebegai berikut :

1) Pemanfaatan DG dapat meningkatakan keandalam dalam daya Listrik.
2) Sebagai sumber energi local, sehingga DG dapat berperan dalam penghematan biaya
3) Dibandingkan dengan pembangkit Listrik konvensional, DG memiliki Tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam penyaluran daya.
4) Ketika terhubung dalam jaringan, DG juga dapat meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem dengan mengurangi kerugian daya

Dalam produksi energi Listrik, DG menunjukkan karakteristik ramah lingkungan dengan emisi yang dihasilkan rendah, bahkan mendekati nol [9].

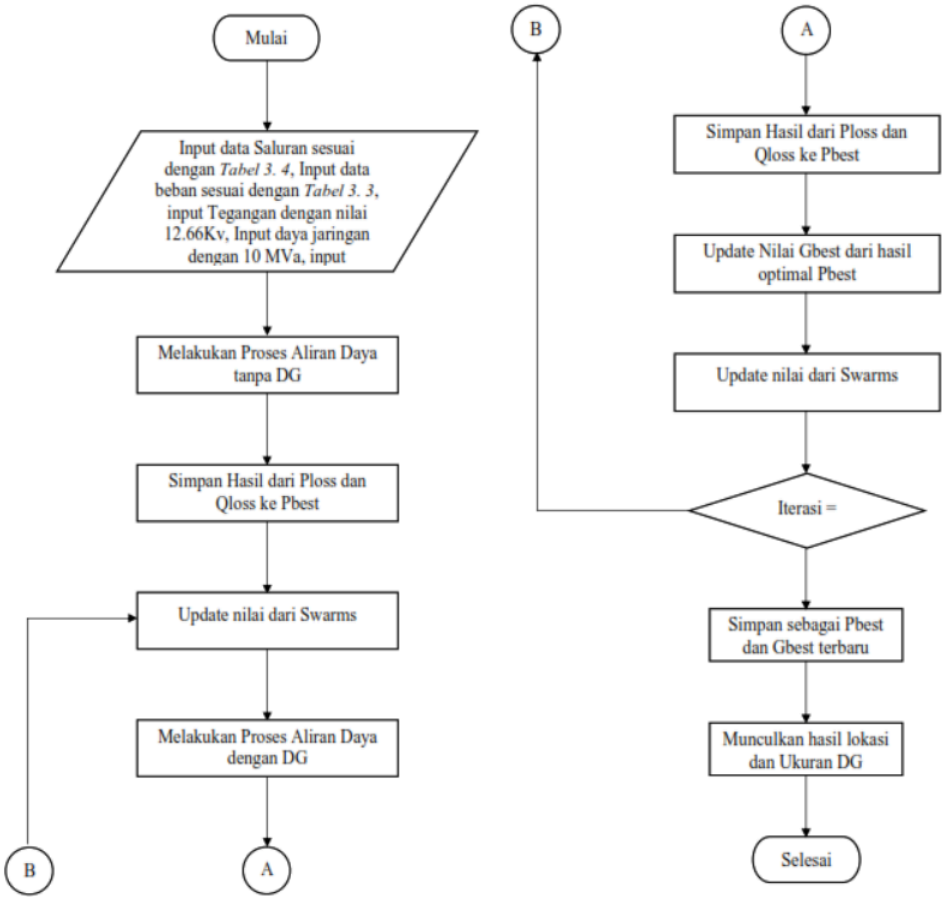
METODE

Sebelum dilakukan analisa pada suatu sistem, maka terdapat beberapa tahap. Diagram alir penelitian yang ditujukan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dari gambar 2. Untuk menunjang penelitian ini, antara lain Single Line Diagram, Data Beban, Data Distribusi, Data Distribusi Baru. Langkah selanjutnya dengan perhitungan komputasi aliran daya untuk mengetahui Tegangan pada Setiap bus, Arus pada setiap bus, Kerugian daya reaktif, Kerugian daya Aktif. Setelah didapatkan data aliran daya, maka selanjutnya dilakukan perhitungan komputasi untuk menempatkan lokasi *Distibuted Generation* (*DG*) dengan metode *PSO* menggunakan software MATLAB.



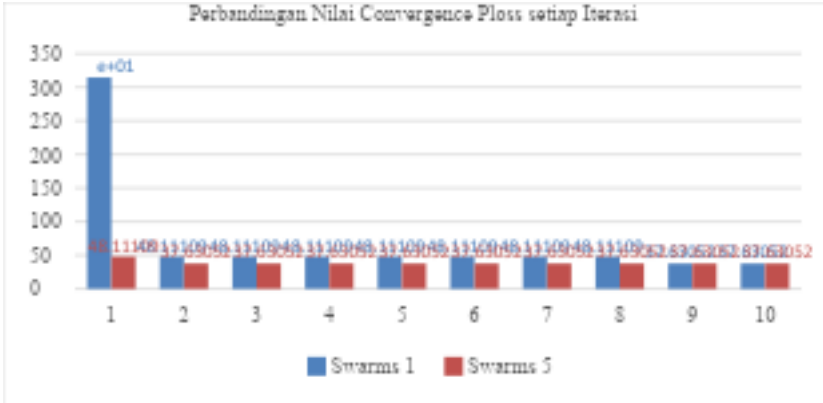
Gambar 2. Diagram alir PSO

Dari gambar 2. diatas dijelaskan bahwa langkah yang dilakukan untuk melakukan simulasi menentukan lokasi dan ukuran *DG* dengan menggunakan metode *PSO*. Dimulai dengan Memasukkan data beban dan saluran pada program. Memasukkan parameter MVAb, KVb, Reall, iteration dan Reactivee. setelah itu, melakukan simulasi program. Maka program akan berjalan hingga jumlah iterasi maksimal, dan akan memunculkan nilai dari tegangan, Rugi daya aktif, Rugi daya reaktif, lokasi penempatan *DG*, dan ukuran kapasitas *DG*.

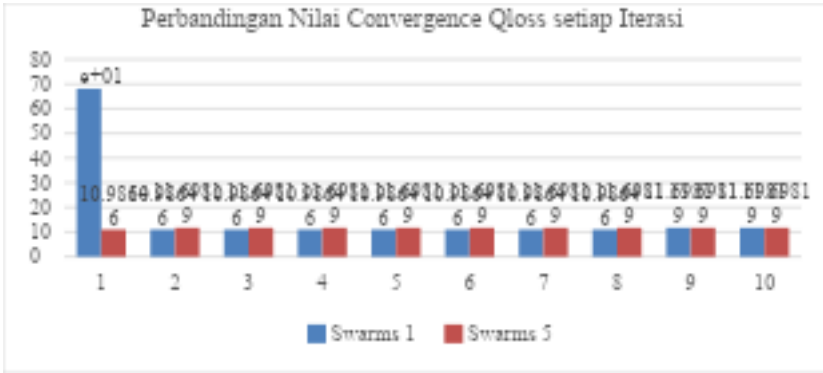
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi Sistem

Dalam melakukan simulasi pengoptimalan aliran daya dengan penambahan Distributed Generation (DG) dengan menggunakan metode PSO, dilakukan beberapa ujicoba untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Dengan cara melakukan perubahan pada jumlah partikel atau swarms yang dimulai dari nilai 1 dan 5. Simulasi ini menggunakan nilai iterasi 10. Sehingga didapatkan hasil dari nilai konvergensi tiap iterasi.



Gambar 3. Perbandingan nilai konvergensi Ploss setiap iterasi

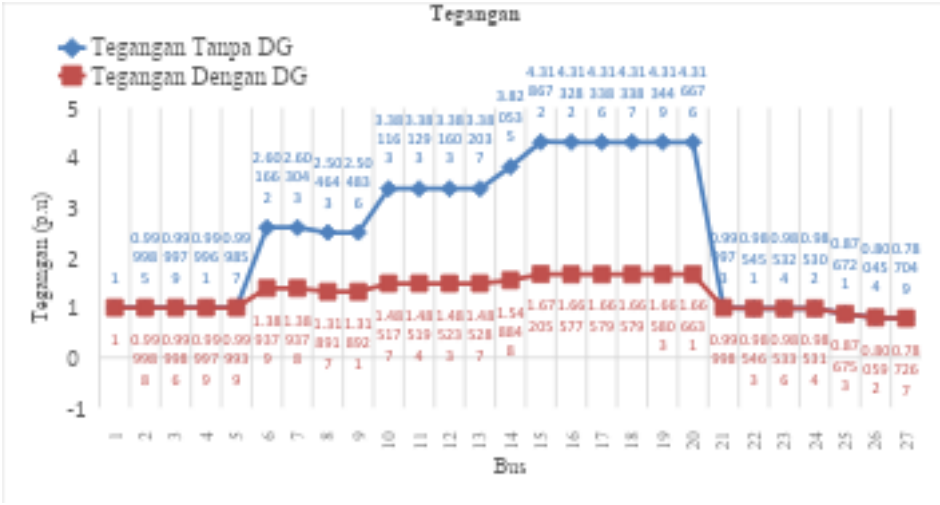


Gambar 4. Perbandingan nilai konvergensi Qloss setiap iterasi

Dari beberapa percobaan dengan merubah nilai Swarms dari nilai 1 dan 5 dengan iterasi masing-masing 10, didapatkan bahwa nilai Ploss dan Qloss yang optimal tidak berbeda jauh pada swarms 1 adalah mulai iterasi ke 9, pada nilai swarms 5 Ploss dan Qloss yang optimal mulai iterasi ke 2, dengan nilai Ploss adalah 37.63052 dan nilai Qloss adalah 11.69819.

Hasil Simulasi Tegangan pada Setiap Bus

Hasil perbandingan untuk mencari tegangan pada setiap bus setelah dan sebelum pemasangan *distributed generation* (*DG*) yang dilakukan dengan menggunakan metode *PSO* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Simulasi Tegangan pada Bus 1-27

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil keseluruhan dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1) Setelah dilakukan beberapa ujicoba simulasi dengan merubah nilai swarms dari 1 dan 5, dengan iterasi masing – masing 10. Pada nilai swarms 1 nilai yang optimal pada iterasi ke 9, dan pada nilai swarms 5 nilai yang optimal pada iterasi ke 2. Dengan hasil dari nilai optimal yang memiliki kesamaan.
2) Hasil perhitungan aliran daya menggunakan metode *PSO* pada sistem jaringan radial 54 Bus Modified menghasilkan nilai rugi – rugi daya aktif sebesar 2037.71 Kw, rugi – rugi daya reaktif sebesar 630.155 KVAr, Tegangan maksimum sebesar 4.3187 p.u., tegangan minimum sebesar 0.7870 p.u..
3) Peletakan *DG* dengan menggunakan metode *PSO* pada bus Ke-6 dengan kapasitas *DG* sebesar 14.31 MVA pada sistem jaringan radial 54 Bus Modified terbukti dapat menurunkan rugi – rugi daya aktif sebesar 75.2543 Kw, rugi - rugi daya reaktif sebesar 11.69819 KVAr, dan tegangan maksimum dapat tereduksi hingga 158% yang tidak membuat overvoltage pada jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Kumar, U. Agarwal, A. K. Sahu, and R. Anand, "Utility of PSO for power loss minimization in a power system network," *1st Int. Conf. Autom. Control. Energy Syst. - 2014, ACES 2014*, no. 1, pp. 1–6, 2014, doi: 10.1109/ACES.2014.6808011.

[2] D. S. K. Kanth and M. P. Lalitha, "Mitigation of real power loss, THD & enhancement of voltage profile with optimal DG allocation using PSO & sensitivity analysis," *2014 Annu. Int. Conf. Emerg. Res. Areas Magn. Mach. Drives, AICERA/iCMMD 2014 - Proc.*, pp. 0–5, 2014, doi: 10.1109/AICERA.2014.6908247.

[3] H. Mansur and J. Urinboy, "Reconfiguration Of Radial Distribution System To Minimize Active Power Loss," *Int. J. Eng. Inf. Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 154–156, 2021, [Online]. Available: https://ssrn.com/abstract=3826556

[4] S. Jena and S. Chauhan, "Solving distribution feeder reconfiguration and concurrent dg installation problems for power loss minimization by multi swarm cooperative PSO algorithm," *Proc. IEEE Power Eng. Soc. Transm. Distrib. Conf.*, vol. 2016-July, 2016,

doi: 10.1109/TDC.2016.7520021.

[5] N. A. Ahmad, I. Musirin, and S. I. Sulaiman, "Exponential based PSO performed on DG installation for loss minimization considering THD," *Proc. 2014 IEEE 8th Int. Power Eng. Optim. Conf. PEOCO 2014*, no. March, pp. 607–612, 2014, doi: 10.1109/PEOCO.2014.6814500.

[6] R. Orenge, M. Christopher Maina, and G. N. Nyakoe, "Optimal Sizing and Placement of Solar Photovoltaic Based DGs in the IEEE 9 Bus System Using Particle Swarm Optimization Algorithm," *2018 IEEE PES/IAS PowerAfrica, PowerAfrica 2018*, pp. 114–119, 2018, doi: 10.1109/PowerAfrica.2018.8521006.

[7] R. F. Margeritha, R. S. Hartati, and N. P. Satriya Utama, "AnalisisPenyambungan Distributed Generation Guna Meminimalkan Rugi-Rugi Daya Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, p. 122, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i03p19.

[8] T. Wati. Achmad Fajar Nur Rosyid, "Analisis Pengaruh Distributed Generation (DG) Terhadap Indeks Keandalan pada Penyulang Badai PT PLN UID Bandar LampungSeminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika," *SNESTIK Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 219–224, 2021.

[9] J. Distribusi, "Analisys placement of distributed generation," *J. Tek. Its*, vol. 1, no. 1, p. B-109-B-114, 2012.

[10] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, and S. R. A. Rahim, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7530

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengoptimalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Terminal Purabaya

Ongky Adi Setiawan[1], Yuliyanto Agung Prabowo[2], Misbahul Munir[3], Sefian Yordanius M[4]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]

e-mail: ongkysetiawan240@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia's strategic location along the equator provides a significant potential for harnessing solar energy. This research explores the utilization of solar energy to reduce high electricity operating costs at Purabaya Terminal. It aims to design and evaluate a solar power plant (PLTS) system for the terminal, employing two maximum power point tracking (MPPT) methods: Perturb & Observe (P&O) and Hill Climbing. The study utilizes three months of power consumption data from Purabaya Terminal, alongside solar irradiation and temperature data sourced from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) in Surabaya. The research methodology involves data collection, simulation using MATLAB software, and a comparative analysis of the two MPPT methods. The findings of this study offer actionable recommendations for reducing electricity costs at Purabaya Terminal and provide a reference framework for designing PLTS systems at other locations. In conclusion, the P&O method demonstrated greater efficiency and closely matched the load demand of 110,123 Watts.

Keywords**:** *solar panel, hill climbing, P&O, MATLAB*

ABSTRAK

Mengingat Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa memiliki potensi iradiasi matahari yang tinggi, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan energi surya untuk mengurangi biaya operasional listrik yang tinggi di terminal PURABAYA. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Terminal Purabaya dengan menggunakan dua metode *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), yaitu Perturb & Observe dan Hill Climbing. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup konsumsi daya selama tiga bulan di terminal Purabaya dan data iradiasi serta temperature dari BMKG kota Surabaya. Metodologi penelitian meliputi pengumpulan data, simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB, serta analisis perbandingan antara kedua metode MPPT. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk efisiensi biaya listrik di Terminal Purabaya dan menjadi referensi bagi

desain sistem PLTS di lokasi lain. Kesimpulan dari penelitian menunjukkan bahwa metode yang lebih efisien dan mendekati dengan nilai yang diinginkan oleh beban 110.123 Watt yaitu menggunakan metode *P&O*.
Kata kunci: Panel Surya, Hill Climbing, P&O, Matlab.

PENDAHULUAN

Dari kondisi geografis Indonesia yang terletak pada daerah khatulistiwa membuat Indonesia menjadi negara tropis dengan intensitas matahari yang cukup tinggi di sepanjang tahunnya. Tingkat iradiasi matahari yang cukup tinggi dengan potensi penyerapan energi surya sebesar 4,625 kWh/m^2 membuat negara Indonesia sangat cocok untuk pemanfaatan energi surya dengan merubah ke energi listrik menggunakan solar panel[1]. Permasalahan yang terdapat pada penggunaan panel surya adalah pembangkitan listrik yang rendah serta pada kondisi radiasi yang rendah dan besarnya daya listrik yang dibangkitkan berubah-ubah seiring dengan perubahan cuaca dan temperatur[2]. Untuk memaksimalkan efisiensi daya antara output *photovoltaic* dan daya yang akan digunakan beban maka diperlukan sebuah metode yaitu Pelacakan Titik Daya Maksimum atau biasa disebut *Maximum Power Point Tracker* (MPPT). MPPT adalah suatu metode untuk menjejak (track) titik kerja sebuah sumber energi agar menghasilkan daya maksimum[3]. Berbagai metode algoritma telah dipaparkan, antara lain *Incremental Conductance, Perturb and Observe* (P&O), *HILL CLIMBING* dan lain-lain. Semua algoritma tersebut berbeda aspek termasuk kesederhanaan, kecepatan, sensor yang dibutuhkan, efektifitas, dan parameter yang dibutuhkan.[4] Terminal PURABAYA merupakan salah satu instansi yang bergerak di bidang pengelolah transportasi darat. Instansi ini terletak pada kota besar Sidoarjo di Jawa Timur dan merupakan perusahaan dibawah naungan BPTD WILAYAH II JATIM, Instansi tersebut berfungsi untuk mengatur kedatangan dan keberangkatan, menaikkan dan menurunkan orang atau barang, serta perpindahan moda angkutan. Dikarenakan ramainya pengunjung serta jam operasional yaitu 24 jam menyebabkan konsumsi daya serta biaya operasional yang tinggi terlebih apabila pada tanggal merah serta hari libur nasional. Pada skripsi ini, akan dilakukan studi kasus untuk menekan biaya listrik di Terminal Purabaya yang cukup tinggi. Maka peneliti melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *system off grid*, menggunakan metode *Perturb & Observe* dan *Hill Climbing* yang disimulasikan melalui perangkat lunak *MATLAB*. Dan hasil output dari simulasi kedua metode tersebut akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil nilai yang efisien, dan akan digunakan dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Terminal Purabaya.

TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Pembangkit listrik tenaga surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah sebuah alat untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik dapat dilihat pada Gambar 1 mengubah cahaya matahari menggunakan efek *photovoltaic*.



Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Komponen – Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

1. Solar Module

Solar Module (modul photovoltaics). Sel surya atau sel *photovoltaic* merupakan sebuah alat yang bisa mangubah energi radiasi dari matahari secara langsung menjadi energy listrik.

2. Solar Charge Controller

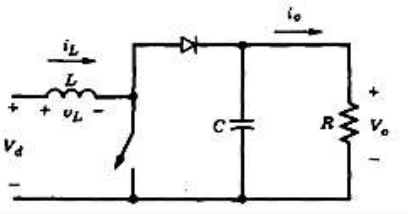
Charge controller adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengatur DC yang diisi ke baterai kemudian diarahkan ke beban. *Solar charge controller* mengatur *limit overcharging* (kelebihan pengisian) dan kelebihan *voltase* dari *solar module.*

3. *Inverter*

Inverter berfungsi mengkonversi arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC).

Rangkaian *Boost Converter*

Boost converter yaitu rangkaian elektronika daya yang dapat menaikkan tegangan DC masukan, sehingga tegangan keluaran lebih besar dari tegangan masukan Kemampuan boost converter untuk menaikan tegangan DC berkaiatan dengan prinsip switchduration (TON dan TOFF). Gambar 2 menunjukan konfigurasi dari rangkaian boost konverter.



Gambar 2. Rangkaian Boost Converter

Metode P&O (*Perthub & Observe*) Dan Metde *Hill Climbbing*

Algoritme *Perturb and Observe* (P&O) adalah algoritme yang menggabungkan daya dan tegangan sesuai waktu (K) dengan contoh (K-1) and memprediksi waktu puncak MPPT. Untuk tegangan rendah perturbation akan mengubah daya solar panel jika iterasi bernilai positive, Tegangan perturbation berlanjut dan di distribusikan di jalur yang sama. Tetapi jika ΔI Bernilai negatif, ini mengindikasikan kalau MPPT jauh dan perturbation akan mencari sumber cahaya untuk memperoleh nilai maksimal MPPT dan *hill climbing* memiliki karakteristik yang serupa yaitu mampu mendeteksi gangguan pada tegangan PV secara berkala dengan membaca variasi duty cycle, dan mengamati daya PV untuk meningkatkan atau menurunkan *voltage* PV pada siklus berikutnya algoritma ini bekerja untuk memindahkan titik kemiringan + maupun – supaya selalu berada pada titik maksimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

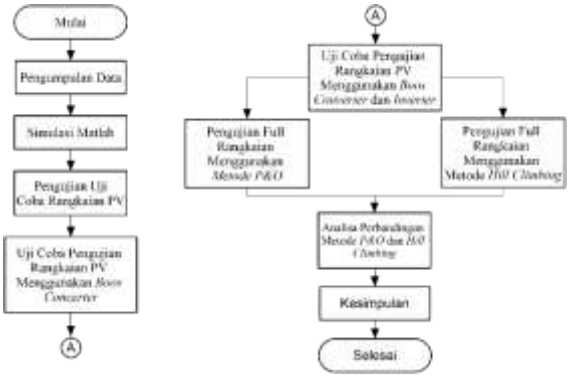
Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode *Perturb & Observe* dan *Hill Climbing*. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah memperoleh hasil terbaik antara sistem PLTS menggunakan metode *Perturb & Observe* dan *Hill Climbing*, yang akan disimulasikan menggunakan sistem *Matlab.*

Lokai Dan Waktu Penelitian

Data dari penelitian ini di ambil pada infrastruktur Terminal Purabaya selama 3 bulan.

Diagram Alur Penelitian

Diagram alur dari Tugas Akhir berjudul "Pengoptimalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Terminal Purabaya" dengan melakukan perbandingan Metode *Perturb and Observe* dan *hill climbing* di Terminal Purabaya. Menggunakan *Software* Matlab Simulink dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Alur Penelitian

Pengumpulan Data

Pada tahapan ini penulis mengumpulkan seluruh data yang didapatkan selama masa obervasi, data itu akan diolah kemudian dilakuan analisa data. Daya yang dibutuhkan berupa konsumsi daya selama 3 bulan pada tahun 2021, pembagian daya R S T dapat dilihat pada tabel 1. dan beberapa daya yang didapatkan di BMKG kota Surabaya.

Tabel 1. Pembagian Daya RST Pada Terminal Peurabaya

No	Jenis	R	S	T
1	Tegangan (V)	380	380	380
2	Arus (A)	18.2	18.2	18.3
3	Cos ϕ	0.95	0.95	0.95
4	Daya (kW)	11.379	11.379	11.442
	Total		34.200 kW	

Data Spesifikasi *Solar Cell*

Pada tabel 2. dibawah ini merupakan spesifikasi *solar cell* yang akan digunakan pada penelitian kali ini.

Tabel 2. spesifikasi *solar cell*

No	Parameter	Nilai
1	Daya (Pmax)	295 W
2	Tegangan Max (Vmp)	36.3 V
3	Arus Max (Imp)	8.13 A
4	Tegangan (Voc)	44.9 V
5	Arus (Isc)	8.59 A

Data spesifikasi *Bosst Converter*

Pada tabel 3. dibawah ini merupakan spesifikasi *Bosst Converter* yang akan digunakan pada penelitian kali ini.

Tabel 3. spesifikasi *Bosst Converter*

No	Parameter	Nilai
1	Duty	0,5 %
2	Arus (Iout)	50 A
3	Tegangan (Vout)	500 V
4	Resistansi	10 Ω
5	Frekuensi	25 KHz
6	Ripple Tegangan	5 %

Data spesifikasi *Inverter*

Pada tabel 4. dibawah ini merupakan spesifikasi *Inverter* yang akan digunakan pada penelitian kali ini.

Tabel 4. Spesifikasi *Inverter*

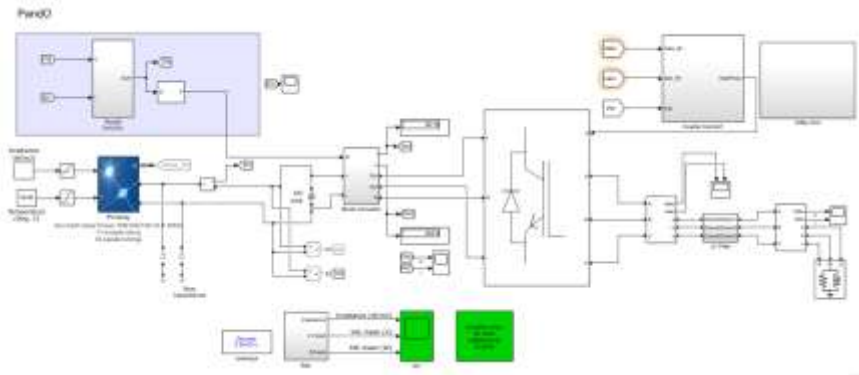
No	Parameter	Nilai
1	Tegangan (MPP)	160 - 650 V
2	Tegangan Max	700 V
3	Arus Max	17.9 A
4	Frekuensi	50 Hz

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian sistem, dimana pengujian tersebut akan menggunakan data dari BMKG yang akan di simulasikan pada simulasi matlab dan akan di ambil hasil nilai V dan I pada masing – masing komponen dengan menggunakan metode *P&O* dan *Hill Climbing*.

Sistem Matlab Menggunakan Metode *P&O* & Metode *Hill Climbing*

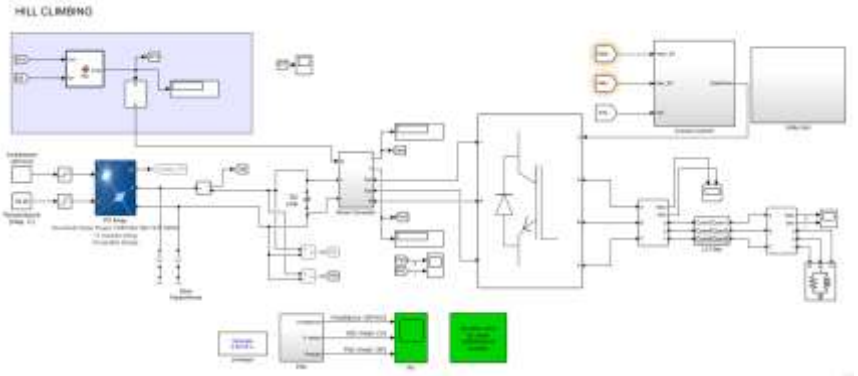
Hasil pemodelan sistem matlab menggunakan metode *P&O* yang dtunjukkan pada gambar 4, dan pemodelan sistem matlab menggunakan metode *Hill Climbing* yang dtunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. pemodelan sistem matlab menggunakan metode *P&O*

Pada **Error! Reference source not found.** sistem menggunakan metode *P&O,* dalam perancangan sistem peneliti membuat pemodelan sistem PLTS yang menggunakan beberapa

komponen yaitu, masukan iradiasi, masukan suhu, blok panel surya, blok sistem mppt, blok *boost converter*, dan blok *inverter*. Blok masukan iradiasi dan suhu akan menjadi masukan pada blok solar panel. Lalu dari blok solar panel, mengeluarkan nilai tegangan dan arus yang digunakan untuk masukan pada blok sistem *Hill Climbing* mengeluarkan nilai duty cycle yang dijadikan sebagai masukan pada *boost converter*, dan nilai keluaran dari *boost converter* dimasukkan sebagai masukkan *inverter* setelah mendapatkan hasil, hasil tersebut dimasukkan pada blok *scope* untuk melihat grafik keluaran dari sistem tersebut.



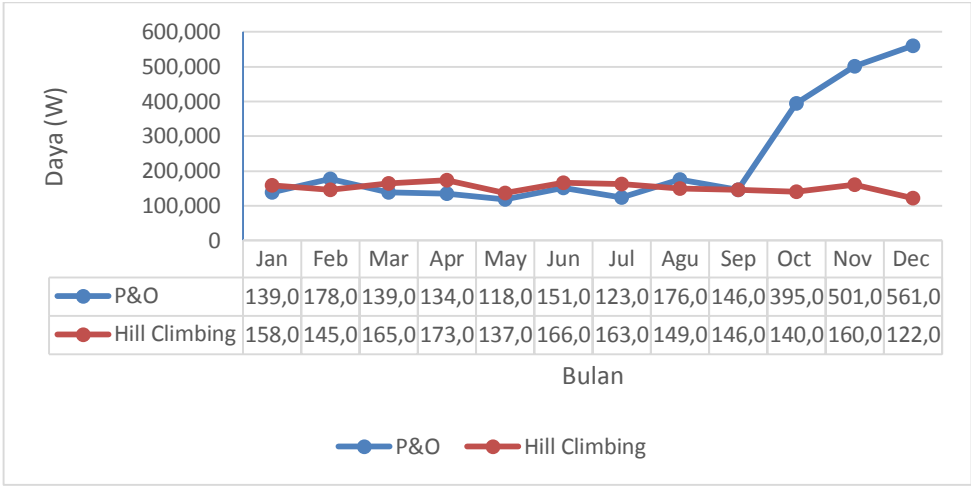
Gambar 5. pemodelan sistem matlab menggunakan metode *Hill Climbing*

Pada tabel 5. dibawah ini adalah hasil data perbandingan dari keluaran pengujian sistem *p&o* dan *hill climbing.*

Tabel 5. hasil data perbandingan dari keluaran pengujian sistem *p&o* dan *hill climbing*

Inverter						
Bulan	**P&O**			**Hill Climbing**		
	Tegangan (V)	**Arus (A)**	**Daya (W)**	**Tegangan (V)**	**Arus (A)**	**Daya (W)**
Jan	392	355	139.000	209	756	158.000
Feb	430	412	178.000	194	742	145.000
Mar	392	355	139.000	217	761	165.000
Apr	388	345	134.000	226	766	173.000
May	365	324	118.000	189	721	137.000
Jun	404	372	151.000	219	755	166.000
Jul	371	330	123.000	216	756	163.000
Agu	428	410	176.000	199	747	149.000
Sep	400	365	146.000	197	738	146.000
Oct	247	159	395.000	193	725	140.000
Nov	269	186	501.000	213	750	160.000
Dec	277	202	561.000	173	699	122.000

Setelah dilakukan pengujian sistem selama 12 bulan untuk mencari hasil nilai daya keluaran *inverter* dari perbandingan pengujian sistem menggunakan metode *P&O* dan *Hill Climbing* dapat dilihat dari Gambar 5. Bahwa untuk keluaran dari metode *P&O* didapati nilai daya tertinggi 561.000 Watt dan nilai daya terendah 118.000 Watt dengan nilai rata – rata 121.000 Watt, dan dari metode *Hill Climbing* didapati nilai daya tertinggi 173.000 Watt dan nilai daya terendah 122.000 Watt dengan nilai daya rata – rata 152.000 Watt.



Gambar 5. Grafik Nilai Daya Dari Hasil Perbandingan Pengujian Sistem *Inverter* Menggunakan Metode P&O dan *Hill Climbing*

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) berkapasitas 295 Wp sebanyak 374 unit yang dirangkai 11 seri dan 34 paralel dengan menggunakan sistem matlab. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan metode P&O dengan metode Hill Climbing yang dilanjutkan dengan pengujian menggunakan sistem matlab dengan data yang diambil dari BMKG selama 12 bulan yang mana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, sehingga setelah dilakukan beberapa ujicoba simulasi dengan merubah nilai Iradiasi dan Tempertur. Pada pengujian sistem menggunakan metode P&O yang dilakukan selama 12 bulan mendapatkan nilai teganga tertinggi 0,4303 V dan nilai tegangan terendah 0,2695 V dengan nilai tegangan rata – rata 0,3653 V, dan untuk nilai arus didapati nilai tertinggi 0,4126 A dan nilai arus terendah 0,1595 A dengan nilai arus rata – rata 0,3242 A. Sedangkan Pada pengujian sistem menggunakan metode *Hill Climbing* mendapatkan nilai tegangan tertinggi -19,47 V dan nilai tegangan terendah -21,33 V dengan nilai tegangan rata – rata -18,93 V, dan untuk nilai arus didapati nilai tertinggi -74,23 A dan nilai arus terendah -75,03 A dengan nilai arus rata – rata -75,57 A. Sehingga Dari hasil simulasi pengujian sistem yang telah dilakukan antara metode *P&O* dan *Hill Climbing* didapati nilai daya rata - rata 121.000 Watt untuk metode *P&O* dengan nilai eror 0,00000603 sedangkan pada saat menggunakan metode *Hill Climbing* didapati nilai daya rata – rata 152.000 Watt dengan nilai eror 0,00000169. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode yang lebih efisien dan mendekati dengan nilai yang diinginkan oleh beban yaitu 110.123 Watt yaitu menggunakan metode *P&O*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. Sukma *et al.*, “Analisa Performa MPPT Algoritma Flower Pollination Alghorithm dan Perthurb and Obserbve Menggunakan Zeta Converter,” vol. 10, no. 1, 2022.
[2] G. B. Sitanggang, T. Andromeda, and E. W. Sinuraya, “Perancangan Kontrol Mppt Dengan Metode P&O Pada Sistem Pv Di Gedung Teknik Sipil Universitas Diponegoro,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 222–228, 2021.
[3] I. Mahmudi *et al.*, “Perancangan Zeta Converter Pada Pelacakan Titik,” vol. 11, no. 1, pp. 48–54, 2021.

[4] A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
[5] M. Kamran, M. Mudassar, M. R. Fazal, M. U. Asghar, M. Bilal, and R. Asghar, "Implementation of improved Perturb & Observe MPPT technique with confined search space for standalone photovoltaic system," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, vol. 32, no. 7, pp. 432–441, 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2018.04.006.
[6] M. Idris, "Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.37338/e.v1i1.94.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7561

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Perancangan Sistem Monitoring Tegangan Dan Arus Listrik AC Secara Real-Time Berbasis Mini Scada

Sandi Romadhon[1], Moch. Syahrul Fajar Romadon[2], Yuliyanto Agung Prabowo[3], Trisna Wati[4], Ilmiatul Masfufiah[5], Syahri Muharom[6], Riza Agung Firmansyah[7]
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]
fajarroma98@gmail.com

Abstract

The development of industrial technology 4.0 encourages the need for real-time monitoring of electrical parameters for energy efficiency. This article discusses the design of a Mini SCADA-based electric current monitoring system using Haiwell PLC and PZEM-004T sensor. The system is designed to read and display real-time electric current data using the Modbus RTU communication protocol. To ensure integration and communication runs smoothly, Modbus Poll software is used as a testing and data monitoring tool. The PZEM-004T sensor is responsible for measuring electrical parameters such as current, voltage, power, and energy, while the Haiwell PLC acts as a controller that processes and forwards the data to the SCADA system. The results of the study showed that the system was able to combine electric current in real-time on the hand drill and grinder loads with 98% accuracy.

Keywords: *SCADA, Haiwell, PZEM-004T, Modbus RTU, Modbus Poll.*

Abstrak

Perkembangan teknologi industri 4.0 mendorong kebutuhan pemantauan parameter listrik secara real-time untuk efisiensi energi. Dalam penelitian ini membahas perancangan sistem monitoring arus listrik berbasis mini SCADA menggunakan PLC Haiwell dan sensor PZEM-004T. Sistem ini dirancang untuk membaca dan menampilkan data arus listrik secara real-time menggunakan protokol komunikasi Modbus RTU. Untuk memastikan integrasi dan komunikasi berjalan lancar, perangkat lunak Modbus Poll digunakan sebagai alat bantu pengujian dan pemantauan data. Sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik seperti arus,

tegangan, daya, dan energi, sementara PLC Haiwell berperan sebagai pengontrol yang mengolah dan meneruskan data ke sistem SCADA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau arus listrik secara real-time pada beban handbor dan gerinda dengan akurasi 98%.

Kata kunci: SCADA, Haiwell, PZEM-004T, Modbus RTU, Modbus Poll.

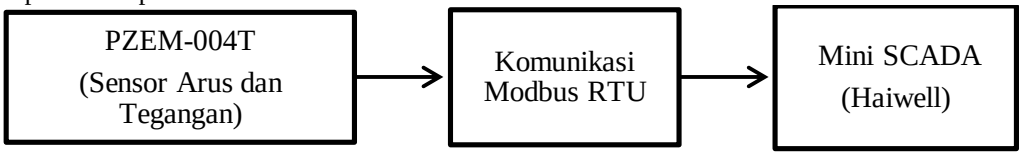
PENDAHULUAN

Efisiensi energi menjadi fokus utama dalam berbagai sektor industri dan rumah tangga. Pemantauan konsumsi arus listrik secara real-time memungkinkan pengambilan keputusan cepat untuk mengurangi pemborosan energi. Sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) berperan penting dalam mengontrol dan memantau parameter listrik dengan integrasi sensor dan controller [1] [2]. Dalam penelitian ini, sensor PZEM-004T adalah sensor yang dirancang khusus untuk memantau parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, dan energi Listrik [3]. Sensor ini kompatibel dengan protokol komunikasi serial (UART/RS485) sehingga mudah diintegrasikan dengan PLC dan sistem SCADA. Sementara itu, PLC Haiwell berfungsi sebagai pengontrol yang menghubungkan data dari sensor ke sistem SCADA[4]. Modbus Poll digunakan sebagai perangkat lunak untuk membaca data dari sensor melalui protokol Modbus RTU, sebelum divisualisasikan ke dalam sistem SCADA. Dengan kombinasi ini, sistem dapat memantau arus listrik secara real-time dan menyajikan informasi yang akurat serta mudah dipahami oleh pengguna . Sistem *monitoring* berbasis SCADA dapat menampilkan informasi mengenai *Power* (Watt), *Voltage* (V), *Current* (A), *Energy* listrik (kWh) dan menyimpanya dalam bentuk data *logger* dengan format .csv yang dapat diolah menggunakan *software spreadsheet* yang akan mempermudah dalam melakukan analisa. Sistem *monitoring* ini akan mengirimkan data ke *server* LabVIEW sehingga dapat *dimonitoring* dalam jarak jauh secara realtime menggunakan jaringan lokal dengan komunikasi serial yang lebih fleksibel [5]. integrasi sistem SCADA dengan pembangkit listrik tenaga surya dapat mengoptimalkan pemantauan dan pengendalian proses, sehingga meminimalkan gangguan operasional dan meningkatkan produksi energi secara keseluruhan. Studi ini juga mengidentifikasi tantangan dan solusi terkait dalam penerapan SCADA, serta menguraikan potensi pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan keandalan dan kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya [6]. Teknologi atau perangkat yang mengintegrasikan perangkat elektronik dan peralatan rumah tangga untuk pemantauan dan pengendalian. perangkat yang ada di dalam rumah dapat dipantau dan dikendalikan secara terpusat dalam sebuah mikrokontroler pusat, khususnya mikrokontroler yang dapat dikendalikan dari jarak jauh secara real time. Kontrol barang barang elektronik antara lain lampu, kipas angin, dan televisi dengan menggunakan relay. Setelah menentukan suhu ruangan menggunakan sensor suhu dan kelembapan (DHT22), sensor tersebut dihubungkan ke kipas untuk menurunkan suhu ruangan secara bertahap. Sensor PZEM-004T untuk pengukuran dan kontrol daya, tegangan, dan arus [7] [8]. Implementasi energi listrik yang dipantau dengan bantuan sistem SCADA melalui komunikasi ModbusLoRa WAN di Gedung Teknik Elektro UNMER, di mana sistem yang diidentifikasi dapat menyediakan informasi waktu nyata tentang konsumsi energi listrik. Implementasi ini sebaiknya digunakan sebagai referensi untuk mencapai cara yang lebih cerdas dan berkelanjutan dalam mengelola energi di gedung-gedung lainnya [9] [10].

METODE

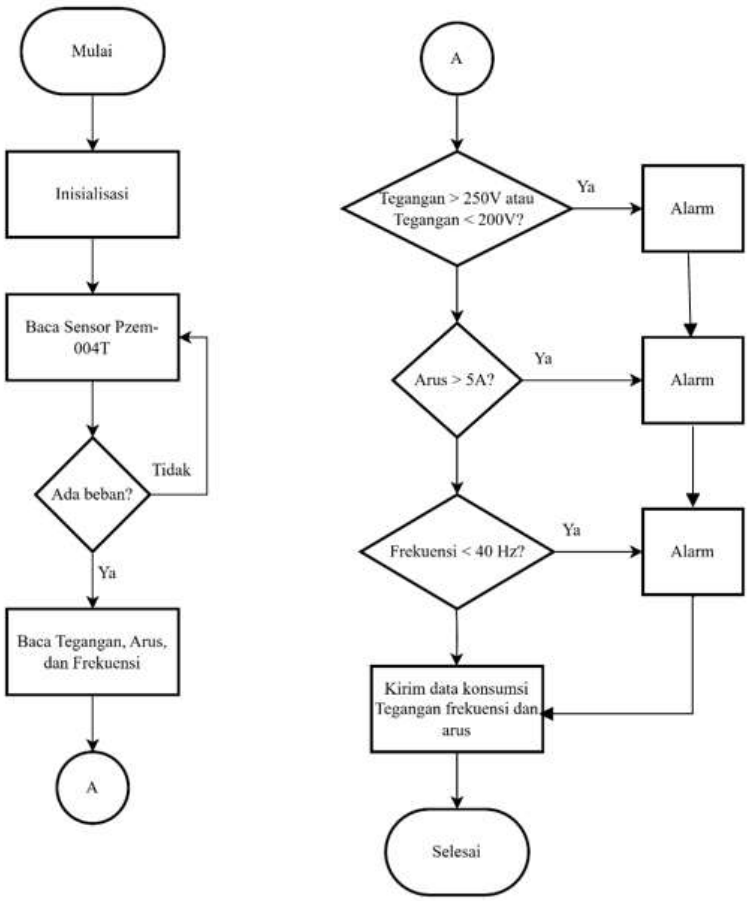
Metodologi penelitian ini melibatkan beberapa tahapan utama untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kelistrikan berbasis sensor PZEM-004T yang terintegrasi dengan perangkat lunak Haiwel SCADA menggunakan protokol komunikasi Modbus Polling. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring arus listrik real-time berbasis Mini SCADA menggunakan PLC Haiwell dan sensor PZEM-004T, dengan komunikasi data melalui protokol Modbus RTU dan pengujian menggunakan perangkat lunak Modbus Poll.

Komponen utama berupa sensor PZEM-004T, yang bertugas membaca parameter protocol seperti arus, tegangan, daya, dan energi. PLC Haiwell sebagai pusat pengendali dan penerima data dari sensor melalui protocol Modbus RTU. Modbus Poll merupakan perangkat lunak untuk menguji dan memastikan komunikasi data antara sensor dan PLC. Mini SCADA sebagai antarmuka pemantauan yang menampilkan data real-time kepada pengguna. Gambar blok diagram dapat dilihat pada Gambar 1.



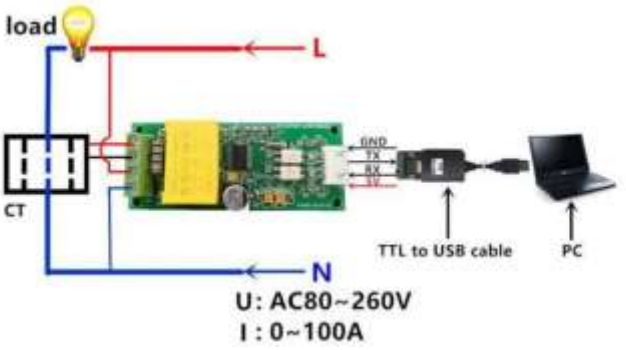
Gambar 1. Diagram Blok Hardware

Pada tahap perancangan diagram alir diharapkan dapat memudahkan penganalisaan dan pengimplementasisan rancang bangun pengukuran dan pengaturan daya Listrik secara realtime berbasis mini SCADA, diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan

Rangkaian pengukuran pada Gambar 3 menggunakan modul sensor PZEM-004T yang berfungsi untuk memantau parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan frekuensi secara real-time.



Gambar 3. Rangkaian Pengukuran

Modbus merupakan protokol komunikasi serial yang digunakan untuk bertukar informasi antara perangkat elektronik dalam sistem otomasi dan kontrol. Pada project ini modbuss digunakan untuk melihat alamat (address) pada modul PZEM-004T.

	Name	00000
0	TEGANGAN	2267
1	ARUS	0
2		0
3		0
4		0
5		2
6		0
7	FREKUENSI	499
8		0
9		0

(a)



(b)

Gambar 4. (a). Alamat Modbuss. (b). Read dan Write Definisi Pada Modbus

Pada Gambar 4.a merupakan Tegangan terukur pada rangkaian PZEM-004T. Pada address 1 menunjukkan nilai arus yang telah diukur oleh modul PZEM-004T, dan address 7 merupakan alamat untuk menampilkan frekuensi pada rangkaian tersebut. Gambar 5 merupakan read and write definisi pada modbus.

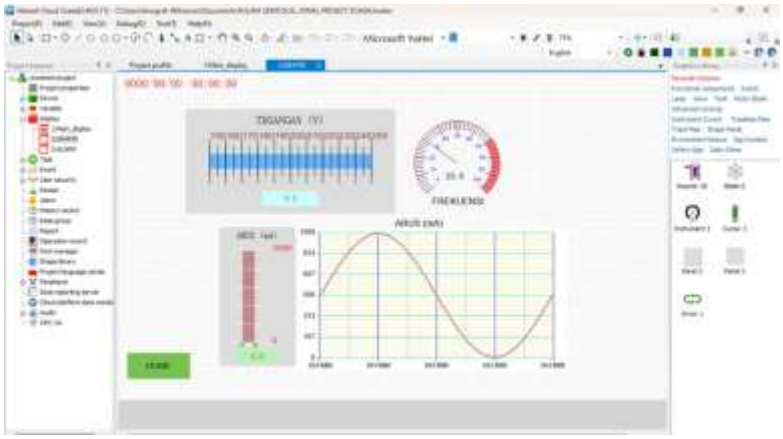
Setelah percobaan menggunakan modbus polling, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan modul PZEM-004T menggunakan HAIWEL SCADA. Integrasi modul PZEM-004T menggunakan Haiwell SCADA pada Gambar 4.b bertujuan untuk memantau dan mengendalikan parameter listrik secara real-time.

Pada halaman utama menampilkan monitoring Tegangan, Arus dan Frekuensi secara real time. berikut adalah tampilan jika icon grafik ditekan ditunjukkan Gambar 5. Sedangkan halaman kedua Gambar 6 menampilkan grafik Tegangan, Frekuensi dan Arus. Gambar 7 adalah tampilan tabel *history* alarm ketika ada beban (arus) lebih. Pada tampilan layar ketiga Gambar 8 menampilkan tabel history untuk alarm ketika ada beban lebih (*over load*) atau tegangan berlebih

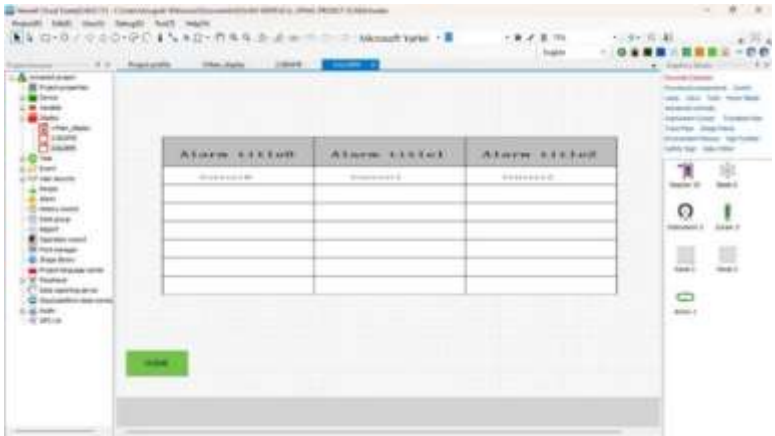
(*over voltage*). Tabel ini berfungsi juga jika ada alarm yang terlewatkan sehingga bisa terdeteksi kapan terjadinya alarm yang sudah terjadi.



Gambar 5. Tampilan Haiwel SCADA Halaman Utama



Gambar 6. Tampilan Halaman Kedua



Gambar 7. Tampilan Tabel History Alarm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan dilakukan dengan menggunakan dua beban yang berbeda, yaitu menggunakan mesin handbor 300W dan mesin gerinda 450W. Berikut adalah hasil percobaan pada project ini. Tabel 1 merupakan hasil pengukuran arus dan tegangan menggunakan beban handbor dan gerinda.

Tabel 1. Hasil pengukuran arus dan tegangan handbor dan gerinda

No	Alat	Frekuensi (Hz)	Tegangan (V)	Arus (Ma)
1	Handbor	50	220.8	230
2	Grinda	50	218.5	300
3	Handbor dan Gerinda	50	217.1	642

Pada percobaan ini terdapat beberapa hasil dari pengujian dengan alat seperti bor, dan gerinda, setelah pengujian dengan alat tersebut nilai tegangan,frekuensi,dan arusnya sebagai berikut. Jika bor digunakan maka pengukuran sebesar frekuensi 50 Hz, tegangan 220.8 V, dan arus 230 mA, dan jika yang digunakan gerinda maka hasil pengukuran frekuensi 50 Hz, tegangan 218.5 V, dan arus 300 mA. Jika keduanya digunakan bersama frekuensi 50 Hz, tegangan 217.1 V, dan arusnya 642 mA. Terdapat beban berbeda karena setiap alat memiliki beban yang berbeda juga seperti gerinda mempunyai daya 450 Watt dan handbor mempunyai daya 300 Watt.



Gambar 9. Tampilan Haiwell SCADA Halaman Utama

Gambar diatas merupakan tampilan layar pertama menggunakan beban mesin handbor dan mesin gerinda dengan menampilkan tegangan 217.1 Volt, Arus sebesar 642mA dan Frekuensi yaitu 50 Hz. Berikut adalah gambar monitoring grafik.



Gambar 10. Tampilan Haiwell SCADA Halaman Kedua



Gambar 11. Monitoring History Alarm

KESIMPULAN

Artikel ini memaparkan perancangan dan implementasi sistem monitoring arus listrik real-time berbasis Mini SCADA Haiwell, menggunakan sensor PZEM-004T dan protokol Modbus RTU. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi tinggi dalam pengukuran parameter listrik, stabil dalam operasi jangka panjang, dan mampu menampilkan data secara real-time yang dapat dimanfaatkan untuk efisiensi energi. Sistem ini berpotensi untuk diaplikasikan dalam berbagai industri untuk pemantauan dan pengelolaan energi yang lebih baik.

Dengan demikian, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa integrasi Mini SCADA dan sensor yang tepat dapat memberikan solusi monitoring energi yang efisien dan dapat diandalkan. Implementasi lebih lanjut dapat mengeksplorasi pengembangan fitur tambahan seperti analisis data historis dan pengendalian beban listrik secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. G. Chamdareno and F. Azharuddin, "Sistem Monitoring Energi Listrik Sel Surya Secara Realtime dengan Sistem Scada," vol. 14, no. 2.

[2] S. Muharom, R. A. Firmansyah, and Y. A. Prabowo, "Pelatihan Pengenalan Dan Pemrograman Mikrokontroler Untuk Siswa Smk Surabaya," *Adimas*, vol. 7, no. 2, pp. 101–108, Dec. 2023, doi: 10.24269/adi.v7i2.6026.

[3] A. F. H. Sitanggang and Y. A. Prabowo, "Perancangan Alat Monitoring Arus Bocor pada Kabel 20 kV Menggunakan Filter Kalman Berbasis Internet of Things," Elektrika, vol. 14, no. 2, p. 41, Oct. 2022, doi: 10.26623/elektrika.v14i2.4849.

[4] I. Budi Sulistiawati, A. Soetedjo, R. Bahtiar Putra, S. Sotyohadi, and S. Priyanto, "Penggunaan PLC Outseal dan Haiwell Hmi Scada untuk Otomasi Pengontrolan Daya dan Beban di Gedung Laboratorium Teknik Elektro ITN Malang," *seniati*, vol. 7, no. 2, pp. 230–236, Dec. 2023, doi: 10.36040/seniati.v7i2.7959.

[5] J. T. Susilo and S. Sutarmin, "Monitoring dan Data Logger Panel Distribusi Dengan Power Meter dan SCADA LabVIEW," *EPIC*, vol. 7, no. 1, pp. 11–20, Jun. 2024, doi: 10.32493/epic.v7i1.38199.

[6] S. Subairi, F. J. Edas, N. Nachrowie, and M. A. Baihaqi, "Pengelolaan Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan SCADA untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh," *JIDTE*, vol. 3, no. 1, pp. 14–20, Jun. 2024, doi: 10.51747/intro.v3i1.1993.

[7] M. R. Al Faris and D. Irawan, "Rancang Bangun Smarthome Berbasis Haiwell Cloud Scada Menggunakan Esp32," *E-LINK*, vol. 19, no. 2, p. 250, Dec. 2024, doi: 10.30587/e-link.v19i2.8756.

[8] F. Ciasaka, S. D. Panjaitan, and B. W. Sanjaya, "Perancangan Sistem Kendali Supervisi Dan Akuisisi Data (Scada) Pada Panel Surya Berbasis Internet Of Things".

[9] Richard John Octavianus S, S. Subairi, and Rifki Hari Romadhon, "Implementasi SCADA Pada Monitoring Penggunaan Energi Listrik Di Gedung Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang Menggunakan Komunikasi Modbus Via LoRa WAN," *Uranus*, vol. 2, no. 3, pp. 163–173, Jul. 2024, doi: 10.61132/uranus.v2i3.269.

[10] Y. Sofyan, S. Fitriani, Y. Santosa, and M. R. Sholahuddin, "Rancang Bangun Sistem SCADA Sebagai Media Pembelajaran Distribusi Tenaga Listrik Menggunakan Standar Modbus," *JTERA*, vol. 8, no. 2, p. 217, Jan. 2024, doi: 10.31544/jtera.v8.i2.2023.217-226.

SNESTIK
Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika
https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7322

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengoptimalan Aliran Daya dengan Penambahan Distributed Generation Mneggunakan Particle Swarm Optimization

Trisna Wati[1], Muhammad Rizqi Putra[2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: trisnaw@itats.ac.id

ABSTRACT

The increasing demand for electrical energy and environmental concerns have encouraged the addition of distributed generation (DG). It has become a relevant solution for managing electrical distribution systems. DG addition does not require network restructuring or configuration, allowing it to be added near consumers located far from the generators. Adding DG to radial network systems can reduce both active and reactive power losses and improve voltage profiles. However, suboptimal DG placement can lead to negative impacts, such as exceeding current limits and harmonic problems in the network system. This research used Particle Swarm Optimization (PSO) to determine the location and DG size in the IEEE 69-Bus radial network system modified to 54-Bus. Compared to other methods, PSO is faster at finding optimal solutions due to its cooperative particle structure and updating. The simulation varied swarm size (1, 5, and 10) with 10 iterations each. The results showed that the optimal solution occurred at different iterations for each swarm size but with the same optimal value. Thus, before DG installation, the active power loss was 2037.71 kW, the reactive power loss was 630.155 kVAR, and the maximum voltage was 4.3186 p.u. After DG installation, the active power loss decreased to 75.2543 kW, the reactive power loss decreased to 11.69819 kVAR, and the maximum voltage decreased to 1.6720 p.u.

Keywords: *Power flow, distributed generation, Particle Swarm Optimization*

ABSTRAK

Dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik dan kepedulian terhadap lingkungan, penambahan Distributed Generation (DG) menjadi solusi yang relevan dalam pengelolaan sistem distribusi listrik,karena tidak

memerlukan penataan ulang atau konfigurasi jaringan, sehingga dapat ditambahkan dekat dengan lokasi konsumen yang jauh dari pembangkit. Penambahan DG dalam sistem jaringan radial memiliki potensi untuk mengurangi kerugian daya aktif maupun reaktif dan memperbaiki profil tegangan. Penambahan DG dapat menimbulkan dampak negatif jika penempatan tidak optimal, sehingga dapat menyebabkan arus melebihi batas, dan masalah harmonik pada sistem jaringan. Untuk mengatasi itu, pada penelitian ini Particle Swarm Optimization (PSO) adalah metode yang duganakan dalam menentukan letak dan ukuran Distributed Generation (DG) pada sistem jaringan radial IEEE 69-Bus yang dimodified menjadi 54-Bus. dibandingkan dengan metode yang lain metode PSO lebih cepat dalam menemukan Solusi yang optimal yang disebabkan oleh struktur dan pembaruan partikel secara kooperatif. Pada penelitian ini, Simulasi melibatkan variasi ukuran swarm (1 dan 5) dengan masing-masing 10 iterasi. Hasil menunjukkan bahwa solusi optimal terjadi pada iterasi yang berbeda untuk setiap ukuran swarm, namun dengan nilai optimal yang sama. Sehingga didapatkan hasil sebelum pemasangan DG rugi daya aktif sebesar 2037.71 Kw, rugi daya reaktif sebesar 630.155 KVAr, Tegangan Maksimum sebesar 4.3186 p.u. dan setelah pemasangan DG Rugi daya aktif menjadi 75.2543 Kw, Rugi daya Reaktif menjadi 11.69819 KVAr, Tegangan Maksimum menjadi 1.6720 p.u..

Kata kunci: Aliran Daya, Distributed Generation,Particle Swarms Optimization.

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya konsumsi energi listrik yang terus bertambah dari waktu ke waktu, dan semakin tumbuhnya kepedulian terhadap lingkungan dan keterbatasan emisi kontaminan dari sumber energi konvensional, maka unit Distributed Generation (DG) menjadi pilihan yang relevan dalam pengelolaan sistem distribusi listrik[1][2].

Penambahan unit Distributed Generation (DG) menjadi solusi yang relevan dalam mengelola sistem distribusi listrik karena meningkatnya konsumsi energi listrik dan kepedulian terhadap lingkungan. DG dapat membantu mengurangi kerugian daya, memperbaiki profil tegangan, dan meningkatkan keandalan pasokan energi tanpa memerlukan penataan ulang jaringan distribusi. Namun, penempatan DG yang tidak optimal dapat mengakibatkan dampak negatif seperti kedipan tegangan, arus melebihi batas termal, dan masalah harmonik[2][3].

Untuk mengoptimalkan penempatan DG, digunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) yang diperkenalkan oleh James Kennedy dan Russel Eberhart pada tahun 1995. PSO merupakan metode optimasi yang terinspirasi dari perilaku sosial kawanan burung, dan telah diadaptasi untuk menyelesaikan masalah optimasi. Studi kasus dilakukan pada sistem distribusi listrik IEEE 54-bus dengan penambahan DG. Pemilihan metode PSO dibandingkan dengan metode lain seperti Flower Pollination Algorithm (FPA), dan hasilnya menunjukkan bahwa PSO memiliki laju konvergensi lebih cepat dalam menemukan solusi optimal karena struktur dan pembaruan partikel secara kooperatif [4]. penenentuan lokasi dan ukuran optimal dari distributed generation (dg) untuk diinstal pada sistem distribusi dengan tujuan meminimalkan kerugian daya sistem secara keseluruhan dan meningkatkan profil tegangan bus (vm). Solusi yang diusulkan adalah teknik optimasi baru yang disebut exponential inertia weight particle swarm optimization (eipso) yang dibandingkan dengan teknik artificial immune sistem (ais) dan diuji pada sistem distribusi radial ieee 10 bus. Teknik optimasi yang diusulkan dikembangkan di bawah pemrograman matlab. Hasil pengujian menunjukkan bahwa eipso dapat mengurangi total kerugian sistem dan meningkatkan profil tegangan lebih baik daripada ais untuk sistem distribusi di bawah berbagai kondisi beban. Untuk menampilkan keberadaan harmonik, eipso yang dikembangkan diintegrasikan dengan algoritma fast fourier transform (fft) harmonic load flow. Dengan demikian, solusi yang diusulkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem distribusi[5]

Optimalisasi ukuran dan lokasi pembangkit listrik tenaga surya (solar photovoltaic/dg) dalam konteks sistem jaringan listrik ieee 9 bus menggunakan metode particle swarm optimization (pso). Tujuan utama penelitian ini adalah mengurangi kerugian daya aktif dalam jaringan listrik. Integrasi pembangkit listrik tenaga surya ke dalam sistem jaringan listrik dapat berdampak positif atau negatif, tergantung pada ukuran dan lokasi pembangkit listrik tenaga surya tersebut. Oleh

karena itu, menentukan ukuran dan lokasi yang optimal menjadi kunci untuk memastikan manfaat maksimal dari pembangkit listrik tenaga surya dalam jaringan listrik. Kasus dan hasil simulasi dari penelitian yang dilakukan hasil simulasi menunjukkan bahwa teknik pso dapat digunakan untuk menentukan ukuran dan lokasi optimal pembangkit listrik tenaga surya dalam jaringan listrik ieee 9 bus dengan tujuan mengurangi kerugian daya aktif dalam jaringan listrik[6]

Kerugian daya dalam sistem distribusi yang disebabkan oleh penyambungan distributed generation (dg) pada lokasi yang kurang tepat. Kerugian daya dalam sistem distribusi dapat diminimalkan dengan menentukan lokasi optimal untuk penyambungan dg melalui optimisasi. Dengan menggunakan metode particle swarm optimization (pso) untuk menemukan lokasi optimal penyambungan dg. Pso adalah algoritma yang mencari kerugian daya minimum dengan menggerakkan solusi potensial melalui hiperspace dan berakselerasi menuju solusi yang lebih baik atau lebih optimal. Program pso mengambil data masukan seperti nomor bus, data beban, data generator, dan parameter saluran untuk menentukan lokasi terbaik penyambungan dg.hasil penerapan metode pso pada sistem jaringan distribusi bangli menunjukkan bahwa lokasi optimal penyambungan dg berada pada bus 123, yang menghasilkan kerugian daya sebesar 108,870 kw. Ini mengindikasikan penurunan kerugian daya sebesar 51,2 kw dibandingkan dengan kerugian sebelum penyambungan dg pada jaringan bangli. Optimisasi menggunakan pso berhasil mengurangi kerugian daya sekitar 32%[7].

Pengaruh distributed generation (dg) terhadap indeks keandalan pada sistem distribusi listrik pt pln uid bandar lampung dapat meningkatkan keandalan distribusi listrik. Penelitian ini menggunakan metode reliability index assessment (ria) untuk menganalisis efek instalasi dg pada keandalan distribusi listrik. Metode ria digunakan untuk mengukur indeks keandalan seperti sistem average interruption frequency index (saifi), sistem average interruption duration index (saidi), energy not supply (ens), average energy not supply (aens), dan customer average interruption duration index (caidi). Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan algoritma genetika (ga) dapat membantu dalam menentukan kapasitas dan penempatan optimal dg dalam sistem distribusi listrik. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemahaman tentang efek instalasi dg terhadap keandalan distribusi listrik, serta memberikan panduan untuk penentuan kapasitas dan penempatan optimal dg dalam sistem distribusi listrik[8].

Distributed Generation (DG) dapat diartikan sebagai pembangkit listrik tenaga listrik pada jaringan distribusi atau sisi jaringan klien. Skor DG maksimal yang dapat dicapai terhubung ke jaringan distribusi tergantung pada kapasitas jaringan distribusi, relatif terhadap tingkat tegangan pada jaringan distribusi. Misalnya saja DG yang mempunyai kapasitas produksi 100 hingga 150 MW Tidak dapat terhubung ke level tegangan 110 kV karena masalah teknis. Untuk lebih jelas berikut adalah table rating dari kapasitas pembangkit DG [9].

Tabel. 1 Kapasitas Distributed Generation

Kapasitas DG	**Daya Terpasang (MW)**
Mikro	1 W < 5 kW
Kecil	5 Kw < 5MW
Sedang	5 MW < 50 MW
Besar	50 MW <300 MW

Distributed Generation (DG) mampu menyesuaikan diri dengan perubahan ekonomi secara fleksibel karena ukurannya yang kecil dan konstruksinya yang lebih sederhana dibandingkan dengan pembangkit konvensional. Menurut Badan Energi Internasional (IEA), penilaian ekonomi terhadap fleksibilitas nilai DG dianggap sangat mungkin dan layak. Sebagian besar DG memang memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam berbagai aspek seperti operasi, ukuran, dan kemajuan teknologi. Selain itu, pemasangan DG di dekat area beban dalam jaringan distribusi dapat meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik.

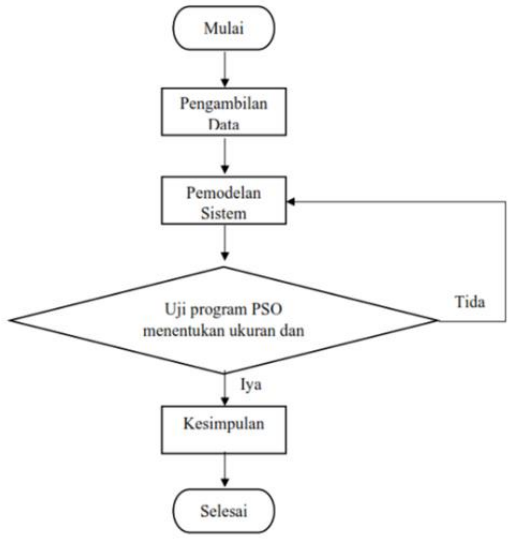
Pemakaian DG ini membawa sejumlah keuntungan signifikan diantaranya sebegai berikut :

1) Pemanfaatan DG dapat meningkatakan keandalam dalam daya Listrik.
2) Sebagai sumber energi local, sehingga DG dapat berperan dalam penghematan biaya
3) Dibandingkan dengan pembangkit Listrik konvensional, DG memiliki Tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam penyaluran daya.
4) Ketika terhubung dalam jaringan, DG juga dapat meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem dengan mengurangi kerugian daya

Dalam produksi energi Listrik, DG menunjukkan karakteristik ramah lingkungan dengan emisi yang dihasilkan rendah, bahkan mendekati nol [9].

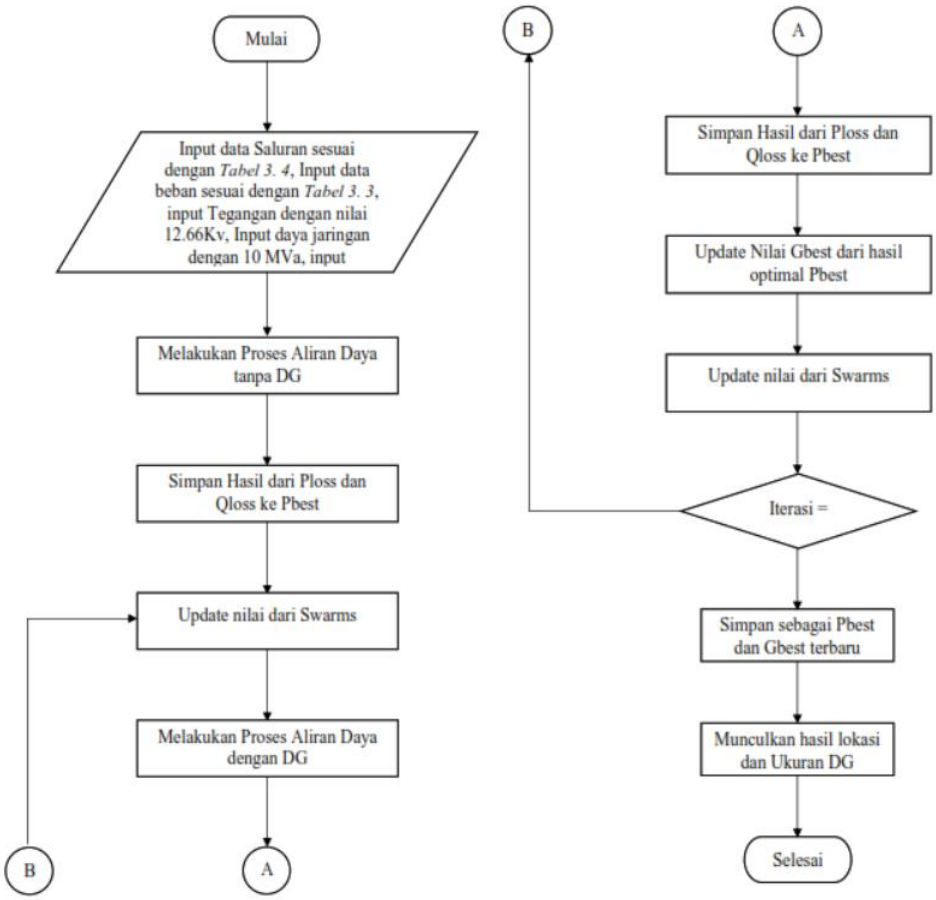
METODE

Sebelum dilakukan analisa pada suatu sistem, maka terdapat beberapa tahap. Diagram alir penelitian yang ditujukan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dari gambar 2. Untuk menunjang penelitian ini, antara lain Single Line Diagram, Data Beban, Data Distribusi, Data Distribusi Baru. Langkah selanjutnya dengan perhitungan komputasi aliran daya untuk mengetahui Tegangan pada Setiap bus, Arus pada setiap bus, Kerugian daya reaktif, Kerugian daya Aktif. Setelah didapatkan data aliran daya, maka selanjutnya dilakukan perhitungan komputasi untuk menempatkan lokasi *Distibuted Generation* (*DG*) dengan metode *PSO* menggunakan software MATLAB.



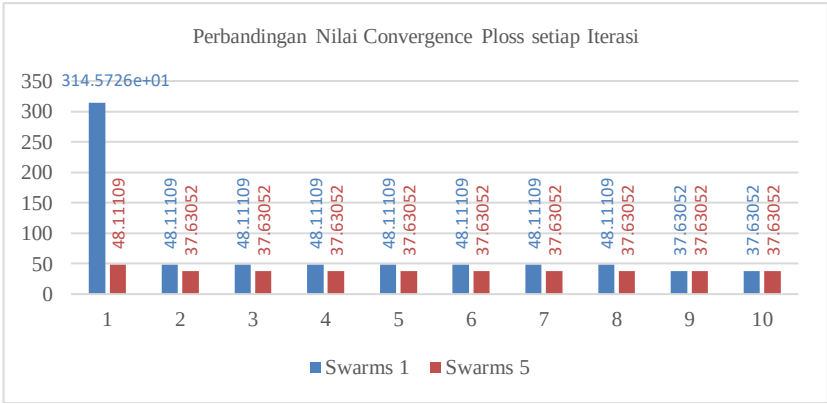
Gambar 2. Diagram alir PSO

Dari gambar 2. diatas dijelaskan bahwa langkah yang dilakukan untuk melakukan simulasi menentukan lokasi dan ukuran *DG* dengan menggunakan metode *PSO*. Dimulai dengan Memasukkan data beban dan saluran pada program. Memasukkan parameter MVAb, KVb, Reall, iteration dan Reactivee. setelah itu, melakukan simulasi program. Maka program akan berjalan hingga jumlah iterasi maksimal, dan akan memunculkan nilai dari tegangan, Rugi daya aktif, Rugi daya reaktif, lokasi penempatan *DG*, dan ukuran kapasitas *DG*.

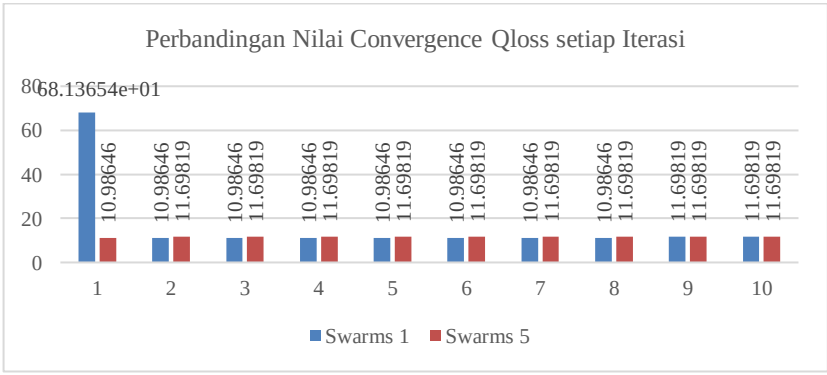
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi Sistem

Dalam melakukan simulasi pengoptimalan aliran daya dengan penambahan Distributed Generation (DG) dengan menggunakan metode PSO, dilakukan beberapa ujicoba untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Dengan cara melakukan perubahan pada jumlah partikel atau swarms yang dimulai dari nilai 1 dan 5. Simulasi ini menggunakan nilai iterasi 10. Sehingga didapatkan hasil dari nilai konvergensi tiap iterasi.



Gambar 3. Perbandingan nilai konvergensi Ploss setiap iterasi

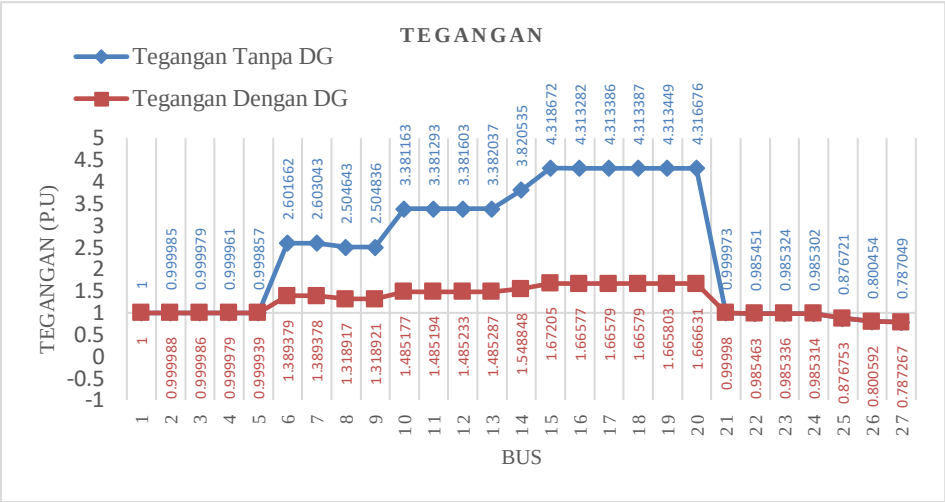


Gambar 4. Perbandingan nilai konvergensi Qloss setiap iterasi

Dari beberapa percobaan dengan merubah nilai Swarms dari nilai 1 dan 5 dengan iterasi masing-masing 10, didapatkan bahwa nilai Ploss dan Qloss yang optimal tidak berbeda jauh pada swarms 1 adalah mulai iterasi ke 9, pada nilai swarms 5 Ploss dan Qloss yang optimal mulai iterasi ke 2, dengan nilai Ploss adalah 37.63052 dan nilai Qloss adalah 11.69819.

Hasil Simulasi Tegangan pada Setiap Bus

Hasil perbandingan untuk mencari tegangan pada setiap bus setelah dan sebelum pemasangan *distributed generation* (*DG*) yang dilakukan dengan menggunakan metode *PSO* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Simulasi Tegangan pada Bus 1-27

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil keseluruhan dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1) Setelah dilakukan beberapa ujicoba simulasi dengan merubah nilai swarms dari 1 dan 5, dengan iterasi masing – masing 10. Pada nilai swarms 1 nilai yang optimal pada iterasi ke 9, dan pada nilai swarms 5 nilai yang optimal pada iterasi ke 2. Dengan hasil dari nilai optimal yang memiliki kesamaan.
2) Hasil perhitungan aliran daya menggunakan metode *PSO* pada sistem jaringan radial 54 Bus Modified menghasilkan nilai rugi – rugi daya aktif sebesar 2037.71 Kw, rugi – rugi daya reaktif sebesar 630.155 KVAr, Tegangan maksimum sebesar 4.3187 p.u., tegangan minimum sebesar 0.7870 p.u..
3) Peletakan *DG* dengan menggunakan metode *PSO* pada bus Ke-6 dengan kapasitas *DG* sebesar 14.31 MVA pada sistem jaringan radial 54 Bus Modified terbukti dapat menurunkan rugi – rugi daya aktif sebesar 75.2543 Kw, rugi - rugi daya reaktif sebesar 11.69819 KVAr, dan tegangan maksimum dapat tereduksi hingga 158% yang tidak membuat overvoltage pada jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Kumar, U. Agarwal, A. K. Sahu, and R. Anand, "Utility of PSO for power loss minimization in a power system network," *1st Int. Conf. Autom. Control. Energy Syst. - 2014, ACES 2014*, no. 1, pp. 1–6, 2014, doi: 10.1109/ACES.2014.6808011.

[2] D. S. K. Kanth and M. P. Lalitha, "Mitigation of real power loss, THD & enhancement of voltage profile with optimal DG allocation using PSO & sensitivity analysis," *2014 Annu. Int. Conf. Emerg. Res. Areas Magn. Mach. Drives, AICERA/iCMMD 2014 - Proc.*, pp. 0–5, 2014, doi: 10.1109/AICERA.2014.6908247.

[3] H. Mansur and J. Urinboy, "Reconfiguration Of Radial Distribution System To Minimize Active Power Loss," *Int. J. Eng. Inf. Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 154–156, 2021, [Online]. Available: https://ssrn.com/abstract=3826556

[4] S. Jena and S. Chauhan, "Solving distribution feeder reconfiguration and concurrent dg installation problems for power loss minimization by multi swarm cooperative PSO

algorithm," *Proc. IEEE Power Eng. Soc. Transm. Distrib. Conf.*, vol. 2016-July, 2016, doi: 10.1109/TDC.2016.7520021.

[5] N. A. Ahmad, I. Musirin, and S. I. Sulaiman, "Exponential based PSO performed on DG installation for loss minimization considering THD," *Proc. 2014 IEEE 8th Int. Power Eng. Optim. Conf. PEOCO 2014*, no. March, pp. 607–612, 2014, doi: 10.1109/PEOCO.2014.6814500.

[6] R. Orenge, M. Christopher Maina, and G. N. Nyakoe, "Optimal Sizing and Placement of Solar Photovoltaic Based DGs in the IEEE 9 Bus System Using Particle Swarm Optimization Algorithm," *2018 IEEE PES/IAS PowerAfrica, PowerAfrica 2018*, pp. 114–119, 2018, doi: 10.1109/PowerAfrica.2018.8521006.

[7] R. F. Margeritha, R. S. Hartati, and N. P. Satriya Utama, "AnalisisPenyambungan Distributed Generation Guna Meminimalkan Rugi-Rugi Daya Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, p. 122, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i03p19.

[8] T. Wati. Achmad Fajar Nur Rosyid, "Analisis Pengaruh Distributed Generation (DG) Terhadap Indeks Keandalan pada Penyulang Badai PT PLN UID Bandar LampungSeminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika," *SNESTIK Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 219–224, 2021.

[9] J. Distribusi, "Analisys placement of distributed generation," *J. Tek. Its*, vol. 1, no. 1, p. B-109-B-114, 2012.

[10] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, and S. R. A. Rahim, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.

SNESTIK
Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika
https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7623

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Aplikasi Resto Berbasis Mobile Menggunakan Metode Personal Extreme Programming

Heksa Bustomi Hadad, Rinci Kembang Hapsari*, Permana Faddyahsari Hakim
Prodi Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: rincikembang@itats.ac.id

ABSTRACT

In the current era of globalization, technological developments are taking place very rapidly, including the development of information and communication technology; one of the steps in the development of information and communication technology is the development of telecommunications technology, especially smartphones. The development of smartphone technology has influenced various fields, including the culinary field. Kebon Kota Tropical Resto is a company in the culinary field. Currently, Kebon Kota Tropical Resto still uses a manual ordering method to order food and drinks, and it takes a long time to deliver consumer orders because of the long distance between kitchens, illegible handwritten orders, order slips, forgotten orders, and long queues. Therefore, an application is needed that makes it easier for customers to order food and drink menus. In developing this restaurant application, one of the agile development models has been used, namely the personal extreme programming model. In the personal extreme programming model, there are various stages: requirements, planning, iteration initialization, design, implementation, system testing, and retrospective. Based on the ISO 9126 evaluation with 50 respondents, the value of each criterion was obtained. Namely, the Usability value was 86.72%, the Functionality value was 86%, the Efficiency value was 86.53%, and the overall value of the application quality was 86.16%. Based on these values, the Kebon Kota Tropical Resto application is outstanding.

Keywords: *Personal Extreme Programming Model, Resto Mobile Application, ISO 9126, Likert Scale.*

ABSTRAK

Di era globalisasi saat ini perkembangan teknologi berlangsung sangat cepat, termasuk perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, salah satu langkah perkembangan teknologi informasi dan komunikasi tersebut adalah perkembangan teknologi telekomunikasi khususnya smartphone. Perkembangan teknologi smartphone telah mempengaruhi berbagai bidang, termasuk bidang kuliner. Kebon Kota Tropical Resto adalah Perusahaan di bidang kuliner. Saat ini Kebon Kota Tropical Resto masih menggunakan cara pemesanan manual untuk memesan makanan dan minuman, memakan waktu lama untuk mengantarkan pesanan konsumen, karena jarak yang jauh antar dapur, tulisan tangan pesanan tidak terbaca, slip pesanan, adanya pesanan yang terlupakan, serta antrian yang panjang. Oleh karena itu dibutuhkan suatu aplikasi yang memudahkan pelanggan untuk memesan menu makanan dan minuman. Pada proses pengembangan aplikasi resto ini telah menggunakan salah satu model pengembangan agile yaitu model personal extreme programming. Pada model personal extreme programming terdapat berbagai tahapan yaitu, requirement, planning, iteration initialization, design, implementation, system testing, dan retrospective. Berdasarkan hasil evaluasi ISO 9126 dengan 50 responden didapatkan nilai setiap kriteria yaitu nilai Usability adalah 86,72%, nilai Functionality adalah 86%, nilai Efficiency adalah 86,53% dan nilai keseluruhan kualitas aplikasi adalah 86,16%. Berdasarkan nilai tersebut aplikasi Kebon Kota Tropical Resto ini termasuk dalam kategori sangat baik.

Kata kunci: A Model Personal Extreme Programming, Aplikasi Resto Mobile, ISO 9126, Skala Likert

PENDAHULUAN

Lanskap industri restoran sedang mengalami transformasi yang signifikan, didorong oleh menjamurnya teknologi seluler dan meningkatnya ekspektasi konsumen yang paham teknologi[1].Dalam konteks ini, pengembangan aplikasi seluler untuk restoran telah muncul sebagai strategi penting untuk meningkatkan efisiensi operasional, meningkatkan keterlibatan pelanggan, dan pada akhirnya mendorong pertumbuhan bisnis[2]. Aplikasi seluler menawarkan banyak manfaat bagi restoran, termasuk pemrosesan pesanan yang efisien, manajemen meja yang ditingkatkan, pengalaman pelanggan yang dipersonalisasi, dan kemampuan pemasaran yang efektif[3], [4]. Aplikasi ini juga dapat memfasilitasi komunikasi yang lancar antara pelanggan dan staf restoran, mengurangi kesalahan pesanan, dan memberikan pembaruan waktu nyata tentang status pesanans [5]. Lebih jauh lagi, integrasi opsi pembayaran seluler dapat mempercepat proses checkout, meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pelanggan. Munculnya aplikasi seluler tidak hanya memengaruhi pengguna telepon pintar tetapi juga telah mengambil peran penting dalam operasi bisnis sehari-hari [6]. Sistem pemesanan membantu restoran meningkatkan efisiensi dalam proses pemesanan [7]. Dalam arena yang kompetitif dari industri restoran, mengadopsi aplikasi seluler dapat memberi bisnis keunggulan yang berbeda, memungkinkan mereka untuk membedakan diri dari pesaing dan memenuhi tuntutan yang terus berkembang dari basis pelanggan mereka.

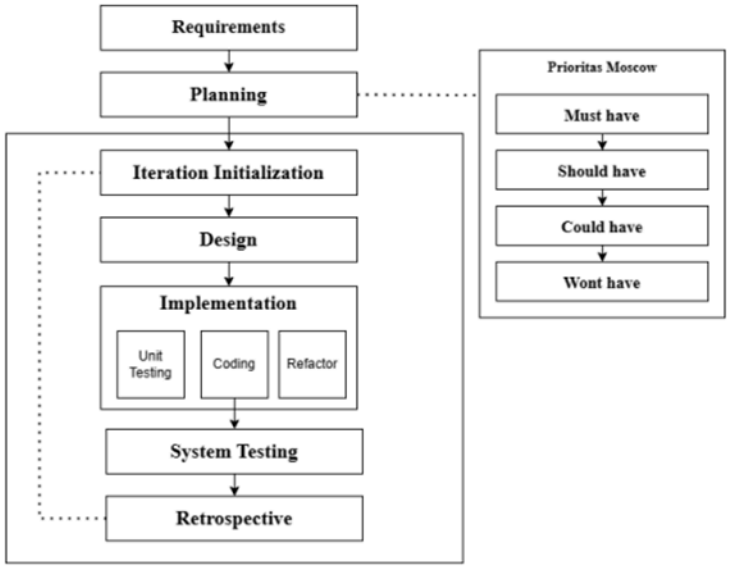
Kebon Kota Tropical Resto adalah perusahaan kuliner yang berlokasi di Jl. Raya Menganti No. 112, jalur tunggal, Kec. Wiyung, kota surabaya. Kebon Kota Tropical Resto menawarkan berbagai macam makanan dan minuman khas Indonesia serta seafood. Untuk saat ini Kebon Kota Tropical Resto masih menggunakan cara pemesanan manual untuk memesan makanan dan minuman. Pelayan menggunakan pena dan kertas sebagai alat untuk mencatat pesanan pelanggan. Oleh karena itu, pelanggan harus menunggu ketersediaan menu dari pramusaji. Kemudian pelayan tetap harus mengecek ketersediaan menu di dapur dan menginformasikannya kepada pelanggan. Sistem pelayanan dinilai kurang efektif dan efisien sehingga dapat mengecewakan pelanggan. Untuk mengatasi keterbatasan yang terkait dengan pendekatan pemesanan manual tradisional dan memanfaatkan peluang yang ditawarkan oleh teknologi seluler, penelitian ini berpusat pada desain dan implementasi aplikasi khusus untuk restoran.

Dalam penelitian lain, aplikasi dirancang menggunakan metode extreme programming, dan strukturnya berjalan dari perencanaan, pengkodean, serta pengujian yang dimulai dengan

mendefinisikan kebutuhan fungsional dan non-fungsional pengguna [8]. Aplikasi seluler untuk restoran juga dapat menyediakan data dan analitik berharga yang dapat digunakan untuk menginformasikan keputusan bisnis dan mengoptimalkan operasi. Dengan melacak perilaku pelanggan, riwayat pesanan, dan tren penjualan, restoran dapat memperoleh wawasan tentang preferensi pelanggan, mengidentifikasi produk populer, dan mengoptimalkan strategi penetapan harga mereka [8]. Selain itu, aplikasi seluler dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen hubungan pelanggan untuk mempersonalisasi komunikasi pemasaran dan membangun loyalitas pelanggan. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi seluler yang ramah pengguna dan efisien untuk Kebon Kota Tropical Resto dengan menerapkan metodologi Personal Extreme Programming.

METODE

Personal Extreme Programming muncul sebagai metodologi pengembangan perangkat lunak yang tangkas dan ringan yang sangat cocok untuk proyek individual atau tim kecil yang beroperasi di lingkungan yang dinamis dan berubah-ubah. Berakar pada prinsip-prinsip pemrograman ekstrim, Personal Extreme Programming menekankan kesederhanaan, komunikasi, umpan balik, dan keberanian, memberdayakan pengembang untuk memberikan perangkat lunak berkualitas tinggi secara bertahap dan iteratif. Metodologi ini sangat menekankan pada kepuasan klien melalui pengembangan perangkat lunak yang efisien yang memenuhi kebutuhan mereka [9]. Tidak seperti metodologi pengembangan perangkat lunak tradisional yang mengikuti pendekatan linier dan berurutan, Personal Extreme Programming menganut proses iteratif dan inkremental, yang memungkinkan pengembang untuk beradaptasi dengan persyaratan yang berubah dan memasukkan umpan balik dari pengguna di seluruh siklus pengembangan. Tahap personal extreme programming yang digunakan dalam penelitian ini, ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Personal Extreme Programming

Personal Extreme Programming muncul sebagai metodologi pengembangan perangkat lunak yang tangkas dan ringan yang sangat cocok untuk proyek individual atau tim kecil yang beroperasi di lingkungan yang dinamis dan berubah-ubah. Berakar pada prinsip-prinsip pemrograman ekstrim, Personal Extreme Programming menekankan kesederhanaan, komunikasi, umpan balik, dan keberanian, memberdayakan pengembang untuk memberikan perangkat lunak berkualitas tinggi secara bertahap dan iteratif. Metodologi ini sangat menekankan pada kepuasan klien melalui pengembangan perangkat lunak yang efisien yang memenuhi kebutuhan mereka [9]. Tidak seperti metodologi pengembangan perangkat lunak tradisional yang mengikuti pendekatan linier dan berurutan, Personal Extreme Programming menganut proses iteratif dan inkremental, yang memungkinkan pengembang untuk beradaptasi dengan persyaratan yang berubah dan memasukkan umpan balik dari pengguna di seluruh siklus pengembangan.

Salah satu prinsip utama Personal Extreme Programming adalah pemrograman berpasangan, di mana dua pengembang bekerja sama pada workstation yang sama, satu orang menulis kode sementara yang lain meninjau dan memberikan umpan balik. Praktik kolaboratif ini mendorong berbagi pengetahuan, meningkatkan kualitas kode, dan mengurangi jumlah kesalahan. Namun, dalam konteks proyek individual, prinsip pemrograman berpasangan dimodifikasi untuk menekankan pada tinjauan kode sendiri dan pengujian unit yang ketat. Personal Extreme Programming juga menekankan pentingnya perencanaan berkelanjutan, yang melibatkan kolaborasi erat dengan pemangku kepentingan untuk mengumpulkan persyaratan, memprioritaskan fitur, dan memperkirakan upaya pengembangan.

Requirement

Pada tahap ini, kami secara cermat melakukan proses pengumpulan semua kebutuhan yang dibutuhkan oleh pengguna akhir. Proses ini telah kami lakukan melalui serangkaian wawancara yang mendalam dengan pihak Kebon Kota Tropical Resto. kami memperoleh wawasan yang mendalam tentang kebutuhan dan harapan dari para pengguna aplikasi resto yang akan kami kembangkan. Dengan menggunakan informasi yang kami peroleh dari wawancara ini, kami akan memastikan bahwa aplikasi yang kami rancang akan sepenuhnya memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna, sehingga dapat memberikan pengalaman yang luar biasa. Dari hasil tahapan survey dan wawancara ini penulis mendapatkan kebutuhan fungsional serta kebutuhan non-fungsional Aplikasi Resto.

1. Kebutuhan Fungsional
   Kebutuhan Fungsional ini yaitu layanan atau fitur yang harus disediakan dalamsistem, Kebutuhan fungsional yang terdapat pada Aplikasi Resto yaitu:
   a. Register
   b. Login
   c. Mengelola Akun User
   d. Mengelola Menu Makanan
   e. Mengelola Kategori
   f. Mengelola Stok
   g. Mengelola Meja
   h. Mengelola Order
   i. Melakukan Order dan Reservasi
   j. Melihat History Order
   k. Mengelola Profile

2. Kebutuhan Non-Fungsional
   Kebutuhan non fungsional merupakan Batasan fitur atau fungsi yang disediakan sistem, meliputi :

a. Keamanan data: sistem harus memberikan enkripsi data untuk melindungi informasi pengguna yang sensitif, seperti kata sandi dan data pribadi.
b. Kinerja: sistem harus memberikan waktu respon rata-rata dibawah 5 detik untuk permintaan pengguna.
c. Kompatibiltas perangkat: Aplikasi harus kompatibel dengan berbagai jenis perangkat seluler.

Planning

Penulis telah melakukan survei dengan melakukan kunjungan ke resto Kebon Kota, di mana ia berinteraksi dengan pemilik toko, kasir, dan waitress untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam proses pengembangan aplikasi resto. Semua informasi yang diperoleh melalui wawancara telah dirangkum menjadi cerita pengguna (user story) yang akan digunakan dalam pengembangan aplikasi resto.

Iteration Initialization

Iteration initialization merupakan tahap penting dalam perencanaan pengembangan sistem, di mana penulis memberikan nilai pada setiap user story. Prioritas diberikan kepada user story dengan status "must have," yang akan menjadi fokus utama. Kemudian, berdasarkan nilai tertinggi, user story berikutnya akan diprioritaskan dan disebarkan dalam urutan tersebut.

Design

Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan secara singkat siapa yang menggunakan sistem dan apa saja yang dapat mereka lakukan. Rancangan Use case diagram Aplikasi Resto dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Usecase Diagram Aplikasi Resto

Implementasi

Coding

Pada tahap coding ini akan dilakukan implementasi code hingga menjadi sebuah aplikasi, Bahasa pemrograman yang akan digunakan untuk membuat aplikasi Kebon Kota adalah PHP, HTML, dan JavaScript dengan menggunakan framework Laravel, React Native dan Bootstrap.

Unit Testing

Pada tahap unit testing ini, aplikasi resto "Kebon Kota" akan menggunakan metode black box testing untuk pengujian aplikasi.

System Testing

Tahap pengujian sistem merupakan tahapan penting dalam pengembangan aplikasi resto, dimana tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi tersebut telah memenuhi harapan dan persyaratan yang telah ditetapkan. Salah satu jenis pengujian yang dilakukan pada tahap ini adalah acceptance test, yang dirancang berdasarkan fitur dan fungsionalitas yang diidentifikasi dari cerita pengguna (user story) pada tahap perencanaan. Acceptance testing merupakan tahap pengujian yang melibatkan pengguna berinteraksi langsung dengan sistem.

Restrospective

Dalam tahap retrospective, penulis perlu melakukan verifikasi apakah perkiraan waktu pelaksanaan tugas sesuai dengan realitas, serta menganalisis potensi penyebab yang dapat menyebabkan penundaan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari perkiraan yang terlalu optimis atau pesimis pada proyek-proyek di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini penulis akan melakukan evaluasi sistem dengan ISO 9126, dimana proses ini pengguna mengisi kuesioner kemudian dilakukan penghitungan dengan menggunakan skala likert. Berikut merupakan hasil perhitungan kuesioner.

Tabel 4 Kuisioner ISO 9126

Kategori	No	Jawaban					Total	Prosentase (%)	Kategori Penilaian
		5	4	3	2	1			
Usability									
Understandability	Q1	17	31	2	0	0	215	86	Sangat Baik
Learnbility	Q2	22	26	2	0	0	220	88	Sangat Baik
Operability	Q3	21	25	4	0	0	217	86,8	Sangat Baik
Attractiviness	Q4	22	25	3	0	0	219	87,6	Sangat Baik
Usability Complience	Q5	19	26	4	1	0	213	85,2	Sangat Baik
Functionality									
Suitability	Q6	22	23	5	0	0	217	86,8	Sangat Baik
Accuracy	Q7	18	30	1	1	0	215	86	Sangat Baik
Interoperability	Q8	19	23	8	0	0	211	84,4	Sangat Baik
Security	Q9	18	23	8	1	0	208	83,2	Sangat Baik
Functional	Q10	25	24	1	0	0	224	89,6	Sangat Baik

Complience									
Efficiency									
Time Behavior	Q11	23	18	9	0	0	214	85,6	Sangat Baik
Resource Utilization	Q12	27	16	6	1	0	219	87,6	Sangat Baik
Complience Efficiency	Q13	21	24	5	0	0	216	86,4	Sangat Baik

Berdasarkan hasil perhitungan dari Tabel 4, didapat hasil nilai persentase dari kriteria Usability, Functionality, Efficiency, dan nilai total sebagai berikut:

Usability = 86% + 88% + 86,8% + 87,6% + 85,2%
= 86,72%
Functionality = 86.8% + 86% + 84,4% + 83,2% + 89.6%
= 86%
Efficiency = 85,6% + 87,6% + 86,4%
= 86,53%
Nilai Total = 86,72% + 86% + 86,53%
= 86,16%

Merujuk pada Tabel 3 nilai total sama dengan 82,53% menunjukkan bahwa penilain Aplikasi Resto adalah SANGAT BAIK.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi personal extreme programming model untuk membangun aplikasi resto berbasis mobile pada resto "Kebon Kota" dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Pengembangan aplikasi resto berbasis mobile dengan mengunakan model personal extreme programming telah berhasil dikembangkan sesuai tahap pengembangan yang direncanakan. Dan hasil pengujian aplikasi resto pada tahap implementasi ISO 9126 tentang Usability sebesar 86,72%, Functionality sebesar 86%, dan Efficiency sebesar 86,53%. Hasil pengujian aplikasi ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa aplikasi resto termasuk dalam kategori SANGAT BAIK dengan presentase rata-rata sebesar 86,16%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Surahman, A. D. Wahyudi, and S. Sintaro, "Implementasi Teknologi Visual 3D Objek Sebagai Media Peningkatan Promosi Produk E-Marketplace," Jurnal Buana Informatika, vol. 11, no. 2, p. 123, Oct. 2020, doi: 10.24002/jbi.v11i2.3701.

[2] B. Kurniawan and M. F. Abdul, "Designing Food Ordering Application Based on Android," IOP Conference Series Materials Science and Engineering, vol. 662, no. 2, p. 22070, Nov. 2019, doi: 10.1088/1757-899x/662/2/022070.

[3] J. M. Kwon, J.-I. Bae, and S. C. Blum, "Mobile applications in the hospitality industry," Journal of Hospitality and Tourism Technology, vol. 4, no. 1, p. 81, Mar. 2013, doi: 10.1108/17579881311302365.

[4] R. Setiawan, A. D. Supriatna, S. Hudawiguna, and F. F. Roji, "Electronic culinary reservations based on Android with the Scrum methodology and Firebase database," IOP

Conference Series Materials Science and Engineering, vol. 1098, no. 5, p. 52091, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/5/052091.

[5] R. Aulia, A. Zakir, H. Dafitri, D. Siregar, and H. Hasdiana, "Mechanism of Food Ordering in A Restaurant Using Android Technology," Journal of Physics Conference Series, vol. 930, p. 12030, Dec. 2017, doi: 10.1088/1742-6596/930/1/012030.

[6] H. U. R. Rahman, "A Review of the Usable Food Delivery Apps," International Journal of Engineering Research and, no. 12. International Research Publication House, Dec. 11, 2019. doi: 10.17577/ijertv8is120052.

[7] M. Xia, X. Zhao, K. Mao, Y. Fang, and Q. Chen, "The Design and Implementation of an Ordering System for Restaurants Based on 3G Platform," in Advances in intelligent and soft computing, Springer Science+Business Media, 2012, p. 315. doi: 10.1007/978-3-642-29390-0_51.

[8] M. R. Raihan and D. Hidayahtullah, "Pengembangan Sistem Point Of Sale Berbasis User Centered Design," JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA, vol. 6, no. 1, p. 74, Jan. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3412.

[9] L. Warlina and S. M. Noersidik, "Designing Web-based Food Ordering Information System in Restaurant," IOP Conference Series Materials Science and Engineering, vol. 407, p. 12029, Sep. 2018, doi: 10.1088/1757-899x/407/1/012029.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7427

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis Kesuksesan SIAKAD di Perguruan Tinggi X Menggunakan Metode DeLone dan McLean

Okky Sukarno Putra Halim, Anwar Sodik

Sistem Informasi, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, ITATS
e-mai: okky.sph27@gmail.com

ABSTRACT

The Academic Information System (SIAKAD) is a crucial application at University X that supports academic management and provides essential information services to students. This study assessed the effectiveness of SIAKAD at University X using the DeLone and McLean model in five key aspects: system quality, information quality, service quality, usage, and user satisfaction. Data were collected through questionnaires distributed to active students at the university. The analysis revealed that SIAKAD at University X was performing fairly well, but improvements are necessary in both system quality and information quality. The average score derived from the DeLone and McLean model was 75.98%, indicating satisfactory performance, though some areas require further enhancement.

Keywords: *SIAKAD, DeLone and McLean, system quality, information quality*

ABSTRAK

Sistem Informasi Akademik (SIAKAD) merupakan salah satu aplikasi penting yang digunakan di Perguruan Tinggi X untuk mendukung pengelolaan akademik dan memberikan pelayanan informasi kepada mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kesuksesan SIAKAD di Perguruan Tinggi X dengan menggunakan model DeLone dan McLean yang terdiri dari lima aspek: Kualitas Sistem, Kualitas Informasi, Kualitas Pelayanan, Penggunaan, Kepuasan Pengguna. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada mahasiswa aktif di Perguruan Tinggi X. Hasil analisis menunjukkan bahwa SIAKAD di Perguruan Tinggi X berjalan dengan cukup sukses, namun terdapat kebutuhan untuk peningkatan pada aspek kualitas sistem dan kualitas informasi. Rata-rata nilai pengujian menggunakan metode DeLone dan McLean sebesar 75,98%, yang menunjukkan bahwa sistem ini berjalan cukup memuaskan, meskipun masih memerlukan perbaikan di beberapa aspek.

Kata Kunci: SIAKAD, DeLone dan McLean, Kualitas Sistem, Kualitas Informasi

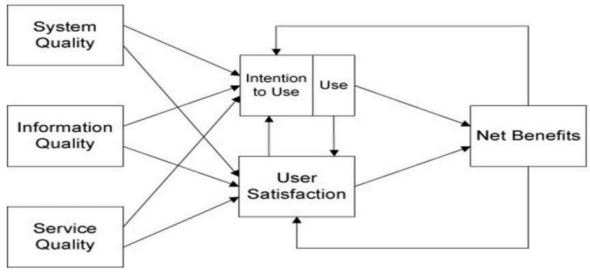
PENDAHULUAN

Sistem informasi akademik dirancang untuk mengelola data yang berkaitan dengan akademik yang menerapkan teknologi komputer baik itu *hardware* maupun *software*. Proses dikelola menjadi sebuah informasi yang memberikan dampak positif serta manfaat untuk pengelolaan manajemen perguruan tinggi. Tujuan dari sistem informasi akademik adalah mendukung penyelenggaraan pendidikan, dan juga menyediakan layanan informasi kepada mahasiswa. Karena kebutuhan dalam bidang pendidikan dan peraturan yang semakin lama semakin kompleks, membuat pengelolaan akademik pada suatu perguruan tinggi menguras waktu, tenaga dan pikiran[1]. Pada perguruan tinggi sistem SIAKAD memberikan banyak manfaat bagi para pengguna (mahasiswa) untuk mendaftar mata kuliah yang diambil tiap semester secara *online*, antara lain mahasiswa tidak harus datang ke kampus dan cukup mendaftar lewat web yang disediakan oleh lembaga pendidikan[2].

Untuk mengenali faktor-faktor yang dapat memberikan kesuksesan sistem teknologi informasi maka peneliti menggunakan DeLone and McLean untuk mengukur keberhasilan sistem teknologi informasi yang terdapat 6 komponen yang dapat mengukur kesuksesan sistem informasi diantaranya kualitas sistem (*System Quality*), kualitas informasi (*Information Quality*), kepuasan pengguna (*User Satisfaction*), penggunaan (*Use*), dampak individual (Individual Impact) dan dampak organisasi (*Organizational Impact*)[3]. Dari penjelasan diatas diharapkan dengan sistem informasi akademik dapat mengisi kebutuhan akademik sehingga kinerja sumber daya manusia, kualitas pelayanan, daya saing antar perguruan tinggi lain dapat meningkat. Untuk melakukan pengukuran kesuksesan suatu sistem informasi dapat menggunakan model kesuksesan Delone and McLean.

METODE DeLone and McLean

Untuk penelitian ini, menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif dan alur penelitian terdapat beberapa tahapan dalam penelitian. Tahapan seperti identifikasi permasalah, pada tahap ini penulis melakukan proses inisialisasi penelitian dengan mengidentifikasi dan merumuskan sebuah permasalahan yang terjadi. Pengumpulan data, untuk tahapan pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dengan pengamatan langsung di objek penelitian dan wawancara terhadap bagian terkait. Untuk Studi Pustaka & Tinjauan Penelitian, pada tahapan ini dilakukan studi literatur dan analisis dari penelitian sebelumnya. Dimana penulis mempelajari studi pustaka yang berhubungan dengan model kesuksesan DeLone and McLean dan teori yang terkait. 6 dimensi tersebut meliputi *System Quality*, *Information Quality*, *Use*, *User Satisfaction*, *Individual Impact* dan *Organizational Impact*. Dengan model ini akan menerangkan bagaimana kualitas sistem dapat mempengaruhi penggunaan sistem dan kepuasan pengguna, selain itu kualitas dari sebuah informasi juga berpengaruh pada penggunaan dan kepuasan pengguna. Dimana hal ini berpengaruh pada *individual impact* dan dampaknya akan mempengaruhi *organizational impact*[4]. Di dalam model kesuksesan DeLone and McLean memperbarui modelnya dan menyebutnya sebagai model kesuksesan informasi D&M diperbarui (updated D&M IS SUCCESS Model) ada enam elemen atau faktor untuk pengukuran diantaranya : (1) kualitas sistem (*System Quality*), (2) kualitas informasi (*Information Quality*), (3) kualitas pelayanan (*Service Quality*), (4) penggunaan (*Use*), (5) kepuasan pengguna (*User Satisfaction*), dan (6) manfaat bersih (Net Benefit).



Gambar 1 Model kesuksesan sistem informasi DeLone dan McLean (2003)

Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini peneliti mengumpulkan dan pengolahan hasil kuesioner yang telah diinputkan oleh mahasiswa secara mandiri melalui aplikasi yang telah dibangun oleh peneliti. Dari data yang sudah terkumpul kemudian diuji tingkat validitas dan reliabilitas. Aspek kuesioner dianggap valid apabila tingkat validitas aspek melebihi nilai rtabel, instrumen kuesioner dikatakan reliabel jika tingkat reliabel lebih dari 0,60. Metode pengolahan data ini menggunakan metode analisis dengan pendekatan metode Delone & McLean[5].

Uji Validitas dan Reliabilitas

Validitas adalah ketepatan atau kecermatan suatu instrumen dalam pengukuran. Dalam pengujian instrumen pengumpulan data, validitas dibedakan menjadi validitas faktor dan validitas item. Dan Reliabilitas adalah indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau diandalkan. Sehingga uji reliabilitas dapat digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat ukur tetap konsisten jika pengukuran tersebut diulang[6].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Analisis hasil pengujian Sistem Informasi Akademik dengan Model Kesuksesan DeLone dan McLean. Pengujian kualitas model dengan mengadopsi DeLone and McLean model yaitu *Information Quality, System Quality, Service Quality, Use, User Satisfaction.*Untuk mendapatkan nilai dari hasil pengujian ini dibuat Skala pengukuran dan Persentase skor ideal kuesioner sebagai berikut:

Tabel 1. Skala pengukuran

Indikator	Keterangan	Bobot nilai
SP	Sangat Puas	5
P	Puas	4
C	Cukup	3
B	Buruk	2
SB	Sangat Buruk	1

Sumber: (Pusparini et al., 2020)

Tabel 2.Presentase Untuk Tanggapan Responden Pada Skor Ideal

%Jumlah skor	Kriteria
20,00 – 36,00 %	Tidak Sukses (TS)
36,01 – 52,00 %	Kurang Sukses (KS)
52,01 – 68,00 %	Cukup Sukses (CS)
68,001 – 84,00 %	Sukses (S)
84,01 – 100 %	Sangat Sukses (SS)

Sumber: (Pusparini et al., 2020)

Untuk table presentase pengujian sistem dengan Model Kesuksesan DeLone and McLean sebagai berikut.

1. Presentase skor model aspek kualitas sistem (*System Quality*).

Tabel 3. Aspek Kualitas Sistem

Jawaban	Bobot	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Total
SP	5	16	24	23	30	21	114
P	4	36	31	29	32	32	160
C	3	20	22	27	21	20	110
B	2	25	18	23	16	21	103
SB	1	20	22	15	18	23	98
Jumlah Responden		117	117	117	117	117	585
Skor Aktual		354	368	373	391	358	1844
Skor Ideal		585	585	585	585	585	2925

Tabel diatas adalah hasil dari aspek *System Quality*. Dengan hasil skor sebagai berikut:
%Kesuksesan = $\frac{skor\ aktual}{skor\ ideal} x100\%$ %Kesuksesan = $\frac{1844}{2925} x100\%$ = 63,04%

2. Presentase skor model aspek Kualitas Informasi (*Information Quality*).

Tabel 4. Aspek Kualitas Informasi

Jawaban	**Bobot**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Total**
SP	25	30	21	21	22	119	114
P	31	22	29	25	33	140	160
C	22	25	21	29	21	118	110
B	26	25	23	18	18	110	103
SB	13	15	21	24	23	96	98
Jumlah Responden		117	117	117	117	117	585
Skor Aktual		380	378	361	352	364	1835
Skor Ideal		585	585	585	585	585	2925

Tabel diatas adalah hasil dari aspek *Information Quality*. Dengan hasil skor sebagai berikut:
%Kesuksesan = $\frac{1835}{2925} x100\%$ = 62,74%

3. Presentase skor model aspek Kualitas Pelayanan (*Service Quality*).

Tabel 5. Aspek Kualitas Pelayanan

Jawaban	**Bobot**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Total**
SP	25	13	10	7	30
P	31	32	27	29	88
C	22	24	30	22	76
B	26	23	25	23	71
SB	13	25	25	36	86
Jumlah Responden		117	117	117	351

Skor Aktual	336	323	299	958
Skor Ideal	351	351	351	1053

Tabel diatas adalah hasil dari aspek *Service Quality*. Dengan hasil skor aktual sebagai berikut:
%Kesuksesan = $\frac{958}{1053} x100\%$ = 90,98%

4. Presentase skor model aspek Penggunaan (*Use*).

Tabel 6. Aspek Penggunaan

Jawaban	**Bobot**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Total**
SP	25	27	34	30	26	117
P	31	33	31	28	26	118
C	22	24	21	26	23	94
B	26	20	15	18	18	71
SB	13	13	16	15	24	68
Jumlah Responden		117	117	117	117	468
Skor Aktual		392	403	391	363	1549
Skor Ideal		468	468	468	468	1872

Tabel diatas adalah hasil dari aspek *Use*. Dengan hasil skor sebagai berikut:
%Kesuksesan = $\frac{1549}{1872} x100\%$ = 82,75%

5. Presentase skor model aspek Kepuasan Pengguna (*User Satisfaction*).

Tabel 7. Aspek Kepuasan Pengguna

Jawaban	**Bobot**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Total**
SP	5	27	23	24	24	98
P	4	28	27	36	33	124
C	3	27	21	24	25	97
B	2	20	22	18	19	79
SB	1	15	24	15	16	70

Jumlah Responden	117	117	117	117	468
Skor Aktual	383	354	387	381	1505
Skor Ideal	468	468	468	468	1872

Tabel diatas adalah hasil dari aspek *User Satisfaction*. Dengan hasil skor sebagai berikut:
%Kesuksesan = $\frac{1505}{1872} x100\%$ = 80,4%

Hasil total pengujian pada setiap aspek Delone dan McLean sebagai berikut:

Tabel 8. Kesimpulan Pengujian

No	Aspek	Skor Aktual	Skor Ideal	Total Skor
1	*System Quality*	1844	2925	63,04%
2	*Information Quality*	1835	2925	62,74 %
3	*Service Quality*	958	1053	90.98%
4	*Use*	1549	1872	82,75 %
5	*User Satisfaction*	1505	1872	80,4%
Total		7691	10647	72,23%

Tabel diatas menyimpulkan hasil pengujian kualitas sistem dengan lima aspek pengujian sistem, didapat hasil kualitas sistem (*system quality*) sebesar 63,04%, kualitas informasi (*information quality*) sebesar 62,74%, kualitas pelayanan (*service quality)* sebesar 90.98%, pengguna (*use*) 82,75%, kepuasan pengguna (*user satisfaction*) 80,4%. Secara keseluruhan didapatkan rata rata nilai pengujian menggunakan metode Delone and McLean model sebesar 72,23% dan secara keseluruhan kualitas sistem ini berjalan dengan sukses.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, merujuk pada (table 8) dapat disimpulkan bahwa sistem SIAKAD berjalan Sukses dengan skor 72,23%, namun dilihat dari presentase kesuksesan diatas dapat disimpulkan bahwa dibutuhkannya peningkatan layanan pada Kualitas Sistem dengan kriteria Cukup Sukses di nilai skor 63,04% dan juga Kualitas Informasi dengan kriteria Cukup Sukses di nilai skor 62,74%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. A. Fathoni, G. I. Marthasari, and W. Suharso, "Analisis Pengaruh System Quality, Information Quality, Service Quality Terhadap Net Benefit Pada Sistem KRS-Online UMM," *Kinet. Game Technol. Inf. Syst. Comput. Network, Comput. Electron. Control*, vol. 2, no. 3, pp. 197–206, 2017, doi: 10.22219/kinetik.v2i3.65.

[2] N. Hermanto and N. Rahmat Dwi Riyanto, "Penerapan Model Delon and Mclean untuk Mengukur Kesuksesan Penerapan Presensi Mahasiswa Online 43," 2018.

[3] L. Meilani, A. Imam Suroso, and L. Noor Yuliati, "Evaluasi Keberhasilan Sistem Informasi Akademik dengan Pendekatan Model DeLone dan McLean," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 02, 2020, doi: 10.21456/vol10iss2pp137-144.

[4] W. H. DeLone and E. R. McLean, "Measuring e-commerce success: Applying the DeLone and McLean Information Systems Success Model," *Int. J. Electron. Commer.*, vol. 9, no. 1, pp. 31–47, 2004, doi: 10.1080/10864415.2004.11044317.

[5] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta, 2014, 2014.

[6] N. M. Janna and Herianto, "Artikel Statistik yang Benar," *J. Darul Dakwah Wal-Irsyad*, no. 18210047, pp. 1–12, 2021.

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan:
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7609

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Pemodelan Jaringan Hotspot Menggunakan Mikrotik pada CV Ahza Computer dengan Hierarchical Token Bucket (HTB)

Ferdi Ardiansah, S. Nurmuslimah, Gusti Eka Yuliastuti

Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: nurmuslimah@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Currently, the internet has become an essential need in today's digital era. However, the growth of the internet has increased issues such as bandwidth management and the suboptimal utilization of Quality of Service (QoS). Without proper bandwidth management, clients and users can have significant problems due to the bandwidth they receive. This study aims to analyze the implementation of bandwidth allocation using the Hierarchical Token Bucket (HTB) method for the hotspot service at Ahza Computer Firm and to explore how to manage hotspot data using MikroTik. The research employs the research and development (R&D) method, following stages such as development, definition, design, deployment, and bandwidth management. The results of a Likert scale questionnaire indicated an average score of 92% for evenly distributed internet speed across all clients and users. The internet test using the Wireshark application produced throughput of 2910 Kbits/s, packet loss of 0%, a delay of 2.638 ms, and jitter of 2.78 ms. In conclusion, the Hierarchical Token Bucket method effectively distributed bandwidth fairly and hierarchically according to the divisions within Ahza Computer Firm.

Keywords: *Hotspot MikroTik, HTB, Quality of Service, bandwidth management*

ABSTRAK

Pada saat ini banyak orang menggunakan internet sehingga menjadi kebutuhan wajib diera sekarang ini. Namun, dengan berkembangnya interenet terdapat masalah yaitu manajemen bandwith dan pemanfaatan Quality of service yang belum maksimal. Tanpa adanya manajemen bandwith maka akan menimbulkan terjadinya masalah pada bandwith yang diterima client maupun user.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penerapan pembagian bandwith menggunakan Hierarchical token bucket pada layanan hotspot Cv. Ahza Computer, dan untuk mengetahui cara mengolah data hotspot menggunakan mikrotik.
Metode penelitian yang digunakan adalah research and development, dengan melalui tahapan pengembangan, pendefinisian, desain, penyebaran, manajemen bandwith. Hasil pengujian skala likert atau kuesioner didapatkan nilai rata-rata 92% untuk kecepatan internet yang merata disetiap client dan user. Selama dilakuakn pengujian internet didapatkan hasil throughput 2910 Kbits/s, Packet loss 0%, Delay 2,638ms, Jitter 2,78 ms. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi wireshark dan disimpulkan bahwa dengan hierarchical token bucket dapat membagi bandwith secara adil dan merata secara hirarki sesuai divisi yang ada di Cv. Ahza Computer.

Kata kunci: Hotspot mikrotik, HTB, Quality Of Service, Manajemen Bnadwith

PENDAHULUAN

Pada saat ini banyak orang menggunakan internet sehingga menjadi kebutuhan wajib diera zaman globalisasi seperti sekarang ini. Untuk menjaga dan mengoptimalkan kualitas layanan Internet service dan manajemen bandwith, Internet service provider memerlukan tindakan pemantauan peralatan untuk memastikan pengoperasian peralatan jaringan dengan benar. Penyedia Internet memerlukan tindakan pengendalian terhadap peralatan yang mereka operasikan untuk memastikan bahwa peralatan tersebut berfungsi dengan baik untuk menjaga dan mengoptimalkan kualitas layanan Internet.

Permasalahan yang muncul sekarang ini adalah bagaimana cara mengoptimalkan bandwith yang ada dengan banyaknya user yang terkoneksi dalam jaringan. Pada salah satu perusahan CV Ahza Computer sebagai pelayanan jasa internet yang banyak digunakan sebagai media komunikasi dan penunjang kebutuhan internet di masyarakat. Akan tetapi belum adanya manajemen bandwith yang baik dan banyaknya user internet menyebabkan akses jaringan yang terkoneksi tidak lancar. Padahal koneksi internet sangat dibutuhkan pegawai di perusahaan tersebut maupun masyarakat luas.

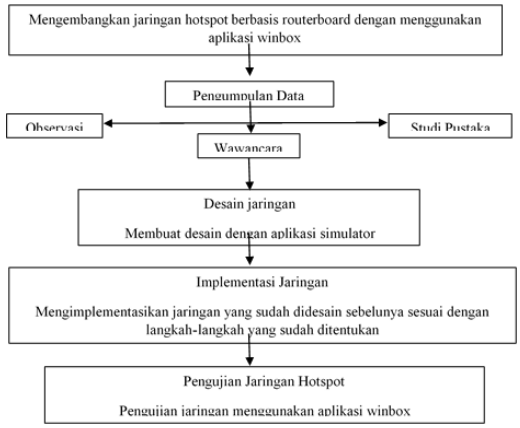
Permasalahan dalam jaringan komputer adalah terganggunya proses pengiriman data yang masuk disebabkan manajemen bandwith yang belum ada. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan cara mensetting atau konfigurasi ulang mikrotik serta dapat membagi bandwidth secara teratur. Dalam mengkonfigurasi ulang bukanlah hal yang sangat mudah karena membutuhkan waktu yang cukup panjang dan dapat memakan biaya. Sistem manajemen bandwith berfungsi untuk membagi antar user dan client secara teratur dan maksimal.

Oleh karena itu, sebuah jaringan memerlukan sebuah manajemen bandwith yang baik supaya pendistribusian dapat tepat sasaran dan lalu lintas dari kecepatan internet tersampaikan dengan baik dan lancar. Manajemen bandwidth dengan menggunakan HTB “hierarchical token bucket” merupakan metode yang sangat bagus untuk sebuah jaringan yang digunakan untuk mengoptimalkan kecepatan internet.

Dengan adanya manajemen bandwidth menggunakan metode HTB diharapkan transmisi sebuah data akan tersampaikan dengan baik dan lancar, sehingga setiap user yang terkoneksi dapat nyaman menggunakan internet tersebut.

METODE

Dibawah ini merupakan gambaran sederhana dari tahapan penelitian yang akan dilakukan pada CV Ahza Computer.



Gambar 1) Tahapan Penelitian

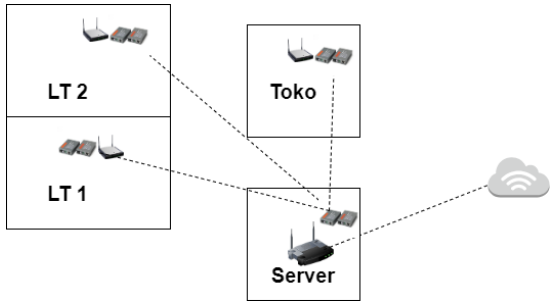
Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan data dan informasi yaitu:

1. Observasi dengan cara datang langsung ke lokasi penelitian terhadap permasalahan yang diambil peneliti tersebut, dilakukan pengamatan langsung pada Perusahaan CV Ahza Computer dengan cara mengamati perangkat jaringan wi-fi dan sistem jaringan yang sedang berjalan pada Perusahaan CV Ahza Computer.
2. Wawancara langsung dengan Bapak M. Muzahidin Aktofi, S.Kom dengan membicarakan kondisi atau masalah yang ada di perusahaan CV Ahza Computer, teknik wawancara yang digunakan dengan menyiapkan lembar pertanyaan untuk menanyakan tentang koneksi jaringan kepada narasumber untuk melakukan penelitian tersebut.
3. Studi Pustaka melalui pengumpulan data dengan mempelajari teori-teori yang diperoleh dari buku, jurnal, skripsi (online) serta hasil penelitian lainnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Rancangan Topologi

Sistem yang diusulkan Perancangan jaringan yang diusulkan di Perusahaan CV Ahza Computer yaitu menggunakan *router Mikrotik* untuk mengakses jaringan dan memberikan password kepada setiap pengguna, serta menambahkan base station pada area kantor yang belum terjangkau oleh jaringan Internet. Dan sistem yang diusulkan masih menggunakan topologi saat ini, namun hanya menambahkan *router (Mikrotik),* mengalokasikan/membatasi *bandwidth* untuk setiap pengguna, dan menambahkan *base station.*



Gambar 2) Topologi yang diusulkan

Topologi FTTH adalah teknologi internet yang menggunakan kabel serat optic untuk didistribusikan ke seluruh client Pppoe maupun hotspot. Ini yang bisa saya tampilkan hanya topologinya , karena ada sebuah privasi yang tidak boleh dicantumkan di laporan skripsi saya. Berikut adalah topologi client Pppoe yang ada di perusahaan CV Ahza Computer.

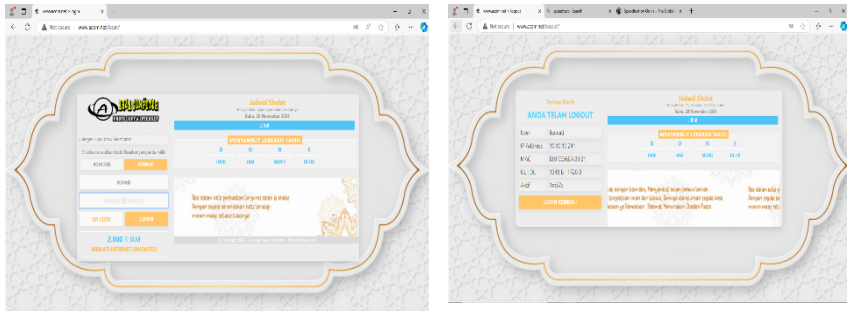


Gambar 3)Topologi *FTTH PPPOE*.

Desain User Interfaces

Berikut adalah tampilan template dari login hotspot yang telah disetujui oleh owner perusahaan, sampai sekarang masih digunakan di perusahaan.

1. Login Awal

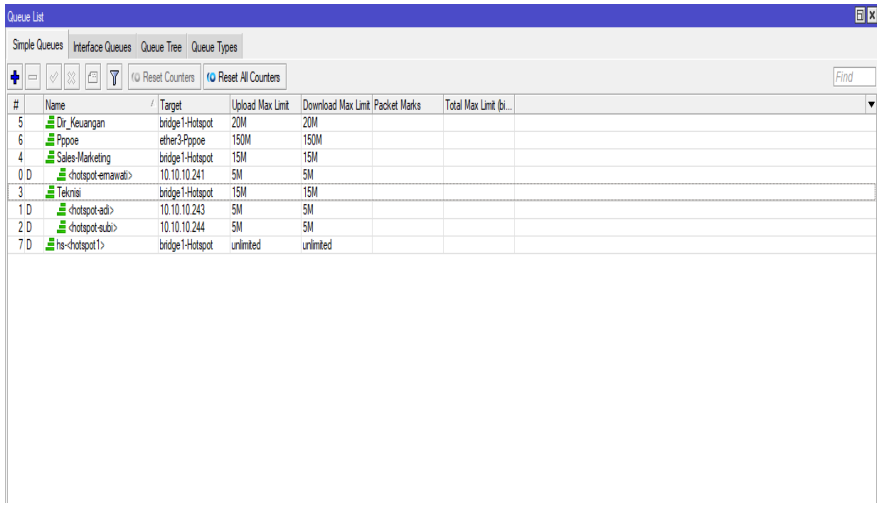


(a) (b)

Gambar 4. a) Tampilan Login Awal, b) Tampilan Log out.

HASIL DAN PEMBAHASAN

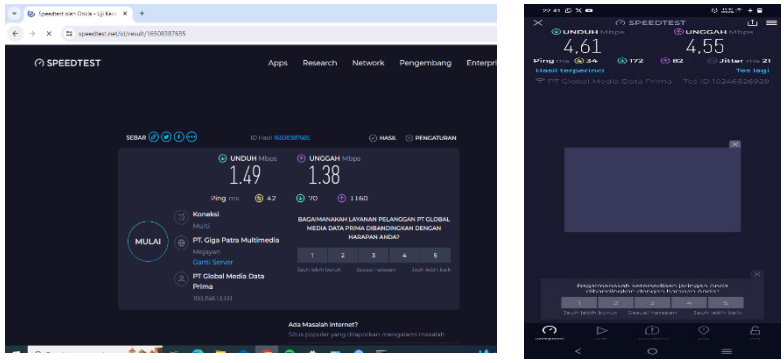
Berikut adalah tampilan dari hirarki, apabila kita login ke wireless yang ada dan otomatis user yang dimasukan akan langsung menjadi hirarki sesuai divisi yang telah dipilih.



Gambar 5) Tampilan Hirarki HTB

Pengujian Manajemen Bandwidth

Di tahap ini merupakan hasil dari penerapan manajemen bandwith yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah hasil dari uji coba speedtest menggunakan 2 akun yang berbeda. User Ferdi limitasi 2M/2M uji coba melalui laptop.



(a) (b)

Gambar 6. a) Hasil User Ferdi , b) Hasil User Samsul.

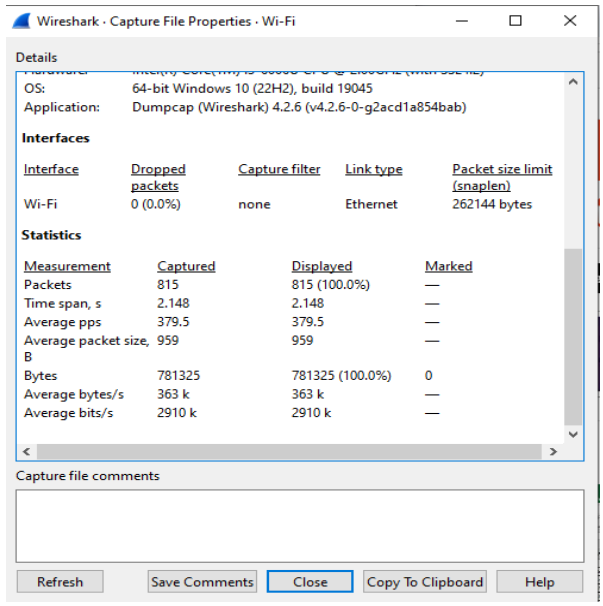
Gambar diatas 6(a) menunjukan keadaan dimana client aktif dengan hasil :
Download speed = 1.49 Mbps
Upload Speed = 1.38 Mbps

Gambar 6(b) Menunjukan keadaan limitasi user samsul sebagai teknisi limitasi 5M/5M uji coba di gadget

Gambar diatas menunjukan keadaan dimana client aktif dengan hasil :
Download speed = 4.61 Mbps
Upload Speed = 4.55 Mbps

Pengujian QOS *(Quality Of Service)*

Quality Of Service adalah cara untuk mengontrol dan mengatur lalu lintas jaringan agar dapat menjamin kualitas jaringan yang baik untuk aplikasi atau layanan tertentu. Di Mikrotik, QoS dapat diterapkan dengan menggunakan fitur-fitur seperti PCQ (Per-Connection Queue), CBQ (Class-Based Queue), dan HTB (Hierarchical Token Bucket).



Gambar 7) Pengujian Throughput *Wireshark*

Tabel 1. Data Throughput

Kategori Throughput	Throughput	Indeks
Bad	0 - 338 kbps	0
Poor	338 - 700 kbps	1
Fair	700 - 1200kbps	2
Good	1200 - 2,1 Mbps	3
Excelent	>2,1Mbps	4

Keterangan: Nilai kecepatan yang didapatkan throughput

Rumus Throughput : Jumlah Bytes : Time Span = 781325 : 2148
= 363,745 bytes/s
= 363,745 x 8 = 2.909,96 bit/s
= 2910 Kbits/s

Jadi perhitungan throughput yang diperoleh diatas menunjukan bahwa kualiatas hotspot internet peruser excelent atau sangat baik.

Tabel 2. Data Packet Loss

Kategori Throughput	Throughput	Indeks
Poor	>25%	1
Medium	12 - 24%	2

Good	3 - 14%	3
Perfect	0 – 2%	4

Keterangan: Nilai pengujian yang didapatkan Packet Loss

Rumus mencari *packet Loss:*

$$\textit{Packet loss} = \frac{\textit{(paket transmitted – paket recived) x 100\%}}{\textit{Packet transmitted}}$$

[(Paket dikirim – paket diterima)/paket dikirim] x 100%
= 0 %

Jadi perhitungan Packet Loss yang diperoleh diatas menunjukan bahwa kualitas hotspot internet per user perfect atau sangat baik.

Tabel 3. Data Delay

Kategori Throughput	**Throughput**	**Indeks**
Poor	> 450 s	1
Medium	300 – 450 s	2
Good	150 – 300 s	3
Perfect	< 150 s	4

Keterangan: Nilai kecepatan yang didapatkan Delay

Total Delay : 2,147516 s
Rata rata delay : 0,002638226 s
= 2,638 ms

Di Dalam pengujian delay atau perhitungan diatas didapatkan hasil dibawah 150 ms jadi nilai yang didapatkan adalah perfect.

Tabel 3. Data Jitter

Kategori Throughput	**Throughput**	**Indeks**
Poor	125 – 225 ms	1
Medium	75 – 125 ms	2
Good	0 – 75 ms	3
Perfect	0 ms	4

Keterangan: Nilai kecepatan yang didapatkan Jitter

Total Jitter = 2,263213 s
Rata rata Jitter = 0,00278 s
=2.78 ms
Jadi perhitungan jitter diatas didapatkan nilai angka 2,78 ms, dan masuk dalam kategori good.

KESIMPULAN

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang dihadapi, dan setelah dilakukan analisa dan perancangan jaringan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Selama melakukan pengujian skala *likert* atau kuesioner, masing-masing *user* atau *client* dapat kecepatan internet yang adil dan merata sesuai dari jobdesk yang telah ditentukan oleh perusahaan. Dan rata-rata perhitungan dari kuesioner yang telah diberikan ke *client*, didapatkan nilai 92% atau sangat bagus untuk pelayanan dan kecepatan internet di perusahaan.
2. Selama melakukan pengujian kecepatan *internet,* masing-masing user hotspot mendapatkan kecepatan internet sesuai divisi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Setiap pengujian kecepatan didapatkan hasil *Throughput* 2910 *Kbits/s*, *Packet Loss* 0%, *Delay* 2,638 *ms*, *Jitter* 2,78 *ms*.
3. Untuk penambahan router access point pada setiap ruangan yang telah direncanakan dapat memudahkan seluruh karyawan dalam terhubung kedalam jaringan hotspot.
4. Semua data dari user hotspot dapat dimonitor dengan baik di dalam mikrotik, terutama interfaces yang menuju ke internet.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anggraini, F. D., Kholipah, N., Luvita, F. A., & Arifin, Z. (2020, September 19). "Pengaruh Penggunaan Internet Terhadap Bisnis Online Di Kediri Pada Masa Pandemi Covid-19". *Seminar Nasional Manajemen, Ekonomi dan Akuntasi, V*(1), 260-264.

[2] dosen.co.id. (2018, April Senin). *Hotspot Adalah*. Retrieved from Hotspot Adalah: https://pakdosen.co.id/hotspot-adalah/

[3] Feraldi, R. (2019, Desember 17). "Kelemahan Keamanan Jaringan Wireless". *OSF PREPRINTS*, 1-7. doi:https://doi.org/10.31219/osf.io/c2hwp

[4] Iswahyudi, C., & Setiawan, D. (2017, Juni 30). "Analisis Perbandingan Kinerja Dan Kualitas Layanan Antara Firmware Default Dan Firmware Openwrt Pada Access Point TP-LINK MR3020".

[5] https://journal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/view/1162

[6] Manajemen, P. P. (2021, october minggu). *Kabel Fiber Optik | Pengertian, Jenis, dan Karakteristiknya*. Retrieved from Kabel Fiber Optik | Pengertian, Jenis, dan Karakteristiknya: https://www.pinhome.id/blog/pengertian-kabel-fiber-optik/

[7] Pahlevi, M. N. (2021). Perancangan Dan Penerapan Jaringan Hotspot Dan Manajemen Bandwidth Pada Sdn Mandawai 5 Kabupaten Sukamara Menggunakan Mikrotik Rb 750gr 3. *Perancangan Dan Penerapan Jaringan Hotspot Dan Manajemen Bandwidth*, 42.

[8] Pratama, M. Z., & Putra, A. (2021, Desember 31). "Penerapan Sistem Keamanan Intrusion Detection System Snort Pada Jaringan Diskominfo Kabupaten Oki". *Seminar Hasil Penelitian Vokasi (Semhavok), Iii*(2), 37-45.

[9] Wiratama, I., & Sugiartawan, P. (2019, September 30). "Peningkatan Keamanan Wireless Pada Jaringan Komputer di Universitas Amikom Menggunakan Protokol IEEE802.1X". *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer Terapan Indonesia (JSIKTI), II*(1), 21-30. doi:https://doi.org/10.33173/jsikti.50

[10] zatcho. (2021, Mei Senin). *Pengertian Mikrotik dan Fungsinya*. Retrieved from Pengertian Mikrotik dan Fungsinya: https://zathco.com/pengertian-mikrotik-dan-fungsinya/

SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7581

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

SISTEM REKOMENDASI PADA PROUK *MARKETPLACE* "LAISYAH" MENGGUNAKAN METODE COSINE SIMILARITY

Chrisna Adrian Dwiputra Haryono[1], Septiyawan Rosetya W[2], dan Rani Rotul Muhima[3]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: adrianharyono77@gmail.com

ABSTRACT – Font 10

The development of the internet has profoundly transformed people's lifestyles, particularly in shopping habits. Today, sellers and buyers no longer need to meet face-to-face to complete transactions. Consumers increasingly prefer shopping through marketplaces, reflecting a shift from traditional in-store shopping to more convenient online experiences. Marketplaces like "Laisyah" provide this convenience, enabling customers to purchase or order products without the need for direct interaction with the tailors. Furthermore, transaction security is ensured through payment gateways, which serve as third parties to facilitate payments. To enhance this marketplace, we have implemented a recommendation system based on search keyword history and product descriptions. This system assists customers in more easily discovering products that align with their preferences. According to the survey results, the data from 7 individuals was used for testing. The overall accuracy of this system reached 44.5%. While this accuracy level yielded relevant results for some user searches, there are still limitations, primarily due to insufficient data. The system lacks specific and pertinent information about products that meet user needs, leading to suboptimal outcomes. Therefore, improvements and adjustments to the data are necessary for better system performance. Continued research and development are crucial to enhance accuracy and fulfill user expectations.

Keywords: TF-IDF, Cosine Similarity, Recommendation System

ABSTRAK

Perkembangan internet telah membawa perubahan besar dalam pola hidup masyarakat, termasuk dalam cara berbelanja. Saat ini, penjual dan pembeli tidak perlu bertatap muka untuk melakukan transaksi. Masyarakat lebih memilih berbelanja melalui marketplace karena gaya hidup yang berubah, dari belanja langsung ke toko fisik menjadi belanja online yang lebih nyaman. Marketplace seperti "Laisyah" menyediakan kemudahan ini, di mana pelanggan dapat membeli atau memesan produk tanpa harus bertemu langsung dengan penjahit. Selain itu, keamanan transaksi juga terjamin dengan adanya payment gateway yang berperan sebagai pihak ketiga untuk mengelola pembayaran. Dalam upaya mengembangkan marketplace ini, kami untuk menerapkan sistem rekomendasi yang didasarkan pada riwayat kata kunci pencarian dan deskripsi produk. Dengan sistem ini, pelanggan dapat menemukan produk yang sesuai dengan keinginan mereka dengan lebih mudah. Metode yang digunakan untuk sistem rekomendasi adalah metode *cosine similarity*. Metode ini dapat menentukan kesamaan dua dokumen. Hal ini yang menjadi landasan untuk menentukan rekomendasi berdasarkan kedekatan histori kata kunci. Pengujian pada penelitian dilakukan oleh 7 *surveyor* yang mencoba sistem rekomendasi ini. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh rata-rata akurasi sebesar 61,43%. Hasil akurasi yang belum maksimal disebabkan karena keterbatasan data dari pihak *market place* yang belum memiliki data atau barang yang cukup spesifik dan relevan dengan kebutuhan percobaan.
Kata Kunci: TF-IDF, *Cosine Similarity*, Sistem Rekomendasi

PENDAHULUAN

Perkembangan internet telah menyebabkan perubahan paradigma baru dalam pola hidup, termasuk mempengaruhi tempat penjualan dimana penjual dan pembeli tidak harus bertatap muka. Proses jual beli secara tradisional membutuhkan pertemuan tatap muka antara penjual dan pembeli, tetapi proses jual beli saat ini hanya dengan 'klik' di perangkat atau komputer dengan koneksi internet. Umumnya masyarakat lebih memilih berbelanja melalui *marketplace* karena adanya perubahan gaya hidup dari pembelian langsung ke toko online, kenyamanan dan informasi terkait kebutuhan. [1]

Dengan adanya *marketplace* ini, pelanggan dapat membeli atau memesan sesuai keinginannya tanpa harus menemui penjahit secara langsung. Aplikasi *marketplace* ini juga dapat memastikan keamanan transaksi karena menggunakan *gateway payment* menjadi pihak ketiga sebagai rekening bersama [2]. Salah satu perkembangan teknologi dalam sistem *marketplace* adalah personalisasi. Personalisasi *web* adalah proses mengidentifikasi atau mengumpulkan kecenderungan pengguna untuk berbelanja *online* menggunakan *marketplace*. Salah satu manfaat personalisasi adalah dengan adanya sistem yang memberikan rekomendasi bagi pengguna yang menggunakan sistem ini untuk mencari produk.

Seperti dalam kajian [3] tentang rekomendasi produk untuk Emina Cosmetics. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang dapat memberikan rekomendasi produk dari Emina Cosmetics kepada pengguna berdasarkan produk yang mereka cari. Maka dari itu, konsumen akan kesulitan untuk mencari barang persis seperti apa yang mereka inginkan. Termasuk salah satunya *marketplace* yang berbasis dari "laisyah". *Marketplace* ini masih dalam ke tahap pengembangan yaitu rekomendasi yang akan ditampilkan melalui beranda yang berdasarkan history kata kunci, agar mempermudah untuk apa yang diperlukan dan diinginkan oleh pengguna.

Tingkat perbedaan antara dua *item* ditentukan dengan menggunakan ukuran jarak. Semakin besar perbedaan antara keduanya, semakin besar nilai jaraknya. Konsep jarak dan perbedaan sering digunakan secara bergantian, meskipun jarak mengacu pada bagian dari perbedaan. Jarak adalah ukuran tingkat ketidakrataan atau kerataan antara dua *item* sedangkan disparitas adalah ukuran kontras atau perbedaan antara dua objek berdasarkan banyak kualitas. Singkatnya, pengukuran jarak digunakan untuk menentukan tingkat pemisahan antara dua obyek.

Akibatnya selisih pasangan benda yang berbeda akan menjadi besar dan nilai pengukuran jarak akan jauh, sedangkan selisih pasangan benda yang lebih mirip akan semakin kecil dan nilai pengukuran jarak akan dekat [4].

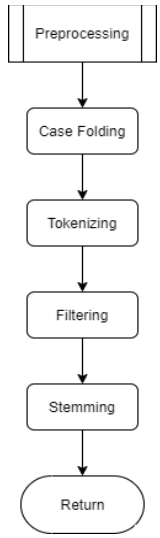
Metode *Cosine Similarity* dipilih untuk digunakan pendekatan *history* kata kunci dalam sistem rekomendasi ini. Seperti pada penelitian sebelumnya [5], [6]metode ini dapat digunakan untuk menunjukkan tingkat kesamaan antara dua dokumen. Untuk menentukan kesamaan antara dokumen, nilai dalam rentang 0 hingga 1.diperlukan, dengan nilai 0 menunjukan bahwa tidak ada kesamaan sedangkan nilai 1 menunjukan bahwa dokumen tersebut identik. Dalam hal konteks ini, vector digunakan untuk merepresantikan produk dan prefresi pengguna; dan dengan menggunakan metode ini, sistem mampu mengidentifikasi produk yang paling mirip dengan preferensi pengguna. [7]

`*Cosine Similarity* juga digunakan untuk menghitung sudut yang terbentuk. Kelebihannya meskipun ada data yang mirip namun memiliki jarak yang jauh, maka sudut yang terbentuk akan kecil dan perhitungannya jauh lebih baik daripada menggunakan metode *Euclidean Distance* dan lainnya. Dalam menentukan pembobotan kata pada penelitian ini digunakan pembobotan TF-IDF. Teknik ini digunakan untuk menghilangkan istilah yang paling umum dan mengekstrak istilah yang relevan dari korpus [8]. TF-IDF digunakan karena salah satu metode *text-processing* yang simpel dan relevan. [9]

METODE

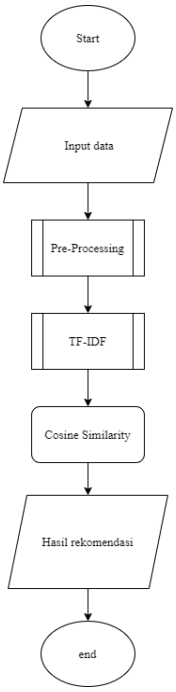
Penulis menjelaskan analisis dan perancangan sistem yang dapat memberikan rekomendasi berupa preferensi berupa menampilkan *item*/produk menggunakan *cosine similarity*. *Marketplace* ‘Laisyah’ merupakan sumber dataset yang akan diambil. Dengan adanya pengembangan sistem rekomendasi.

Terdapat tahapan-tahapan dalam melakukan pengembangan sistem rekomendasi untuk *item*/produk yaitu : *input* data, *input*an ini merupakan pengambilan data dari histori *query*; pada tahap *pre-processing* ini bertujuan untuk mengubah data mentah yang tidak terstruktur menjadi data yang terstruktur dari dataset peneliti.lalu di olah dengan TF-IDF metode untuk menghitung bobot suatu kata dalam dokumen berdasarkan frekuensinya dan seberapa jarang kata tersebut muncul di dokumen lain. Lalu akhir dari prosses yaitu *Cosine similarity* yang sering digunakan dalam mengukur tingkat kesamaan antara dua dokumen seperti digambar 1:



Gambar 1. Alur pre-preproccecing

Lalu tahap selanjutnya ialah diproses dengan dengan dengan metode nya yaitu cosine similarity, sseperti gambar 2



Gambar 2 Diagram Alir *cosine similarity*

TF-IDF merupakan metode yan diterapkan untuk membeikan bobot pada hubungan antara suatu term dengan dokumen yang relevan. Prinsip kerja TF-IDF melibatkan pemberian bobot pada suatu term yang berdasarkan frekuensi kemunuculan term tersebut dalam dokumen dan mengevaluasi term tersebut dalam keseluruhan koleksi dokumen. Untuk melakukan perhitungan term frequency (TF) bisa menggunakan rumus pada persamaan (1)

$$tf_{i.f} = f_{i.f} \quad 1$$

TF(Term Frequency) didefinisikan sebagai jumlah kemunculan suatu term ti dalam sebuah dokumen $d\ j$. Oleh karena itu, untuk mengitung nilai TF kita cukup menghitung berapa kali suatu term muncul dalam dokumen tersebut [10].sedangkan untuk perhitungan inverse document frequency menggunaka n persamaan (2)

$$idf_{i.f} = log\ (\frac{N}{df_i}) \quad 2$$

Untuk menghitunnnnng inverse document frequency (idf_i) dengan memperhitungkan jumlah dokumen dalam koleksi yang term (t_i) muncul di dalamnya. Sedangkan jumlah total dokumen terhadap pada sistem merupakan N. perhitungan idf_i digunakan untuk mengetahui jumlah term yang dicari (dfi) yang muncul dalam dokumen lain yang ada pada database.

Dalam menghitung bobot suatu term dalam sebuah dokumen, digunakan perkalian antara nilai tf dan idf. Hal ini menunjukan bahwa dokumen yang paling baik dijelaskan adalah dokunen yang memiliki term yang sering muncul di dokumen tersebut dan jarang muncul di dokumen lainnya. Berikut adalah rumus perhitungan bobot Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) pada persamaan 3

$$W_{i/f} = tf_{i.f} \log\left(\frac{N}{df_i}\right) \quad 3$$

Cosine Similiraty adalah metode yang sering digunakan dalam mengukur tingkat kesamaan antara dua dokumen [11]Metode ini mengukur cosinus sudut antara dua vektor, yang mencerminkan arah dan bukan hanya besarnya vektor. Nilai cosine similarity berkisar antara -1 hingga 1, di mana 1 menunjukkan bahwa kedua vektor identik, 0 menunjukkan tidak ada kesamaan, dan -1 menunjukkan bahwa kedua vektor berlawanan arah. Berikut adalah contoh persamaannya 4.

Rumus Cosine Similarity

Cosine similarity antara dua vektor q dan dj dihitung dengan rumus berikut:

$$Sim(q, d_j) = \frac{\text{q}.d_j}{|\text{q}|.|d_j|} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_{i.q} X w_{i.j}}{\sqrt{\sum_i^t (w_{i.q})^2} \; X \sqrt{\sum_i^t (w_{i.j})^2}} \quad 4$$

Dimana:

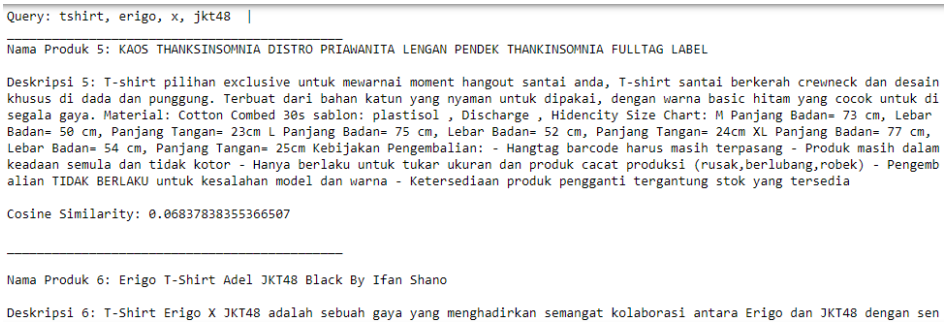
- q adalah vektor query.
- d

j adalah vektor dokumen ke-j.

- $wi.q$ adalah bobot elemen ke-i. dalam vektor query q.
- $wi.j$ adalah bobot elemen ke -i dalam vektor dokumen dj.
- n adalah jumlah elemen dalam vektor.
- t adalah jumlah elemen dalam vektor (dapat sama dengan n).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode *cosine similarity* digunakan untuk menentukan rekomendasi. Rekomendasi ditentukan berdasrakan perhitungan kedekatan dengan *query*. Salah satu contoh hasil rekomendasi dari penelitian ini menggunakan cosine similarity ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 3 Hasil salah satu *cosine similarity*

Sistem rekomendasi yang dibangun pada penelitian ini dilakukan pengujian oleh 7 orang *surveyor*. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh rata-rata akurasi berdasarkan kemiripan hasil rekomendasi dengan query sebesar 61,43 %. Berdasarkan hasil akurasi tersebut, sistem yang dibangun dapat memberikan hasil rekomendasi yang sesuai, namun perlu ditingkatkan tingkat akurasinya. Hal ini disebabkan keterbatasan data. Dari pihak *market place* belum memiliki data atau barang yang cukup spesifik dan relevan dengan kebutuhan percobaan, sehingga hasil yang diperoleh belum maksimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian sistem rekomendasi pada produk *marketplace* “laisyah” dengan menggunakan metode cosine similarity dapat diambil kesimpulan bahwa algoritma *cosine*

similarity telah terbukti mampu secara efektif mengukur kesamaan antar histori pencarian berdasarkan atribut tertentu, seperti deskripsi produk. Hal ini memungkinkan sistem untuk memberikan rekomendasi produk yang relevan dan sesuai dengan preferensi pengguna. Berdasarkan hasil pengujian oleh 7 *surveyor* yang mencoba sistem rekomendasi ini diperoleh rata-rata akurasi sebesar 61,43%. Hasil akurasi yang belum maksimal disebabkan karena keterbatasan data dari pihak *market place* yang belum memiliki data atau barang yang cukup spesifik dan relevan dengan kebutuhan percobaan.

Daftar Pustaka

[1] S. K. Sari and S. Andarini, "Pengaruh Kualitas Pelayanan Tokopedia terhadap Kepuasan Konsumen pada Pengguna Tokopedia di Surabaya," *Religion Education Social Laa Roiba Journal,* vol. 4 no 5, 2022.

[2] M. R. Aly, Rancang Bangun Aplikasi Marketplace Fashion Berbasis Web Menggunakan Metode Prototype, 2022.

[3] F. B. A. Larasati and H. Februariyanti, "Sistem Rekomendasi Product Emina Cometics dengan Menggunakan Metode Content," *Manajemen Informatika & Sistem Informasi,* vol. 4, pp. 45-54, Januari 2021.

[4] M. Kirisci, "New cosine similarity and distance measures for Fermatean," *Knowledge and Information Systems ,* vol. 65, pp. 855-868, 2022.

[5] D. Gunawan, C. A. Sembring and M. A. Budiman, "The Implementation of Cosine Similarity to Calculate Text," *Jurnal of Physics: Conference Series,* pp. 1-6, 2018.

[6] A. R. Lahitani, A. E. Permanasari and N. A. Setiawan, "Cosine Similarity to Determine Similarity Measure:," *IEEE.*

[7] K. Park, J. S. Hong and W. Kim, "A Methodology Combining Cosine Similarity with Classifier for Text Classification," *Applied Artificial Intelligence,* pp. 396-411, 2020.

[8] P. Bafna, D. Pramod and A. Vaidya, "Document Clustering: TF-IDF approach," *International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques ,* pp. 61-66, 2016.

[9] D. E. &. P. I. Cahyani, "Performance comparison of TF-IDF and Word2Vec models for emotion text classification," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics,* vol. 10(5), pp. 2780-2788, 2021.

[10] R. F. Oeyliawan and D. Gunawan, "Aplikasi Rekomendasi Buku pada Katalog Perpustakaan Universitas Multimedia Nusantara Menggunakan Vector Space Model," *ULTIMATICS,,* vol. IX, no. 2085-4552, pp. 97-105, 2017.

[11] R. T. Wahyuni, D. Prastiyanto and E. Supraptono, "Penerapan Algoritma Cosine Similarity dan Pembobotan TF-IDF pada Sistem Klasifikasi Dokumen Skripsi," *Jurnal Teknik Elektro,* vol. 9 no 1, pp. 18-23, 2017.

Halaman ini sengaja dikosongkan

SNESTIK

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO, SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK INFORMATIKA

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

ISSN: 2775-5126

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik