



ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

TEKNIK ELEKTRO (SENTER VII) 2022

UIN SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG

"Pemanfaatan Teknologi Pengolahan Citra Digital Dalam Bidang Pertanian"



17 NOVEMBER 2022
Volume 7, Tahun 2022

Didukung Oleh:



TELKA
Jurnal Teknik Elektro, Informatika, dan Komputer

ID: 01

Pengujian Tegangan Tembus Minyak Jarak Sebagai Alternatif Isolasi Transformator

Castor Oil's Translucent Voltage Testing as a Transformer Insulation Alternative

Samsurizal¹, Andi Makkulau², Rio Afrianda³, Putu Deby⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi PLN

Jalan Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta. 11750

samsurizal@itpln.ac.id^{1*}, andi.mk@itpln.ac.id^{2*}, rio@itpln.ac.id^{3*},

deby1811238@itpln.ac.id^{4*}

Abstrak – Minyak merupakan sumber energi yang paling lama digunakan penduduk Indonesia. Minyak bumi adalah sumber energi yang berasal dari bahan organik organisme hidup yang telah terkubur selama jutaan tahun, berubah menjadi batuan sedimen, terakumulasi dan matang dalam cairan hidrokarbon, dipindahkan dan terperangkap dalam sistem perminyakan. Penggunaan minyak bumi sebagai isolator untuk peralatan listrik semakin meningkat setiap tahunnya dikarenakan fungsinya menahan tegangan tembus pada peralatan listrik seperti transformator, minyak mineral ini dapat menahan tegangan tembus > 30 kV / 2,5 mm sesuai standar yang ditetapkan oleh PLN. Berdasarkan data yang diperoleh Kementerian ESDM RI, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), mengumumkan cadangan minyak bumi Indonesia akan mencapai 9,5 tahun dan cadangan gas bumi Indonesia akan mencapai 19,9 tahun. Berdasarkan data tersebut dan besarnya kebutuhan padaperalatan listrik, pada penelitian ini akan menguji minyak nabati jenis minyak jarak untuk dapat mengurangi atau menggantikan fungsi guna dari minyak mineral yang semakin tahun semakin menipis. Metode yang digunakan penelitian yang dilakukan ialah pengujian langsung menggunakan minyak nabati yaitu jenis minyak jarak sebagai bahan isolasi cair pada transformator terhadap tegangan tembus. Dalam pengujian yang telah dilakukan terhadap minyak jarak didapatkan hasil nilai tegangantembus sebesar 68,73 kV, hal tersebut sesuai standar SPLN 49-1 1982 dimana nilai tegangan tembus yang harus dipenuhi oleh minyak sebagai bahan isolasi untuk transformator sebesar >30 kV. Sehingga dapat dikatakan berdasarkan hasil pengujian awal yang dilakukan memungkinkan minyak jarak dijadikan sebagai pengganti alternatif minyak transformator yang biasa digunakan, dikarenakan memiliki tegangan tembus sesuai standar yang ditetapkan PLN.

Kata Kunci: Minyak jarak, Tegangan tembus, Isolasi, Transformator

Abstract – Oil is the most widely used energy source for Indonesians. Petroleum is a source of energy derived from organic matter of living organisms that have been buried for millions of years, turned into sedimentary rock, accumulated, and matured in liquid hydrocarbons, transported, and trapped in the petroleum system. The use of petroleum as an insulator for electrical equipment is increasing every year due to its function to withstand breakdown voltages in electrical equipment such as transformers, this mineral oil can withstand breakdown voltages > 30 kV / 2.5 mm according to the standards set by PLN. Based on data obtained by the Indonesian Ministry of Energy and Mineral Resources, the Minister of Energy and Mineral Resources (ESDM), announced that Indonesia's oil reserves will reach 9.5 years and Indonesia's natural gas reserves will reach 19.9 years. Based on these data and the magnitude of the need for electrical equipment, this study will test castor oil type vegetable oil to be able to reduce or replace the function of mineral oil which is getting thinner every year. The method used in this research is direct testing using vegetable oil, namely the type of castor oil as a liquid insulating material in transformers against breakdown voltages. In the tests that have been carried out on castor oil, the result is that the breakdown voltage value is 68.73 kV, this is in accordance with the SPLN 49-1 1982 standard where the breakdown voltage value that must be met by oil as an insulating material for transformers is >30 kV. So that it can be said that based on the results of the initial tests carried out, it is possible to use castor oil as an alternative to

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 01-08

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

transformer oil that is commonly used, because it has abreakdown voltage according to the standards set by PLN.

Keywords: *Castor oil's, Breakdown voltage, Insulating liquid, Transformer*

1. Pendahuluan

Pada transformator penggunaan Isolasi minyak merupakan bagian yang penting untuk memisahkan dua atau lebih penghantar listrik yang bertegangan yang terdapat didalam transformator, sehingga antar penghantar yang bertegangan tersebut tidak terjadi hubung singkat yang dapat menyebabkan lompatan api atau menimbulkan percikan[1]. Tegangan tembus pada isolasi cair disebabkan oleh beberapa hal seperti teori kegagalan zat murni atau elektronik, teori kegagalan bola cair, teori kegagalan gelembung gas dan teori kegagalan tak murnian padat. Menurut standar SPLN 49 - 1 tegangan tembus yang harus dipenuhi untuk minyak isolasi baru adalah $> 30 \text{ kV}/2,5 \text{ mm}$ [2], [3]. Tegangan tembus merupakan tegangan ketika isolator sudah tidak sanggup menghadapi tekanan berupamedan listrik diantara elektroda yang mempunyai beda potensial sehingga isolator berubah menjadi konduktor. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi proses tembus listrik pada minyak transformator. Salah satunya dapat diakibatkan oleh kontaminan yang bergerak ke daerah yang bertekanan listrik diantara kedua elektroda. Tegangan tembus pada isolator cair juga dapat dipengaruhi oleh sifat alami tegangan, sistem tegangan, serta durasi waktu tegangan diterapkan. Selain itu besar tegangan tembus bergantung pada kuat dielektrik masing-masing bahan dan kehadiran unsur lain. Untuk jenis minyak yang sering digunakan sebagai isolasi minyak di PLN adalah jenis minyak mineral, minyak mineral adalah minyak yang berbahan dasar dari pengolahan minyak bumi yaitu antara fraksi minyak diesel dan turbin yang mempunyai struktur kimia yang sangat kompleks. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM RI, menyatakan bahwa cadangan minyak di indonesia akan habis dalam kurun waktu 9,5 tahun dengan asumsi tidak ada penemuan cadangan baru kedepannya[4]. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi penggunaan minyak mineral, yang dimana ketersediaannya yang sangat terbatas, tidak terbarukan juga memiliki kelemahan diantaranya tidak terdegradasi sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan minyak mineral adalah dengan mencari alternatif pengganti isolasi cair menggunakan minyak nabati.

Minyak nabati pada umumnya mempunyai viskositas yang tinggi dan memiliki stabilitas oksidasi yang rendah, dan memiliki sifat lubrisitas yang bagus[5],[6]. Oleh karena itu minyak nabati dapat digunakan untuk mengganti dari penggunaan minyak mineral sebagai isolasi dan pendingin. Peneliti ingin menguji sejauh mana minyak nabati jenis minyak jarak dapat digunakan sebagai alternatif pengganti minyak trafo yang sudah ada, dengan melakukan pengujian tegangan tembus dari minyak tersebut. Ketersediaan minyak mineral yang semakin tahun semakin menipis menjadikan dibutuhkan sebuah alternatif sebagai salah satu cara untuk menanggulangi kehabisan ketersediaan minyak mineral dengan syarat memiliki kekuatan dielektrik yang bagus dan sesuai dengan syarat-syarat isolasi minyak transformator[4]. Minyak isolasi mineral adalah minyak isolasi yang bahan dasarnya berasal dari minyak bumi yang diproses dengan cara destilasi. Minyak isolasi hasil destilasi ini harus mengalami beberapa proses lagi agar diperoleh tahanan isolasi yang tinggi, stabilitas panas yang baik, mempunyai karakteristik panas yang stabil, dan memenuhi syarat – syarat teknis yang lain. Minyak isolasi mineral banyak digunakan pada transformator daya, kabel, pemutus daya (CB), dan kapasitor[6],[7]. Minyak isolasi dapat berfungsi sebagai bahan dielektrik, bahan pendingin, dan sebagaipemadam busur api. Beberapa jenis minyak nabati yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk pengganti minyak transformator. Minyak nabati adalah minyak yang berasal tumbuhan yang disari/diekstrak terlebih dahulu.

Minyak jarak tergolong kedalam minyak organik atau minyak nabati, minyak jarak merupakan dielektrik yang baik untuk kapasitor tenaga pada tegangan tinggi karena karakteristik resistansi koronanya cukup tinggi, konstanta dielektrik tinggi, tidak beracun, titik nyalanya tinggi,

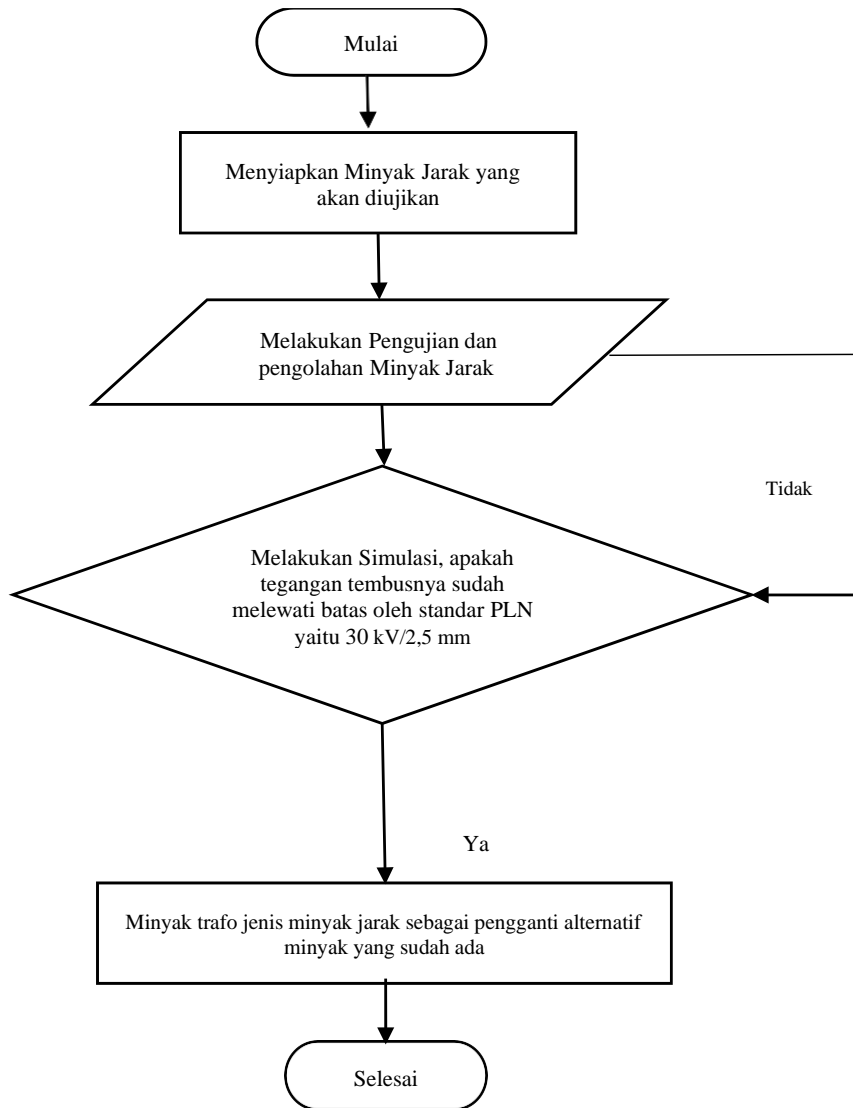
titik lebur pada -10° sampai -18° C, dan tidak terlarut. Warna minyak kuning pucat bahkan hampir transparan (tak berwarna), dan memiliki bau khas yang cukup menyengat. Agar tidak berbau tengik minyak tidak boleh dibiarkan terbuka dalam waktu yang lama pada suhu diatas 40° C. Pembuatan minyak jarak yang digunakan saat ini adalah dengan metode pengepresan. Pertama biji jarak yang sudah tua, di jemur selama 3 hari hingga kulitnya akan pecah dengan sendirinya. Untuk memisahkan bagian biji dengan kulinya digunakan alat pemisah biji, hal ini dilakukan untuk mendapatkan biji utuh yang lebih banyak. Biji yang sudah dipisahkan dari cangkangnya kemudian diberi pemanasan pendahuluan, yaitu berupa pemanasan dengan uap pada suhu 170° C selama 30 menit, pemanasan dengan oven pada suhu 105° C selama 30 menit serta pemanasan dengan penggongsengan biji sehingga biji cukup panas untuk dilakukan pengepresan. Pengepresan dilakukan dengan alat pengepres hidraulik. Daging biji yang telah dipanaskan, dimasukkan ke dalam kain saring, untuk selanjut dipress dalam alat pengepres hidraulik, untuk menghasilkan minyak jarak. Biji pohon jarak mengandung 40–50% minyak jarak (oleum ricini, kastrol) yang mengandung bermacam-macam trigliserida, asam palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), asam risinoleat, asam isorisinoleat, asam oleat ($C_{18}H_{34}O_2$), asam linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$), asam linolenat ($C_{18}H_{30}O_2$), asam stearat ($C_{18}H_{36}O_2$), dan asam dihidroksistearat. Juga mengandung alkaloida risinin, beberapa macam toksalbumin yang dinamakan risin (risin D, risin asam, dan risin basa), dan beberapa macam enzim diantaranya lipase. Castor oil atau sering disebut juga minyak jarak, atau dalam bidang medicine sering disebut minyak kastrol, adalah minyak nabati yang diperoleh dari ekstrak biji tanaman jarak (*Ricinus communis*). Minyak yang memiliki titik didih 313° C dan densitas 961 kg/m^3 merupakan trigliserida yang mengandung kira-kira 90%-nya adalah rantai fatty acid (asam lemak) “ricinoleic acid”. Untuk Minyak jarak berasal dari tanaman jarak yang dimana 75% berasal dari daging buah dan 25% berasal dari kulit buahnya, karakteristik minyak jarak ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Minyak Jarak

Parameter	Nilai
Viskositas	25°C u-v (6.3-8.8 st)
Bobot Jenis	$20/20^{\circ}\text{C}$ 0.957-0.963
Bilangan Asam	0.4-4.0
Bilangan Penyabunan	176-181
Bilangan Tak Tersabun	0.7
Bilangan lod	82-88
Warna (appearance)	Bening
Warna gardner (Max)	Tidak lebih gelap dari 3'
Indeks Bias	1,477-1,478
Kelarutan Dalam Alkohol	(20°C) Jernih
Bilangan Asetil	145-154
Titik Nyala	$230^{\circ}\text{C} - 285^{\circ}\text{C}$
Antoignition Temperature	499°C
Titik Api	322°C
Titik Didih	Dec
Putaran Optik	$200 \text{ mm} + 7,5 + 9,0$
Koefisien Muai per C	0,00066
Pour Point	-33°C
Tegangan Permukaan Pada 20 derajat	$C 39,9 \text{ dyne/cm}$

2. Metode Penelitian

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram alir

Metodologi yang digunakan adalah metode pengujian langsung dengan menguji tegangan tembus pada minyak jarak selanjutnya hasil yang didapat dibandingkan dengan standar yang berlaku. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi IT PLN DKI Jakarta dengan menggunakan peralatan pengujian seperti ditunjukkan gambar 2. Tahapan pengujian sebagai berikut:

1. Hubungkan Oil Tester dengan kabel Power Supply dan kabel pembumiannya.
2. Nyalakan Oil Tester.
3. Pilihlah standar elektroda yang akan digunakan.
4. Atur jarak antar elektroda sesuai dengan permintaan pada data pengamatan.
5. Masukkan isolasi cair yang akan diujikan.
6. Aduk isolator zat cair dalam bejana secara perlahan, untuk menghilangkan gelembung udarasewaktu pengisian kemudian tutup kembali wadahnya.
7. Lakukan pengukuran tegangan breakdown.

8. Save atau print hasil pengujian.
9. Keluarkan isolasi cair yang sudah diisi kemudian bersihkan wadahnya.
10. Ulangi untuk beberapa Oil Tester lainnya.
11. Matikan alat percobaan.



Gambar 2. Alat pengujian

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian yang dilakukan pada isolasi cair yaitu minyak jarak dengan melakukan 6 kali percobaan. Minyak jarak merupakan jenis minyak lemak yang didapat dengan pemerasan dingin biji *Ricinus communis*, L yang telah dikupas. Di era modern ini minyak jarak (*Oleu ricini*) banyak dimanfaatkan untuk industri otomotif, industri farmasi dan kosmetik. Kandungan asam lemak pada minyak jarak 90% terdiri dari asam risinoleat, hanya sedikit mengandung asam dihidroksi *stearat*, *linoleat*, *oleat* dan *stearat*. Adapun minyak yang digunakan sebagai bahan dalam pengujian ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3. Bahan pengujian

Pada pengujian ini alat yang digunakan adalah Set Oil Tester DPA, pada alat ini didalamnya terdapat bejana dengan elektroda setengah bola, pada pengujian elektroda setengah bola diatur jaraknya sebesar 2,5 mm sebagai tempat wadah minyak yang akan dilakukan pengujian tegangan tembus. Untuk alat Oil Tester DPA memiliki kemampuan pengukuran yang terbatas, dimana pengukuran maksimal yang dapat dibaca oleh alat ini sebesar 75 kV. Hasil pengujian minyak jarak yang telah dilakukan didapatkan hasil yang ditunjukkan pada table 2

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Minyak Jarak

Temperatur	28 °C
Pengukuran 1	>75,1 kV
Pengukuran 2	58,8 kV
Pengukuran 3	>75,0 kV
Pengukuran 4	68,6 kV
Pengukuran 5	70,3 kV
Pengukuran 6	64,6 kV
Nilai Rata	68,7 kV
Stand.dev	6,3 kV

Dari hasil yang dilakukan selama 6 kali pengujian ditunjukkan gambar 4 didapat nilai tegangantembus rata-rata sebesar 68,7 kV pada jarak sela 2,5 mm, dengan suhu 28⁰C dan standar dev 6,3 kV. Berdasarkan pengujian minyak jarak yang telah dilakukan sebanyak 6 kali dalam durasi waktu 2 menittiap pengukurannya dapat dikatakan bahwa tegangan tembus minyak jarak berdasarkan SPLN 49-1 1982, nilai tegangan tembus yang harus dipenuhi oleh minyak sebagai bahan isolasi untuk transformatorsebesar >30 kV. Dari hasil 6 kali pengujian tersebut dapat dilihat bahwa minyak jarak memenuhi standar tegangan tembus SPLN, berdasarkan pengujian tegangan tembus yang dilakukan pada minyakjarak dapat dilihat perbandingan nilai terhadap nilai tegangan tembus standarisasi SPLN seperti yang disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Tegangan Tembus

Nilai Standar Tegangan Tembus Standar SPLN 49-1 1982	30 kV
Nilai Tegangan Tembus Dengan Pengujian Minyak Jarak	68,7 kV

Dari hasil yang diperoleh hasil pengujian dibuat perbandingan kurva karakteristik berdasarkan selang waktu 2 menit selama 6 kali, dimulai dari menit ke-5 hingga menit ke-15 menit yang disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Kurva karakteristik tegangan tembus minyak

Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat dari hasil pengujian ke-1 hingga ke-6 rata-rata tegangan tembus68,7 kV. Pada pengujian yang dilakukan menggunakan minyak jarak sebagai salah satu alternatif pengganti minyak existing atau minyak mineral trafo didapat hasil yang cukup baik dan

memenuhi standar persyaratan minyak isolasi baru yang diatur SPLN 49-91: 1982. Pada pengujian yang sudah dilakukan jarak sela antara elektroda dibuat konstan pada jarak 2,5 mm, sedangkan kadar air pada minyak meskipun mempengaruhi nilai tegangan tembus pada minyak isolasi saat pengujian berlangsung diabaikan.

Dalam sistem tenaga listrik isolasi mempunyai fungsi untuk memisahkan dua atau lebih penghantarlistrik yang bertegangan, sehingga antara penghantar-penghantar yang bertegangan tidak terjadi lompatan listrik ataupun percikan. Minyak merupakan bahan isolasi yang banyak digunakan untuk mengisolasi dan mendinginkan peralatan listrik tegangan tinggi. Isolator minyak sebagian besar berasal dari minyak bumi atau minyak mentah yang diolah secara khusus sehingga mempunyai sifat-sifat sebagai isolator, perkembangan saat ini menuntut suatu produk yang aman dan ramah lingkungan untuk mengurangi efek pemanasan global yang akan terjadi. Tentunya keneadaan ini membuka peluang penggunaan bahan energi terbarukan yang berasal dari minyak nabati. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa ada nilai tegangan tembus dielektrik minyak jarak melebihi standar yang ada, sehingga bisa dikatakan minyak jarak dapat digunakan sebagai alternatif pengganti minyak trafo jenis lain, yang tentunya akan menjadi alternatif disaat kelangkaan atau semakin menipisnya ketersediaan minyak.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian minyak jarak yang telah dilakukan maka didapatkan kekuatan dielektrik rata-rata dari 6 kali pengujian sebesar 68,7 kV. Dari pengujian tegangan tembus minyak jarak sebagai pengganti minyak existing dapat dikatakan bahwa minyak nabati jenis jarak memiliki kemungkinan sebagai pengganti minyak existing hal tersebut dibuktikan dari nilai tegangan tembus pada minyak jarak. Dari standar SPLN yang telah ditetapkan persyaratan minyak isolasi baru diatur dalam standar SPLN 49-91: 1982 yang harus dipenuhi agar suatu minyak bisa digunakan sebagai minyak isolasi baru adalah ≥ 30 kV/2,5 mm yang berarti pada tahap ini hasil pengujian melampaui dan sesuai standar SPLN 49-91: 1982 tentang tegangan tembus yang harus dipenuhi untuk spesifikasi minyak isolasi.

Referensi

- [1] I. N. O. Winanta, A. A. N. Amrita, and W. G. Ariastina, "Studi Tegangan Tembus Minyak Transformator," *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, pp. 10–18, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/download/52807/31268>.
- [2] R. Kamerlisa Putra *et al.*, "Karakteristik Tegangan Tembus Arus Bolak Balik Pada Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Sebagai Alternatif Isolasi Cair," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, p. 1, 2017.
- [3] S. N. Singgih and H. Berahim, "Analisis Pengaruh Keadaan Suhu Terhadap Tegangan Tembus Ac Dan Dc Pada Minyak Transformator," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 93–99, 2009.
- [4] S. Samsurizal, A. Makkulau, and S. A. Zahra, "Studi Pengujian Karakteristik Minyak Nabati Terhadap Tegangan Tembus Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Trafo," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 81–89, 2022, doi: 10.36055/setrum.v11i1.14051.
- [5] Winanta, I. N. O., Amrita, A. A. N., & Ariastina, W. G. (2019). Studi Tegangan Tembus Minyak Transformator. *Jurnal SPEKTRUM* Vol, 6(3).
- [6] Mieller, B. (2019). Influence of test procedure on dielectric breakdown strength of alumina. *Journal of Advanced Ceramics*, 8(2), 247-255.
- [7] Adibah, F. (2016). Studi Karakteristik Minyak Jarak Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya Menggunakan Destilasi Vakum Dengan Variasi Fenol. 1–55.

- [8] Naidu, M. S., dan V Kamaraju. (1996). *High Voltage Engineering Second Edition*. United States: TheaMcGraw Hill.
- [9] Setiyandani, E., & Prasetyono, S. (2021). Uji Karakteristik Bio Minyak Trafo Berbahan Dasar Minyak Kemiri Sunan dengan Penambahan Zat Aditif Butylated Hydroxytoluene (BHT) Sebagai Alternatif Isolasi Cair Transformator Daya 150 KVA. *Jurnal Intake: Jurnal Penelitian Ilmu Teknik dan Terapan*, 12(1), 1-11.
- [10] Kurrahman, H. T., Abduh, S., Teknik, J., Fakultas, E., Industri, T., & Trisakti, U. (2016). Studi tegangan tembus minyak kamiri sunan sebagai alternatif pengganti minyak transformator daya. *JETri*, 13(2), 11–28.
- [11] IEEE C2. (2007). *National Electrical Safety Code*. Washington DC: Jefferson Country Public Library. (standar minyak)
- [12] Putra, R. K., & Murdiya, F. (2017). Karakteristik Tegangan Tembus Arus Bolak Balik Pada Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Sebagai Alternatif Isolasi Cair. *Jom FTEKNIK*, 4(2), 1– 11.
- [13] Marsudi, Djiteng, (2011). “Pembangkitan Energi Listrik”. Erlangga
- [14] Modul Praktikum Teknik Tegangan Tinggi, IT-PLN
- [15] Dhofir, M., Dona, N. R., Wibawa, U., & Hasanah, N. (2017). Minyak kelapa beraditif minyak zaitun sebagai isolasi peralatan tegangan tinggi. *Eeccis*, 11(2), 69–76.
- [16] Garniwa, I., & S, J. F. (2011). Analisis Pengaruh Kenaikan Temperatur Dan Umur Minyak Transformator Terhadap Degradasi Tegangan Tembus Minyak Transformator. *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Indonesia*. Depok
- [17] Feng, D., Yang, L., Zhou, L., Liao, R., & Chen, X. (2019). Effect of oil–paper–pressboard massratio on furfural content in transformer oil. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 26(4), 1308-1315.
- [18] Samsurizal, & Hadinoto, B. (2020). Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN (Persero) Up3 Pondok Gede. *KILAT*, 9(1), 136-142.
- [19] Rajnak, M., Timko, M., Kopcansky, P., Paulovicova, K., Kuchta, J., Franko, M & Cimbala, R. (2019). Transformer oil-based magnetic nanofluid with high dielectric losses tested for cooling of a model transformer. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 26(4), 1343-1349.

Simulasi Efisiensi Buck Converter Asynchronous dan Synchronous Berdasarkan Variasi Nilai Duty Cycle dan Beban

Efficiency Simulation of Asynchronous and Synchronous Buck Converter Based on Duty Cycle and Load Variation

Ralfi Wibowo Rachmad^{1*}, Tomy Abuzairi²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

^{1,2}Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Beji, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16425

ralfi.wibowo@ui.ac.id^{1*}, tomy.abuzairi@gmail.com²

Abstrak – DC-DC Converter yang umum digunakan adalah buck converter dengan kemampuannya untuk menurunkan tegangan masukan ke beberapa level tegangan keluaran tergantung terhadap nilai duty cycle yang diberikan kepada rangkaian. Buck converter menggunakan metode switching dalam pengoperasiannya dan memiliki efisiensi konversi daya yang lebih baik daripada regulator linear. Topologi utama pada aplikasi rangkaian buck converter adalah asynchronous buck converter dan synchronous buck converter. Perbedaan kedua topologi terletak pada komponen low-side switch, topologi asynchronous akan memanfaatkan dioda sedangkan topologi synchronous memanfaatkan MOSFET. Kedua jenis topologi memiliki keunggulan dan kekurangannya masing masing dari sisi efisiensi maupun kompleksitas penyusunan rangkaian. Nilai efisiensi dari kedua topologi bergantung pada kondisi operasi rangkaian. Dibutuhkan kondisi operasi yang sesuai dalam aplikasi rangkaian sehingga dapat menghasilkan nilai efisiensi yang optimal. Pada penelitian ini, telah disusun dan dijalankan simulasi rangkaian buck converter dengan topologi asynchronous dan topologi synchronous pada perangkat lunak LTspice. Hasil simulasi dianalisis performanya, khususnya aspek efisiensi konversi rangkaian dalam beberapa kondisi operasi converter. Dari hasil penelitian didapatkan kedua jenis topologi memiliki efisiensi yang cenderung lebih baik ketika ditingkatkan arus operasinya, dimana rangkaian synchronous memiliki efisiensi yang lebih baik pada duty cycle rendah dan pada duty cycle yang tinggi kedua topologi memiliki efisiensi yang hampir serupa.

Kata Kunci: Buck Converter, Asynchronous, Synchronous, Efisiensi

Abstract – One kind of DC-DC converter that have been widely used is a buck converter with its ability to lower the input voltage to a desired output voltage depending on the value of the duty cycle given to the circuit. Buck converter will utilize switching method on its operation and will have a better efficiency than a linear regulator. The main topology in a buck converter application is an asynchronous buck converter and synchronous buck converter. The difference between the two topologies lies in its use of component in the low side switch, asynchronous buck converter make use of a diode as the low side switch whereas synchronous buck converter uses a MOSFET. These two topologies have its own advantages and disadvantages from an efficiency point of view or from a design complexity. The efficiency value of these two topologies will rely on its operating condition. To achieve an optimal efficiency value, the right operating condition must be met. In this research, buck converters with asynchronous and synchronous topology were designed and simulated using LTspice software. The simulation results were analyzed, especially in the aspect of power conversion efficiency. From the results obtained in this research, the two topologies have a better overall efficiency in a higher current operation, with the synchronous topology have a better overall efficiency at lower duty cycle range and at the higher duty cycle range, the two topologies have an almost similar overall efficiency.

Keywords: Buck Converter, Asynchronous, Synchronous, Efficiency



1. Pendahuluan

Sistem konversi daya yang efisien dapat dicapai dengan metode *switching* yang ada pada aplikasi DC-DC *converter*. Dengan teknik *switching* tersebut, DC-DC *converter* juga dapat disebut dengan *Switch Mode Power Supply* (SMPS) yaitu tipe sumber daya yang memanfaatkan teknik *switching* terhadap semikonduktor untuk dapat melakukan pengaturan tegangan[1]. Penggunaan metode tersebut akan menghasilkan efisiensi yang lebih baik dibandingkan metode linear. Salah satu jenis umum dari DC-DC *converter* adalah *buck converter* yang dapat menurunkan tegangan sumber ke beberapa level tegangan keluaran yang diinginkan. Pengaturan level tegangan keluaran *converter* dilakukan dengan pengaturan *duty cycle* dari *Pulse Width Modulation* yang diaplikasikan ke transistor[2].

Untuk menghasilkan metode *switching* pada *buck converter* terdapat 2 jenis *switch* pada *converter*, dikenal dengan *high-side switch* dan *low-side switch*. Kedua *switch* akan melakukan konduksi secara bergantian dalam operasi *buck converter*. Pada *buck converter* dengan topologi *asynchronous*, untuk menghasilkan *switching* yang bergantian digunakan *high-side switch* berupa MOSFET dengan *low-side switch* berupa dioda dengan menerapkan sinyal *Pulse Width Modulation* terhadap MOSFET, sedangkan topologi *synchronous* menggunakan MOSFET untuk kedua jenis *switch* dan diperlukan dua sinyal *Pulse Width Modulation* yang berlawanan untuk diterapkan ke kedua *switch*. Perbedaan topologi tersebut akan berpengaruh terhadap efisiensi rangkaian *buck converter* pada variasi kondisi operasi, dimana nilai efisiensi *converter* merupakan faktor krusial ketika *converter* diintegrasikan dengan sistem elektronika. Sehingga dibutuhkan pengetahuan akan kondisi operasi yang sesuai dari aplikasi *converter* agar dapat menghasilkan nilai efisiensi yang optimal.

Penelitian akan kedua topologi telah dilakukan dengan berbagai bentuk analisis dari aspek yang berbeda. Telah dilakukan penelitian akan komparasi rangkaian dengan topologi *asynchronous* dan *synchronous buck*[3], [4]. Penelitian tersebut dilakukan pada bentuk simulasi menggunakan perangkat lunak LTspice[5]. Pada [3], dibahas komparasi kedua topologi dengan memfokuskan terhadap variasi frekuensi *switching* dan *duty cycle*. Dengan penelitian[4] memfokuskan pada beberapa grafik tegangan. Terdapat juga penelitian akan pengaruh variasi beban terhadap DC-DC *converter*[6], [7]. Variasi beban pada penelitian tersebut dilakukan dengan memvariasikan nilai resistansi dan diterapkan pada simulasi MATLAB. Penelitian yang telah dilakukan akan memfokuskan topik bahasan analisis rangkaian dalam aspek efisiensi

Penelitian ini akan melakukan simulasi rangkaian *buck converter* dengan topologi *asynchronous* dan topologi *synchronous*. Hasil simulasi *buck converter* akan dianalisis nilai efisiensi konversi daya dengan menerapkan variasi arus dan *duty cycle* terhadap kedua jenis topologi rangkaian dan diambil data tegangan dan arus masukan serta keluarannya. Dari analisis tersebut akan dilihat karakteristik performa efisiensi dari kedua toologi. Perbedaan komponen *low-side switch* dari kedua topologi akan berpengaruh pada nilai efisiensi konversi daya sehingga akan dijadikan faktor analisis utama terhadap hasil efisiensi yang dicapai.

2. Metode Penelitian

2.1. Desain Buck Converter

Desain kedua topologi *converter* akan mengacu kepada spesifikasi desain yang ditentukan sebagaimana berikut[2]:

Tabel 1. Spesifikasi desain *converter*

Parameter Spesifikasi	Nilai Parameter
Tegangan Sumber	12 V
Arus Maksimum <i>Buck Converter</i>	5 A

Parameter Spesifikasi	Nilai Parameter
Arus Minimum	100 mA
Tegangan Keluaran Maksimum	10.8 V
Range <i>Duty Cycle</i> :	10 % - 90 %
Frekuensi	23 kHz
<i>Ripple</i> Tegangan	5%
<i>Ripple</i> Arus	20%

Dari spesifikasi desain yang ditentukan, komponen penyusun *converter* dapat ditentukan dengan mengacu pada formula dari Texas Instruments[8]:

$$L > \frac{V_{keluaran}(V_{Masukan} - V_{keluaran})}{\Delta I_{induktor} \times f_s \times V_{Masukan}} \tag{1}$$

$$C_{Input} > \frac{(I_{out} + I_{minimum})}{8 \times f_s \times V_{ripple\,masukan}} \tag{2}$$

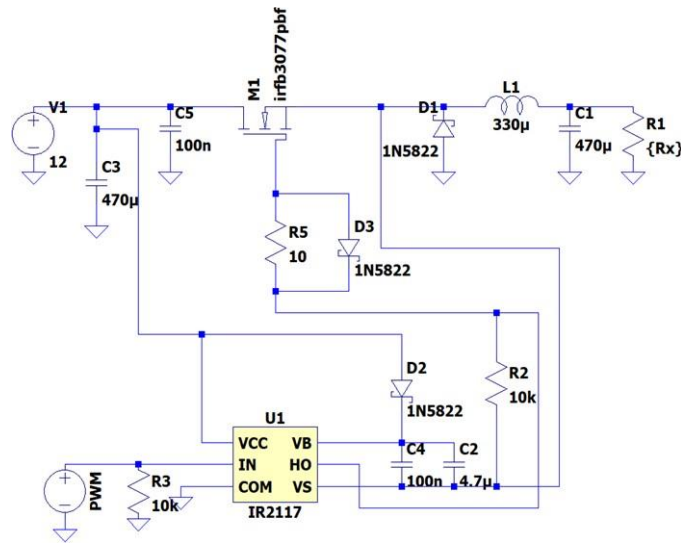
$$C_{Output} > \frac{\Delta I_{Induktor}}{8 \times f_s \times \Delta V_{keluaran}} \tag{3}$$

Untuk mendukung kinerja *switching* rangkaian, akan digunakan juga mekanisme *bootstrapping*[9] dengan menggunakan *half-bridge driver* IR2184[10] untuk topologi *synchronous* dan *single channel driver* IR2117[11] untuk topologi *asynchronous*. Komponen yang digunakan *buck converter* dari kedua topologi sebagai berikut:

Tabel 2. Komponen desain *buck converter*

Komponen	Spesifikasi
Induktor	330 uH
Kapasitor <i>Input</i>	470 μF
Kapasitor <i>Output</i>	470 μF
MOSFET	IRFB3077PBF
Dioda <i>Asynchronous Buck</i>	1N5822

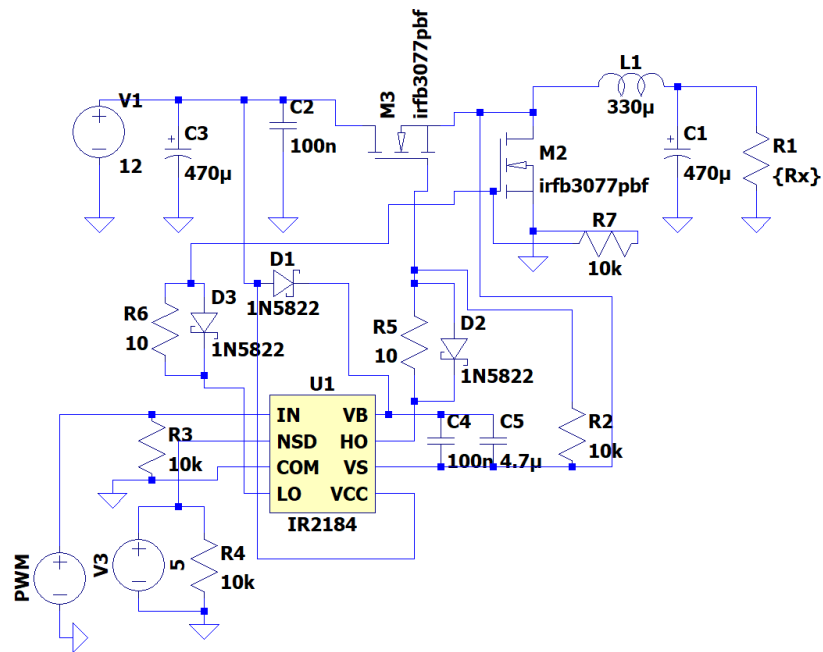
2.1.1. *Asynchronous Buck Converter*



Gambar 1. Desain *asynchronous buck converter*

Sesuai dengan gambar 1, *asynchronous buck converter* memiliki MOSFET sebagai *high-side switch* dan dioda sebagai *low-side switch*. Penggunaan dioda sebagai *low-side switch* ini berujung kepada penyusunan rangkaian yang lebih sederhana dengan hanya membutuhkan satu sinyal PWM untuk *switching*. Pada penelitian ini juga digunakan mekanisme *bootstrap* untuk meningkatkan besar sinyal PWM yang menuju MOSFET pada *high-side switch*.

2.1.2. *Synchronous Buck Converter*



Gambar 2. Desain *synchronous buck converter*

Synchronous buck converter menggunakan MOSFET untuk kedua *switch*, baik di *high-side* maupun *low-side switch*. Konfigurasi ini akan meningkatkan kompleksitas rangkaian namun, salah satu keuntungan MOSFET dibandingkan dengan dioda adalah *drop* tegangannya yang lebih rendah, sehingga akan terdapat jalur dengan rugi daya yang lebih rendah[12]. Dan sama seperti topologi *asynchronous*, topologi ini juga akan menggunakan mekanisme *bootstrap* dengan IR2184 untuk *driving* sinyal PWM ke dua MOSFET.

2.2. Alur Penelitian

Untuk mengetahui efisiensi desain *converter* diperlukan model simulasi yang akurat[13]. Pada penelitian ini, simulasi dilakukan pada LTspice. Simulasi *converter* dilakukan dengan variasi terhadap *duty cycle* PWM dan beban resistansi untuk kedua jenis topologi. Dari hasil simulasi tersebut akan diambil data untuk selanjutnya diolah dan dianalisis.

Terdapat tiga jenis data yang akan diambil dalam simulasi rangkaian. Jenis data pertama adalah grafik tegangan terhadap waktu dari *gate* MOSFET. Jenis data kedua berhubungan dengan validasi kemampuan rangkaian dimana, akan diambil data tegangan serta arus masukan dan keluaran dari rangkaian dengan memvariasikan nilai *duty cycle* pada range 10%-90%. Jenis data ketiga juga merupakan data tegangan serta arus masukan dan keluaran dari rangkaian, namun dengan memvariasikan nilai beban. Pada data ketiga terdapat pembagian golongan *duty cycle*, dengan golongan *duty cycle* rendah pada 30% dan 40% dan golongan *duty cycle* tinggi pada 70% dan 80%. Jenis data kedua dan ketiga akan diolah menjadi nilai efisiensi konversi daya rangkaian.

Tabel 3. Jenis data penelitian

Jenis Data	Data	Variabel	Perlakuan Variabel
1	Grafik tegangan <i>gate</i> terhadap waktu dari MOSFET	<i>Duty cycle</i>	Konstan pada 50 %
2	Tegangan dan arus pada sumber dan beban	<i>Duty cycle</i>	Divariasikan di antara 10 % - 90 %
3	Tegangan dan arus pada sumber dan beban	Resistansi beban, <i>duty cycle</i>	Beban divariasikan antara 56Ω, 47Ω, 33Ω, 22 Ω, 10 Ω, 8,2 Ω, 6,8 Ω, 5,6 Ω, 4,7 Ω, 3,3 Ω, dan 2,2 Ω. <i>Duty cycle</i> divariasikan antara 30 %, 40%, 70%, dan 80%

2.3. Pengolahan Data

Diperlukan pengolahan data untuk data daya masukan dan keluaran rangkaian. Data tegangan dan arus akan diolah sehingga menghasilkan data efisiensi rangkaian. Untuk mendapatkan data efisiensi, diperlukan pengolahan data dari tegangan dan arus untuk mendapatkan daya masukan dan keluaran rangkaian. Perhitungan daya dilakukan sebagaimana berikut:

$$P_{Masukan} = V_{Masukan} \times I_{Masukan} \tag{4}$$

$$P_{Keluaran} = V_{Keluaran} \times I_{Keluaran} \tag{5}$$

Setelah daya masukan dan keluaran didapatkan, efisiensi dapat dihitung dengan perhitungan.

$$Efisiensi (\%) = \frac{P_{Keluaran}}{P_{Masukan}} \times 100\% \tag{6}$$

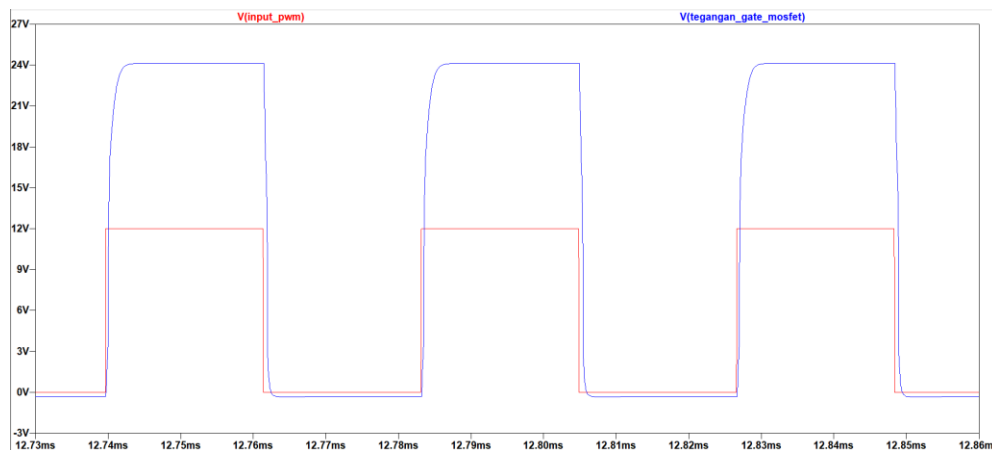
3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan terbagi menjadi 3 subbab sesuai dengan 3 jenis data eksperimen: Grafik Tegangan Gate, Efisiensi Rangkaian dengan Variasi Duty Cycle, dan Efisiensi Rangkaian dengan Variasi Beban.

3.1. Grafik Tegangan Gate

Grafik simulasi tegangan *Gate* diambil sebagai validasi kinerja rangkaian *Bootstrap* dalam menaikkan tegangan PWM. Grafik juga akan memperlihatkan bagaimana pergantian waktu konduksi pada kedua MOSFET di topologi *synchronous*. Pada percobaan ini *duty cycle* ditetapkan pada nilai 50% dengan tegangan masukan 12 V.

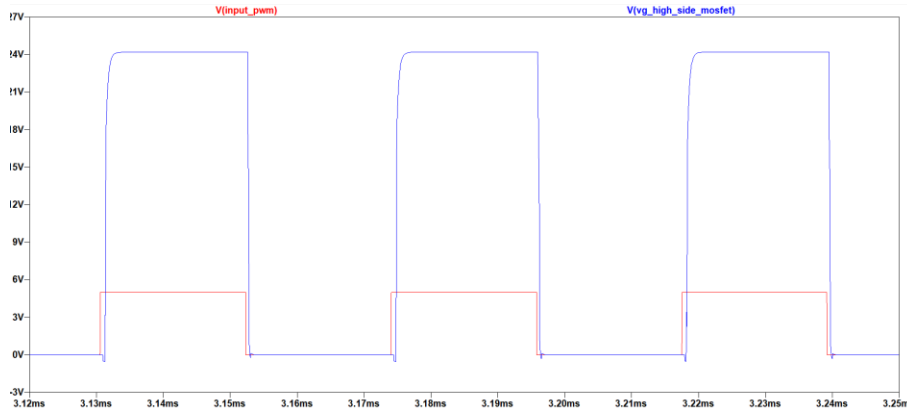
3.1.1. *Asynchronous Buck Converter*



Gambar 3. Grafik masukan PWM dengan tegangan *gate* MOSFET *asynchronous buck converter*

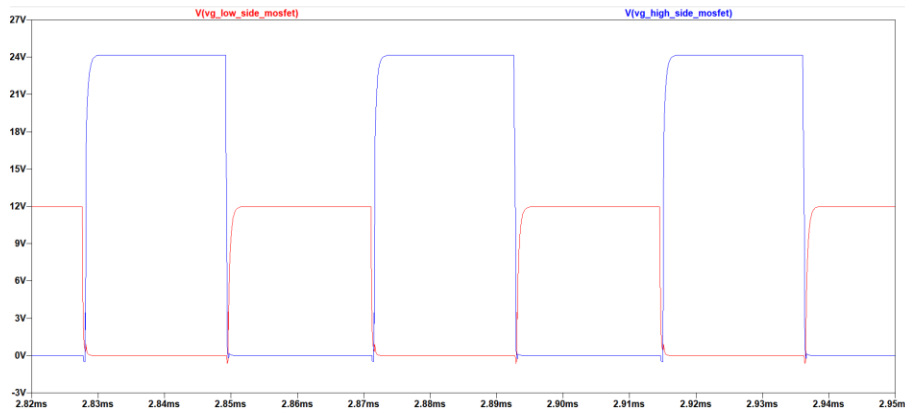
Gambar 3 menampilkan grafik hasil simulasi pada LTspice, grafik berwarna merah merupakan tegangan masukan PWM pada *driver* IR2117 dan grafik biru merupakan tegangan PWM pada *gate* high-side MOSFET dari *asynchronous buck converter*. Dari hasil grafik diatas, terlihat bahwa input PWM 12 V meningkat menjadi sekitar 24 V pada *gate* MOSFET terhadap *ground* setelah diaplikasikan mekanisme Bootstrap dengan IR2117. Hal tersebut menjadi validasi kinerja rangkaian Bootstrap untuk menaikkan tegangan PWM. Peningkatan tegangan pada *gate* MOSFET akan cukup untuk melakukan *switching* secara efektif ketika diberi sumber tegangan 12V.

3.1.2. Synchronous Buck Converter



Gambar 4. Grafik masukan PWM dengan tegangan gate MOSFET synchronous buck converter

Pada gambar 4, grafik berwarna merah merupakan tegangan masukan PWM pada *Half Bridge Driver IR2184* dengan tegangan PWM puncak sebesar 5 V terhadap *ground*. Grafik berwarna biru merupakan tegangan pada *gate* terhadap *ground* untuk MOSFET *high-side*. Dapat terlihat bahwa grafik tegangan pada MOSFET mengalami kenaikan hingga sekitar 24V. Hal ini merupakan validasi keberhasilan rangkaian *bootstrap* dalam menaikkan tegangan masukan PWM. Nilai 24 V pada *gate* sudah cukup untuk membuat MOSFET *high-side* berada pada kondisi ON ketika diaplikasikan tegangan drain sebesar 12 V. Untuk pengambilan data ini menggunakan nilai *duty cycle* yang konstan pada 50 %.

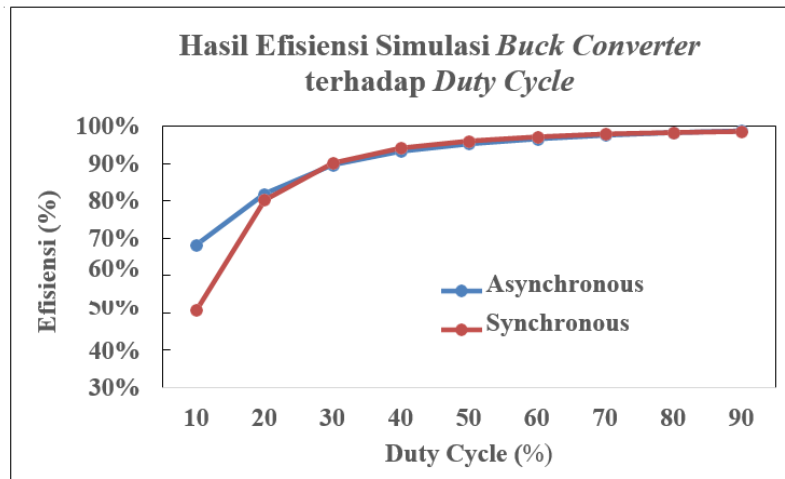


Gambar 5. Grafik tegangan MOSFET low-side dengan MOSFET high-side.

Synchronous buck converter memerlukan validasi terkait *switching* MOSFET yang perlu konduksi secara bergantian. Gambar 5 menampilkan mekanisme *switching* kedua MOSFET dengan grafik berwarna biru menampilkan grafik tegangan *gate* terhadap *ground* pada *high-side* MOSFET dan grafik berwarna merah menampilkan grafik tegangan *gate* pada *low-side* MOSFET. Pada percobaan ini rangkaian berada pada *duty cycle* 50 % sehingga kedua jenis PWM akan berada pada *duty cycle* 50 %. Terlihat dari grafik diatas bahwa kedua jenis PWM akan mengalami pergantian waktu ON dan OFF, ketika MOSFET *high-side* berada pada kondisi ON maka MOSFET *low side* berada pada kondisi OFF. Hal ini merupakan validasi dari kedua

MOSFET melakukan proses *switching* secara tepat dan tidak terjadi shoot-through. Dari grafik juga dapat terlihat bahwa MOSFET pada bagian *low-side* juga mengalami kenaikan dari input PWM 5 V menjadi 12 V karena digunakan rangkaian *bootstrap*.

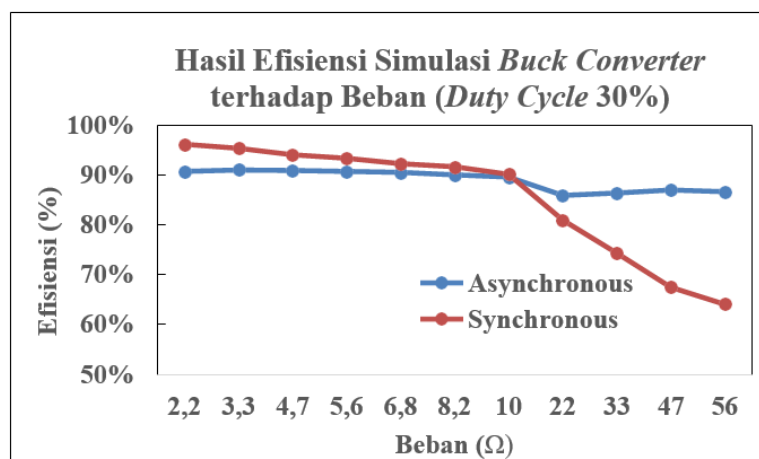
3.2. Variasi *Duty Cycle*



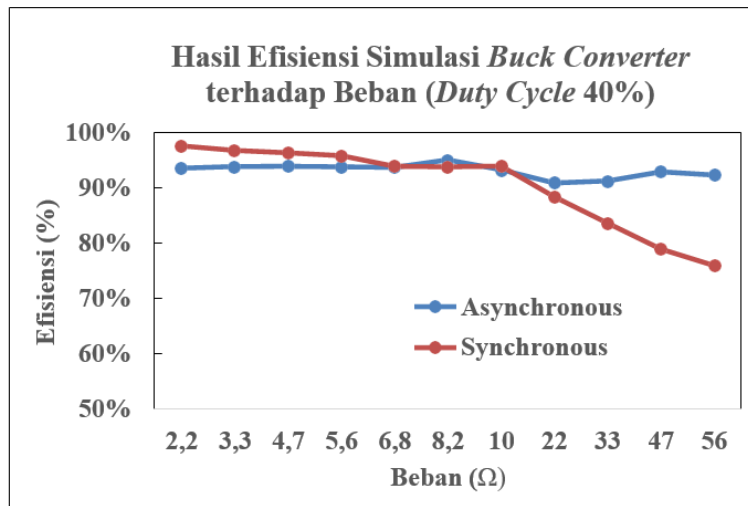
Gambar 6. Grafik hasil efisiensi *buck converter* terhadap variasi *duty cycle*.

Gambar 6 memperlihatkan bahwa tiap kenaikan *duty cycle*, nilai efisiensi rangkaian kedua topologi semakin meningkat. Hal ini terjadi karena adanya arus *quiescent* pada *buck converter*. Pada *converter*, terdapat arus *quiescent* yang terus mengalir selama rangkaian diberi bias tegangan. Dampak dari arus ini lebih berpengaruh pada arus masukan rendah *converter* dikarenakan perbedaan yang tidak signifikan antara arus *quiescent* dengan arus *converter*. Perbedaan yang tidak signifikan dapat berpengaruh pada efisiensi *buck converter*, dimana arus *quiescent* akan menaikkan nilai arus masukan. *Duty cycle* yang lebih rendah memiliki nilai arus yang lebih kecil sehingga akan memiliki nilai efisiensi yang lebih rendah karena dampak arus *quiescent* yang lebih signifikan.

3.3. Variasi Beban



Gambar 7. Grafik hasil efisiensi simulasi *buck converter* terhadap beban (*duty cycle*)

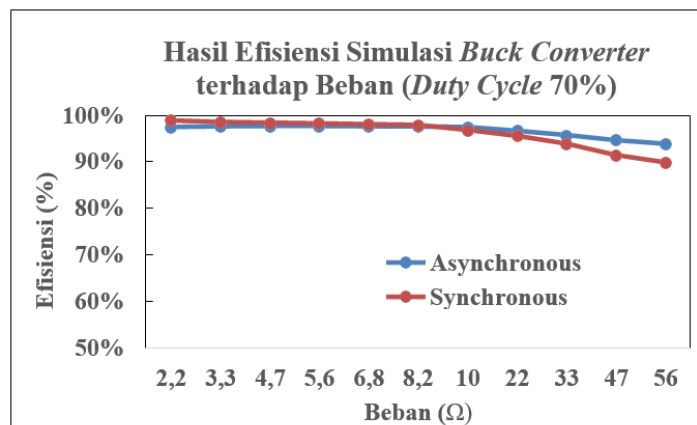


Gambar 8. Grafik hasil efisiensi simulasi buck converter terhadap beban (duty cycle 40%).

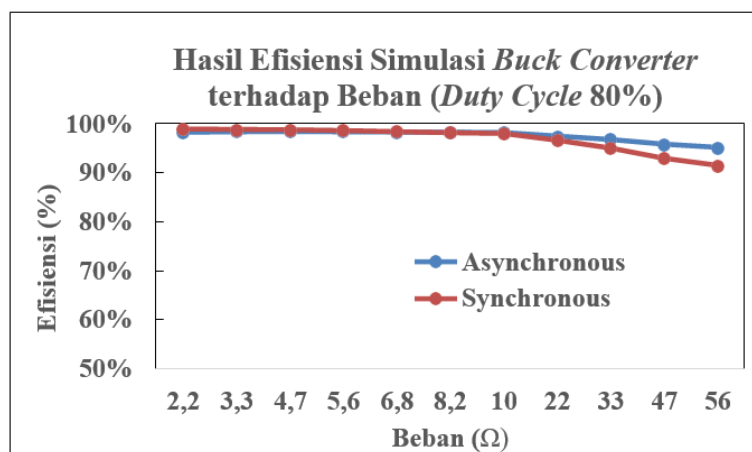
Dari gambar 7 dan 8 terlihat bahwa desain rangkaian converter hasil simulasi sudah memiliki aspek performa efisiensi yang cukup baik dengan nilai diatas 80% untuk kedua jenis topologi. Dari sisi lain juga terlihat bahwa pengaruh arus yang semakin tinggi akan menyebabkan kenaikan efisiensi. Hal ini disebabkan karena pada arus tinggi, nilai arus *quiescent* yang tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan arus masukan rangkaian sehingga efisiensi akan lebih baik relatif terhadap arus rendah.

Gambar 7 dan 8 juga memperlihatkan bahwa pada arus operasi yang rendah, rangkaian *synchronous* memiliki efisiensi yang cenderung buruk. Hal ini dikarenakan pada topologi *synchronous* di arus rendah, mode konduksi tetap berada pada *Continuous Conduction Mode* (CCM) karena sifat bidirectional MOSFET dan arus induktor berada pada daerah negatif. Sedangkan pada *asynchronous*, di arus operasi rendah, rangkaian dapat beroperasi pada mode konduksi *Discontinuous Conduction Mode* (DCM).

Ketika ditingkatkan arus operasi, terlihat keuntungan penggunaan MOSFET dibandingkan dengan dioda schottky pada *low-side switch*. Topologi *synchronous* akan memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan topologi *asynchronous*. Hal ini dikarenakan pada *duty cycle* rendah, waktu konduksi *low-side switch* yang cukup lama sehingga *drop* tegangan yang lebih besar pada dioda schottky dibandingkan MOSFET memiliki dampak yang cukup signifikan pada parameter efisiensi.



Gambar 9. Grafik hasil efisiensi simulasi buck converter terhadap beban (duty cycle 70%).



Gambar 10. Grafik hasil efisiensi simulasi *buck converter* terhadap beban (*duty cycle* 80%).

Dari gambar 9 dan 10, terlihat kedua topologi memiliki efisiensi yang cukup baik walaupun pada arus yang rendah, hal ini dikarenakan *duty cycle* yang tinggi akan memberikan arus masukan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *duty cycle* yang rendah sehingga pengaruh arus *quiescent* menjadi kurang signifikan. Namun masih terlihat keunggulan efisiensi topologi *asynchronous* pada arus yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan mode konduksi topologi *synchronous* yang tetap berada pada CCM dan ada arus negatif pada induktor.

Pada *duty cycle* tinggi ini juga terlihat bahwa perbedaan efisiensi ketika dinaikannya arus operasi tidak signifikan dibandingkan dengan *duty cycle* rendah. Hal ini dikarenakan waktu konduksi *low-side switch* pada *duty cycle* tinggi akan lebih sedikit sehingga pengaruh tegangan *drop* yang lebih besar dengan penggunaan dioda schottky di topologi *asynchronous* dibandingkan dengan penggunaan MOSFET di topologi *synchronous* menjadi tidak signifikan dampaknya terhadap efisiensi rangkaian.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian simulasi memperlihatkan pengaruh variasi arus dan *duty cycle* terhadap efisiensi *synchronous* dan *asynchronous buck converter*. Pada arus operasi yang relatif rendah, topologi *asynchronous* memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan topologi *synchronous* dikarenakan pada topologi *synchronous* pada arus operasi rendah, dengan MOSFET pada *low side switch* yang bersifat *bidirectional* memungkinkan terjadinya aliran arus negatif dari induktor, sedangkan pada topologi *asynchronous* dengan dioda schottky, arus induktor akan selalu bernilai positif sehingga efisiensi akan lebih baik.

Penggunaan MOSFET pada *low side switch* topologi *synchronous* penelitian juga memiliki keuntungan. Pada hasil pengujian, dengan aplikasi *duty cycle* yang rendah (30 % dan 40 %) dan beban resistansi dibawah 22 Ω (10 Ω-2,2 Ω) *synchronous* cenderung memiliki rata rata efisiensi yang lebih baik. Pada *duty cycle* rendah, *low-side switch* akan memiliki waktu konduksi yang lebih lama dibandingkan *high-side switch*. Sehingga penggunaan NMOSFET dengan *drop* tegangan yang lebih kecil daripada dioda schottky akan memiliki dampak yang signifikan terhadap efisiensi konversi daya rangkaian.

Pada nilai *duty cycle* yang tinggi (70 % dan 80 %) dan beban resistansi dibawah 22 Ω (10 Ω-2,2 Ω), kedua topologi memiliki nilai efisiensi yang serupa. Pada nilai *duty cycle* ini, waktu konduksi *high-side switch* akan lebih lama dibandingkan dengan *low-side switch* sehingga perbedaan *drop* tegangan antara NMOSFET dengan dioda schottky tidak signifikan dampaknya pada efisiensi.

Pengembangan penelitian untuk kedepannya dapat dilakukan dengan menguji desain dalam bentuk perangkat keras secara langsung. Diperlukan integrasi sensor tegangan dan arus untuk melakukan pengambilan data masukan dan keluaran. Diperlukan juga generasi sinyal PWM untuk masukan PWM ke *driver* MOSFET.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang telah memfasilitasi jalannya penelitian dan penulisan *paper* ini. Penulis juga berterima kasih kepada tim Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung 2022 sebagai penyelenggara seminar ini.

Referensi

- [1] Switch Mode Power Supply and Switching Regulators.” [Online]. Available: <https://www.electronics-tutorials.ws/power/switch-mode-power-supply.html>. [Accessed:26-Apr-2022].
- [2] T. Abuzairi, W. W. A. Ramadhan, and K. Devara, “Solar Charge Controller with Maximum Power Point Tracking for Low-Power Solar Applications,” *Int. J. Photoenergy*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/5026464.
- [3] H. Eraydin and A. F. Bakan, “Efficiency Comparison of Asynchronous and Synchronous Buck Converter,” *Proc. - 2020 6th Int. Conf. Electr. Power Energy Convers. Syst. EPECS 2020*, pp. 30–33, Oct. 2020, doi: 10.1109/EPECS48981.2020.9304966.
- [4] H. Zomorodi and E. Nazari, “Design and Simulation of Synchronous Buck Converter in Comparison with Regular Buck Converter,” *Int. J. Robot. Control Syst.*, vol. 2, no. 1, pp.79–86, Feb. 2022, doi: 10.31763/IJRCS.V2I1.538.
- [5] “LTspice Simulator | Analog Devices.” [Online]. Available: <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>. [Accessed: 22-Sep-2022].
- [6] F. Badr, “The Effect Of Resistive Load Variations On The Open-Loop Control Of Dc-Dc Buck Converter,” *J. Eng. Dev.*, vol. 17, no. 6, 2013.
- [7] A. W. N. Husna, S. F. Siraj, and M. H. Mat, “Effect of load variations in DC-DC converter,” *Proc. - CIMSIm 2011 3rd Int. Conf. Comput. Intell. Model. Simul.*, pp. 394–398, 2011, doi: 10.1109/CIMSIM.2011.78.
- [8] B. Hauke, *Basic Calculation of a Buck Converter's Power Stage.* .
- [9] S. Solutions, “AN486: High-Side Bootstrap Design Using ISODrivers in Power DeliverySystems.”
- [10] Infineon, “IR2184 (4)(S) & (PbF) Typical Connection HALF-BRIDGE DRIVER Features.”
- [11] “IR2117 - Infineon Technologies.” [Online]. Available: <https://www.infineon.com/cms/en/product/power/gate-driver-ics/ir2117/>. [Accessed: 04-Apr-2022].
- [12] Z. Iqbal, U. Nasir, M. T. Rasheed, and K. Munir, “A comparative analysis of synchronous buck, isolated buck and buck converter,” *2015 IEEE 15th Int. Conf. Environ. Electr. Eng. EEEIC 2015 - Conf. Proc.*, pp. 992–996, Jul. 2015, doi: 10.1109/EEEIC.2015.7165299.
- [13] Y. Bai, A. Q. Huang, D. S. H. Guo, Q. Lu, and J. S. Lai, “Optimization of Power MOSFET for High-Frequency Synchronous Buck Converter,” 2003.

Simulasi Flip Flop Menggunakan MATLAB

Flip Flop Simulation Using MATLAB

Arjuna Fikri Tri Firmansyah^{1*}, Gelen Veranda Deanda², Aditio Nugroho³, Didik Aribowo⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, FKIP, Universitas Sultan

Ageng TirtayasaJl. Ciwaru Raya, Nomor 25, Kota Serang, Banten

2283210021@Untirta.ac.id, 2283210017@Untirta.ac.id, 2283210005@Untirta.ac.id,

d_aribowo@Untirta.ac.id

Abstrak – Rangkaian flip flop merupakan rangkaian elektronika yang tersusun dari beberapa rangkaian dimana output dari rangkaian ini akan ditampilkan oleh dua buah Light Emitting Diode (LED) yang akan menyala berkedip secara bergantian. Karena nyala yang berkedip bergantian inilah banyak orang menyebutnya dengan nama flip flop. Rangkaian flip flop sederhana ini menggunakan transistor sebagai saklar dengan menggunakan IC555. Pada flip-flop JK ini, masukan J dan K disebut masukan pengendali karena kedua masukan ini yang menentukan keadaan yang harus dipilih oleh flip-flop pada saat pulsa clock tiba (dapat pinggiran positif atau negatif, tergantung kepada jenis flipflopnya). flip-flop ini berbeda dengan flip-flop-D karena pada flip-flop-JK masukan clock adalah masukan yang dicacah, dan masukan J serta K adalah masukan yang mengendalikan flip-flop tersebut. dan menggunakan aplikasi matlab untuk memunculkan gelombang dan kita tau hasil gelombang yang dihasilkan oleh Rangkaian Flip-flop. Model yang dikembangkan menggunakan SIMULINK/SimEvent yang disediakan oleh aplikasi MATLAB.

Kata Kunci: Matlab, Flip-flop, LED, Komponen

Abstract – The ip op circuit is an electronic circuit composed of several a circuit where the output of this circuit will be displayed by two lights The Emitting Diode (LED) that will light up flashes alternately. Because it's on which blinks alternately this is what many people call it by the name ip op. This simple ip op circuit uses a transistor as a switch with using IC555. In this JK flip-flop, inputs J and K are called control inputs because these two inputs determine which state the flip-flop should select when the clock pulse arrives (it can be either positive or negative edge, depending on the type offlip-flop). This flip-flop differs from a D-flip-flop in that in a JK-flip-flop the clock input is the input that is counted, and the J and K inputs are the inputs that control the flip-flop. and use the Matlab application to generate waves and we know the results of the bubbles generated by the Flip-flop Circuit. The model is developed using SIMULINK/SimEvent from MATLAB.

Keywords: Matlab, Flip-flop, LED, Component

1. Pendahuluan

Dengan Berkembangnya elektronika yang semakin cepat ini. Jadi maka makin ditinggallah peralatan elektronika dengan rangkaian-rangkaian transistor, dimana rangkaian - rangkaian tersebut sudah direncanakan oleh pabrik-pabrik semikonduktor sehingga merupakan suatu kemasan yang kompak dan kecil dengan fungsi-fungsi tertentu. Kemasan demikian disebut Integrated Circuit (IC).

Flip-flop adalah piranti dasar untuk menyimpan informasi pada system digital. Dapat disimpulkan bahwa kombinasi S=0 dan R=0 menghasilkan output yang sama dengan output sebelumnya yang nilai arusnya tersebut berlawanan(Zuhail,2004).

Prinsip kerja dari rangkaian flip-flop dibandingkan dengan prinsip dari kerja transistor sebagai saklar. Keadaan ini pula memiliki ketergantungan kepada kapasitor yang memiliki ketinggian



muatan yang lebih. Sebuah kapasitor yang ketinggian muatannya lebih akan menyebabkan lepasnyamuatan listrik(Widjanarka,2006).

Flip-flop jk merupakan penyempurnaan dari flip flop RS untuk mengatasi masalah osilasi, yaitu dengan adanya umpan balik. Yaitu pada kondisi masukkan j dan k berlogika 1 yang akan membuat kondisi keluaran sebelumnya atau dikenal dengan istilah toggle(Beshop,2004).

Beberapa penerapan yang penting dari flip-flop adalah dapat digunakan sebagai bagian dari rangkaian memori, untuk menghapus getaran tombol, dan sebagai rangkaian penunda. Masalah ini disebut sebagai key debounce. Masalah ini tidak diinginkan dan harus dihindari(Godse,2009).

1.1. Rumusan Masalah

1. Bagaimana Konsep dasar MATLAB ?
2. Bagaimana Cara menjalankan MATLAB ?
3. Bagaimana Cara Kerja Flip-Flop ?
4. Bagaimana Cara Kerja Flip-Flop pada Aplikasi MATLAB ?

1.2. Tujuan Penulisan

1. Menjelaskan Konsep dasar MATLAB.
2. Menjelaskan Cara menjalankan MATLAB.
3. Menjelaskan Cara Kerja Flip-Flop.
4. Menjelaskan Cara Kerja Flip-Flop pada Aplikasi MATLAB.

2. Metode Penelitian

Jadi disini kami menggunakan metode penelitian jenis deskriptif. Yang mana deskriptif sendiri itu yang artinya adalah suatu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variabel lain. Untuk mengetahui bagaimana keadaan variable itu sendiri (Sugiyono, 2018).

Disini kami akan mencoba melakukan simulasi flip-flop dengan menggunakan matlab. Yang mana nantinya didalam matlab itu sendiri juga diisi oleh berbagai macam komponen seperti: resistor,transistor, LED, dan lain-lain.

3. Hasil dan Pembahasan

Pertama dirilis di tahun 1970 oleh MathWorks, MATLAB adalah salah satu platform yang paling banyak digunakan untuk mengolah angka dan bahasa pemrograman. Ada banyak sekali hal yangkamu bisa lakukan dengan MATLAB, khususnya yang terkait dengan rumpun ilmu di bidang teknik, matematika, dan sains. Menurut MathWorks, MATLAB adalah platform pemrograman yang menggunakan bahasa berbasis matriks sehingga umumnya digunakan untuk menganalisis data, membuat algoritma, serta menciptakan pemodelan dan aplikasi. Aplikasi ini juga sering dimanfaatkan untuk mengembangkan deep learning, machine learning, dan hal-hal terkait lainnya. Siapa saja bisa menggunakan MATLAB, mulai dari pelajar hingga profesional. Secara garis besar, begitulah kegunaanMATLAB. Berikutnya, Glints akan menjelaskan lebih detail tentang hal-hal spesifik yang bisa kamu lakukan dengan MATLAB (Sumaryo,2013). MATLAB adalah tool yang sangat cocok jadi teknologi yang membantu pekerjaanmu. MATLAB merupakan platform pemrograman yang didesain khusus untuk pengolahan numerik.

MATLAB merupakan kependekan dari MATrix LABoratory dikarenakan setiap data pada MATLAB menggunakan dasar matriks. MATLAB adalah bahasa pemrograman tinggi, tertutup, dan case sensitive dalam lingkungan komputasi numerik yang dikembangkan oleh MathWorks. Salah satu kelebihanannya yang paling populer adalah kemampuan membuat grafik dengan visualisasi terbaik. MATLAB mempunyai banyak tools yang dapat membantu berbagai disiplin ilmu. Ini merupakan salahsatu penyebab industri menggunakan MATLAB. Selain itu MATLAB

mempunyai banyak library yang sangat membantu untuk menyelesaikan permasalahan matematika seperti membuat simulasi fungsi, pemodelan matematika dan perancangan GUI(Zhou,2010).

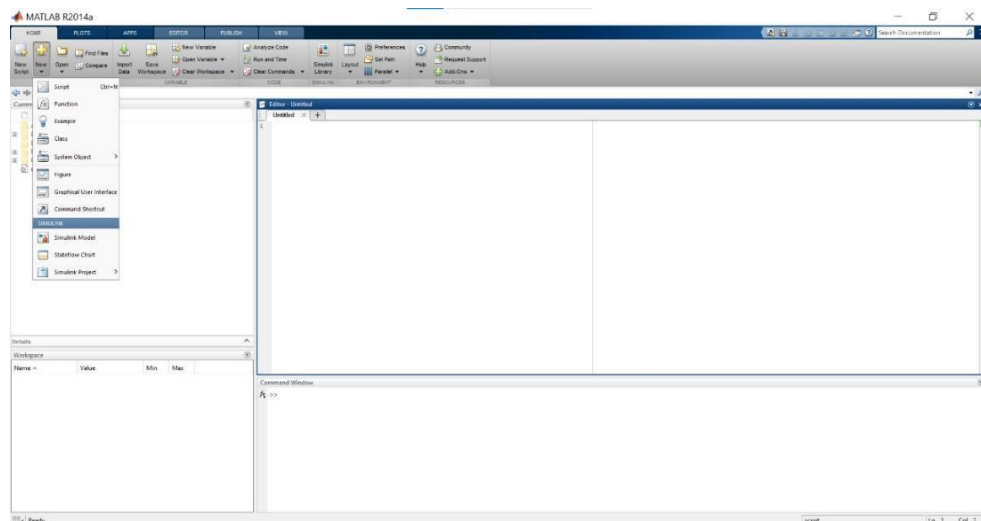
Sebelum memulai kita harus tau terlebih dahulu bagaimana cara menjalankan MATLAB adalah sebagaiberikut:

- Buka menu 'Start' dan cari aplikasi MATLAB yang berhasil kamu instal. Buka aplikasi tersebut dan tunggu hingga MATLAB terbuka sepenuhnya.



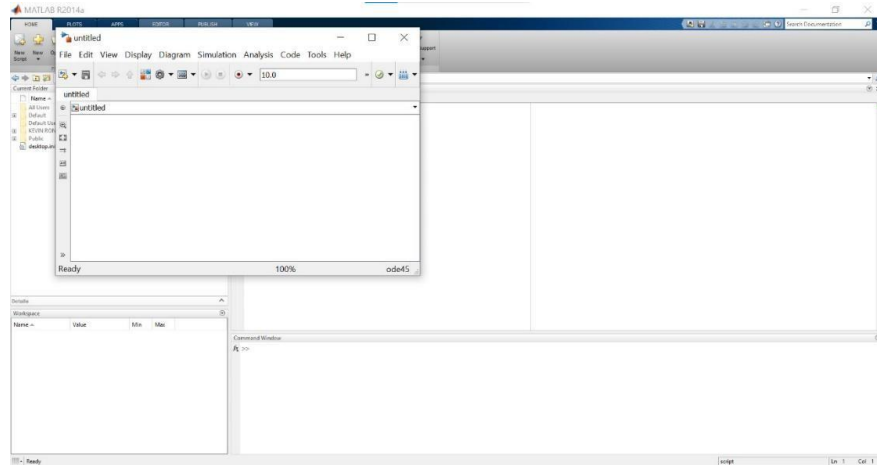
Gambar 1. Tampilan monitor.

- Untuk mulai menjalankan MATLAB, klik menu 'File' dan pilih 'New' kemudian pilih 'Gui' (



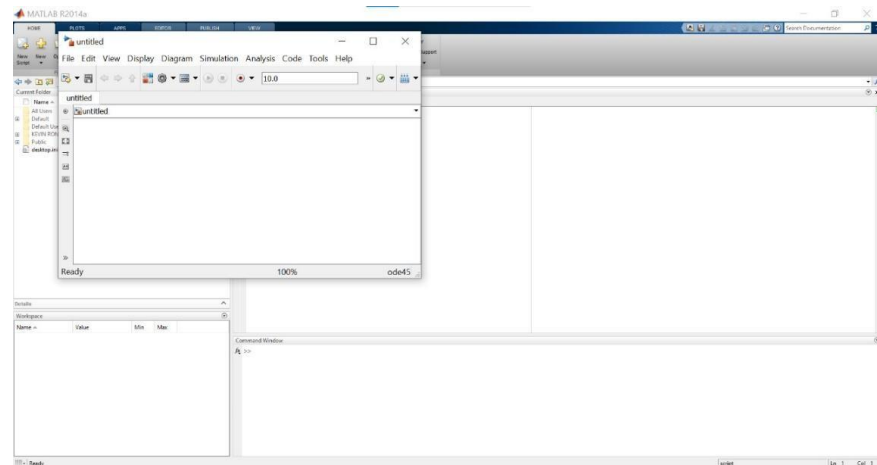
Gambar 2. Tampilan menu MATLAB

- Lalu muncul bagian untuk simulink, digunakan untuk tempat simulasi yang akan digunakan.



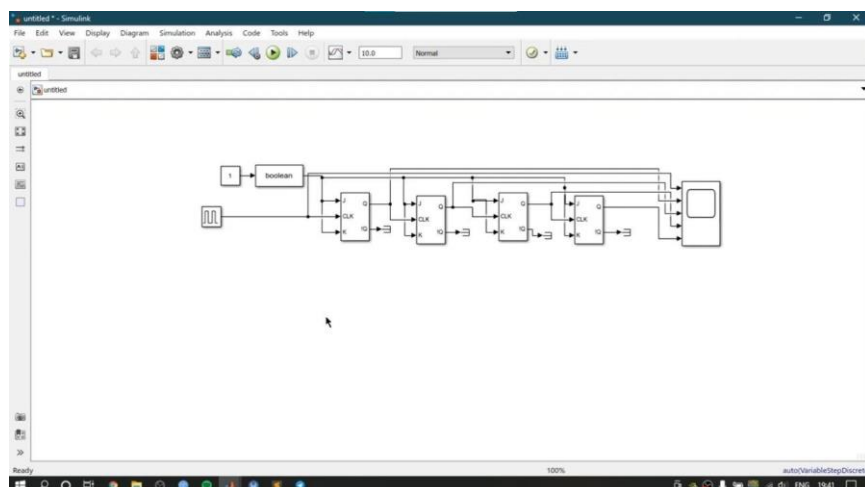
Gambar 3. Tampilan menu Simulink

- Setelah selesai menggunakan aplikasi MATLAB, jangan lupa untuk menyimpan dengan caraklik 'File' dan pilih 'Save'.



Gambar 4. Save file MATLAB

- Simulasi dengan gambar rangkaian sebagai berikut:



Gambar 5. Rangkaian flip flop pada MATLAB

- Dan dibawah sini merupakan hasil gelombang Rangkaian Flip-flop yang terbaca atau tampil pada aplikasi MATLAB.



Gambar 6. Gelombang Rangkaian flip flop pada MATLAB

Pada flip-flop JK ini, masukan J dan K disebut masukan pengendali karena kedua masukan ini yang menentukan keadaan yang harus dipilih oleh flip-flop pada saat pulsa clock tiba (dapat pinggir positif atau negatif, tergantung kepada jenis flipflopnya). flip-flop ini berbeda dengan flip-flop-D karena pada flip-flop-JK masukan clock adalah masukan yang dicacah, dan masukan J serta K adalah masukan yang mengendalikan flip-flop tersebut.

J-K flip-flop atau Jump-Kill Flip-flop merupakan penyempurna flip-flop dasar RS, yang mana flip-flop ini mengatasi kelemahan flip-flop RS yang tidak mengizinkan pemberian masukan $R=S=1$, dengan meng-AND-kan masukan dari luar dengan keluaran seperti yang dilakukan oleh flip-flop T. Penyempurnaan yang dilakukan flip flop JK ini yaitu mengganti mode keluaran (Q) dari mode ambigum menjadi toggle atau beralih. Pada flip-flop JK, input merupakan satu-satunya masukan sedangkan keluarannya tetap dua. Jika keadaan keluaran flipflop 0, maka setelah adanya sinyal pemicu keadaan berikutnya menjadi 1, dan bila keadaan keluarannya 1 maka setelah ada pemicu keadaannya akan menjadi 0.

4. Kesimpulan

1. Kesimpulan yang penyusun dapat dalam membuat makalah ini adalah flip-flop sebagai memori (menyimpan informasi) 1 bit atau satu sel penyimpan 1 bit.
2. Selain itu flip-flop juga dapat digunakan pada rangkaian Shift Register, Rangkaian Counter dan lain sebagainya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan, yang berjudul " Simulasi Flip Flop Menggunakan MATLAB".

Referensi

- [1] Beshop. (2004). *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Godse. (2009). *Elektronik Digital*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Sugiyono. (2018). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- [4] Widjanarka. (20006). *Teknik Digital*. Jakarta: Erlangga

- [5] Zuhail. (2004). *Prinsip Dasar Elektronik*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [6] Z. Yang, X. Huang, C. Du, M. Tang, and F. Yang, "Matlab ," pp. 5203–5207, 2008.
- [7] B. Zhou, J. Cao, X. Zeng, and H. Wu, "Using matlab to flip-flop", 2010 IEEE 72nd, pp. 1–5,2010.
- [8] S. Sumaryo, A. Halim dan K. Ramli, "Simulation Model Flip-Flop," Quality in Research, 2013.

ID: 07

Simulasi Buck Boost Counter pada Powerbank menggunakan Aplikasi Power Simulasian V.9(PSIM)

Buck Boost Counter simulation Design in Powerbank Using The PowerSimulation V.9 (PSIM) Application

Nur Alifah^{1*}, Riga Saputra Dewa², Muhammad Aziz Nur Mubarak³, Shafwan ImanRamadhani⁴, Didik Aribowo, S.T., M.T.⁵

^{1,2,3,4,5}Pendidikan Vokasional Teknik Elaketro, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Ciwaru Raya Nomor 25 Kota Serang Banten
nralifah913@gmail.com, rigaasus@gmail.com, muhammadaziznurmubarak2002@gmail.com,
shafwanimanramadhani@gmail.com, d_aribowo@untirta.ac.id

Abstrak – Tingginya minat masyarakat terhadap penggunaan teknologi disebabkan oleh penambahan penduduk. Komunikasi dengan teknologi yang semakin canggih membuat semua manusia tidak terlepas dari telepon seluler seperti smartphone/tablet PC. Untuk menunjang aktivitas dalam penggunaan teknologi mengakibatkan penggunaan charger yang terus meningkat sehingga untuk penyediaan energi terciptalah powerbank sebagai solusi untuk menambah daya. Powerbank merupakan sebuah teknologi yang digunakan untuk pengisian daya smartphone dimana saja. Namun, keluaran dari powerbank masih terbilang kurang untuk kegiatan sehari-hari sehingga terciptalah buck boost counter sebagai sistem yang dibuat untuk menaikkan tegangan keluaran powerbank menggunakan software power Simulation atau lebih dikenal dengan PSIM berguna untuk mensimulasikan berbagai karakteristik elektronika dan sistem tenaga listrik yang berjalan pada Sistem Operasi MS Windows XP (Rizqina:2019). Rangkaian buck boost converter ini seperti fungsi step up yang menaikkan daya dari yang sebelumnya 0,6 Watt menjadi 16,8 Watt. Rangkaian buck boost Counter merupakan rangkaian yang digunakan untuk menaikkan tegangan sehingga pada simulasi ini diaplikasikan sebagai catu daya yang bisa dimanfaatkan atau menggantikan adaptor.

Kata Kunci: Teknologi, Smartphone, Powerbank, Software, Buck Boost Converter, PSIM, .

Abstract – The high public interest in the use of technology is caused by population growth. Communication with increasingly sophisticated technology makes all humans inseparable from cell phones such as smartphones/tablet PCs. To support activities in the use of technology, the use of chargers continues to increase so that for the supply of energy, a power bank is created as a solution to increase power. Powerbank is a technology that is used to charge smartphones anywhere. However, the output from the power bank is still not enough for daily activities, so a buck boost counter was created as a system made to increase the output voltage of the power bank using the Power Simulation software or better known as PSIM which is useful for simulating various characteristics of electronics and electric power systems running on the system. MS Windows XP Operation (Rizqina:2019). This buck boost converter circuit is like a step up function which increases the power from the previous 0.6 Watt to 16.8 Watt. The buck boost counter circuit is a circuit that is used to increase the voltage so that in this simulation it is applied as a power supply that can be used or replace an adapter.

Keywords: Technology, Smartphone, Powerbank, Software, Buck Boost Counter, PSIM

1. Pendahuluan

1. Latar Belakang



Teknologi merupakan sebuah perkembangan perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software) yang didasari ilmu pengetahuan dengan perkembangan zaman dan kebutuhan saat ini yang semakin meningkat. Teknologi hasil dari rekayasa perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Penggunaan teknologi tidak terlepas dari dunia Pendidikan. Pendidikan pada era globalisasi saat ini semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Pendidikan merupakan usaha sadar yang dilakukan oleh keluarga, masyarakat dan pemerintah melalui kegiatan bimbingan, pengajaran atau latihan yang berlangsung disekolah dan diluar sekolah dengan tujuan untuk mempersiapkan peserta didik agar dapat memainkan peranan dalam berbagai lingkungan hidup secara tepat dimasa yang akan datang. sehingga penerapan software PSIM dalam kegiatan pembelajaran akan membuat sistem pembelajaran menjadi lebih canggih.

Simulasi ini melalui sebuah perantara sebuah program atau aplikasi, dalam arti lain simulasi merupakan salah satu media pembelajaran. simulasi sebagai metode penyajian adalah suatu usaha untuk memperoleh pemahaman akan hakikat suatu prinsip atau keterampilan tertentu melalui proses kegiatan atau latihan dalam situasi tiruan. Power Simulation atau lebih dikenal dengan PSIM merupakan salah satu software yang berguna untuk mensimulasikan berbagai karakteristik elektronika dan sistem tenaga listrik. PSIM ini menunjukkan estimasi performansi dari sistem nyata dengan beberapa proyek yang diset pada kondisi operasional, desain sistem dengan berbagai alternatif melalui simulasi untuk melihat mana yang terbaik dan sistem dalam rangkaian waktu yang panjang. Namun, PSIM ini hanya mengestimasi karakteristik sistem nyata berdasarkan masukan tertentu.

Oleh sebab itu, pentingnya kebutuhan akan membuat suatu sistem pendukung keputusan untuk memilih buck boost counter pada powerbank dengan aplikasi PSIM. Dimana sistem ini berguna untuk menaikkan nilai daya melalui step up dengan melihat hasil atau gelombang yang ada pada osiloskop sehingga tampil gelombang.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang diatas, maka permasalahannya adalah bagaimana proses menaikantegangan dengan menggunakan rangkaian yang ada serta sistem aplikasi pendukung hingga pengaplikasiannya.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah untuk menentukan rangkaian buck boost converter dengan metode aplikasi Power Simulation (PSIM).

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada jurnal ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Metode deskriptif adalah suatu metode penelitian status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki (Ajat Sudrajat : 2018). Data terkumpul secara deskriptif kuantitatif yang digunakan untuk memberikan gambaran terhadap keadaan yang sebenarnya pada simulasi, juga untuk menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan status subjek dari penelitian. Sedangkan data kualitatif digunakan untuk memperkuat dan melengkapi data secara kuantitatif mengenai masalah yang diteliti (Isnawati,dkk : 2020).

3. Hasil dan Pembahasan

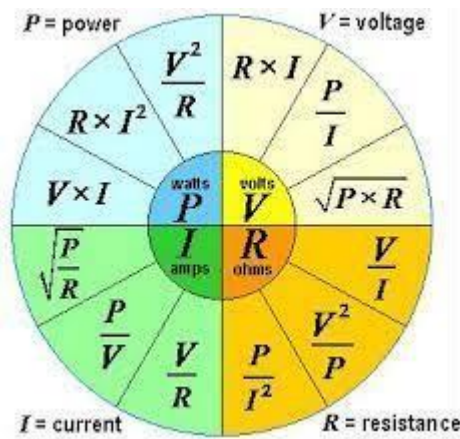
1. Alat dan Bahan

3.1.1. Back Boost Counter

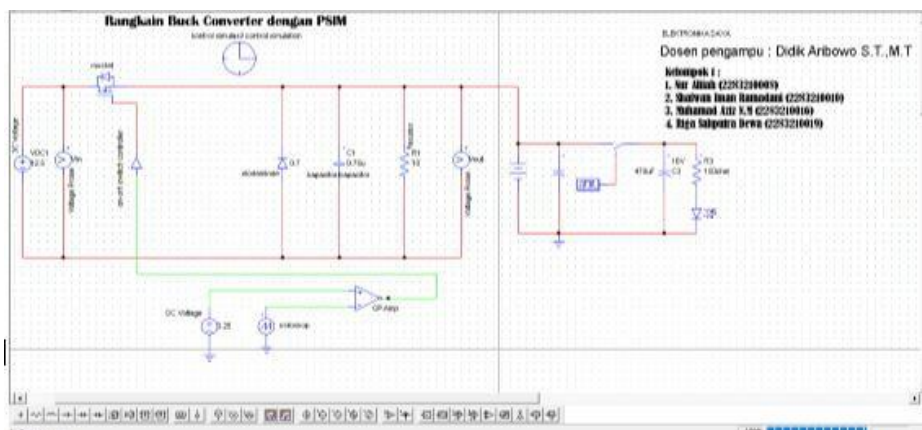
1. DC Voultage
2. Voultage Probe
3. On-Off Switch Controller
4. Mosfett
5. Dioda
6. Kapasitor 0,75uF
7. Resistor 10
8. Osiloskop
9. Op – Amplier
10. Kontrol Simulasi

3.1.2. Power Bank

1. Battery 12 volt
2. Capasitor 1000uF/16V
3. Capasitor 470uF/16V
4. Resistor 150ohm
5. LED
6. Transistor LM 7805

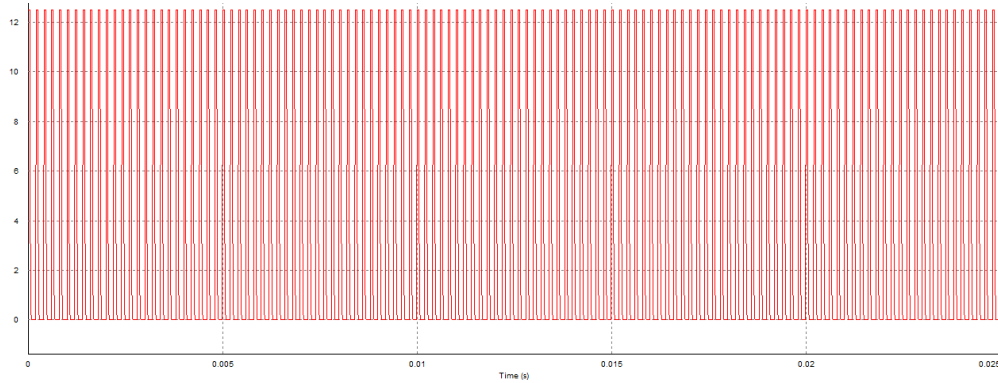


2. Gambar dan Tabel



Gambar 1. Rangkaian *Buck Boost Converter* dengan PSIM

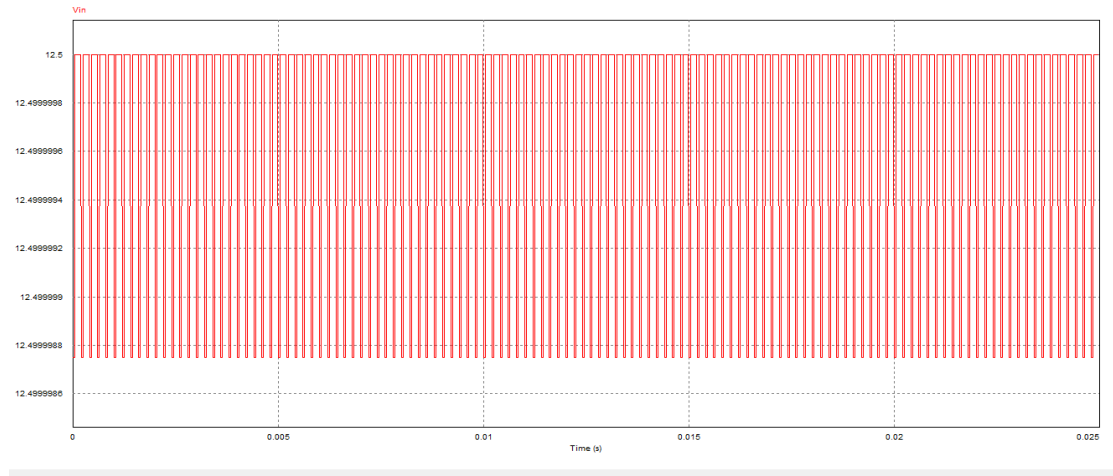
Konverter merupakan suatu alat elektronika yang nantinya difungsikan untuk mengkonversi arus-arus output atau arus DC maupun AC. Alat yang satu ini seringkali dimanfaatkan untuk mengubah rangkaian arus tertentu entah itu dari arus DC ke AC ataupun sebaliknya. Rangkaian buck boost konverter atau rangkaian step up dan step down merupakan salah satu konverter yang diciptakan atas kebutuhan masyarakat terutama bagi elektronika daya dengan tegangan arus DC, pada arus tegangan DC berguna untuk menaikkan serta menurunkan keluaran dari masukan tegangan DC karena konverter jenis ini hanya dapat mengkonversikan arus



tegangan DC, dan hal tersebut sudah diatur sebelumnya, kemudian pada simulasi kali ini digunakan rangkaian power bank sebagai beban dan keluaran yang nantinya akan dikonversikan daya masukan dan keluaran power bank menggunakan simulasi PSIM V.9.

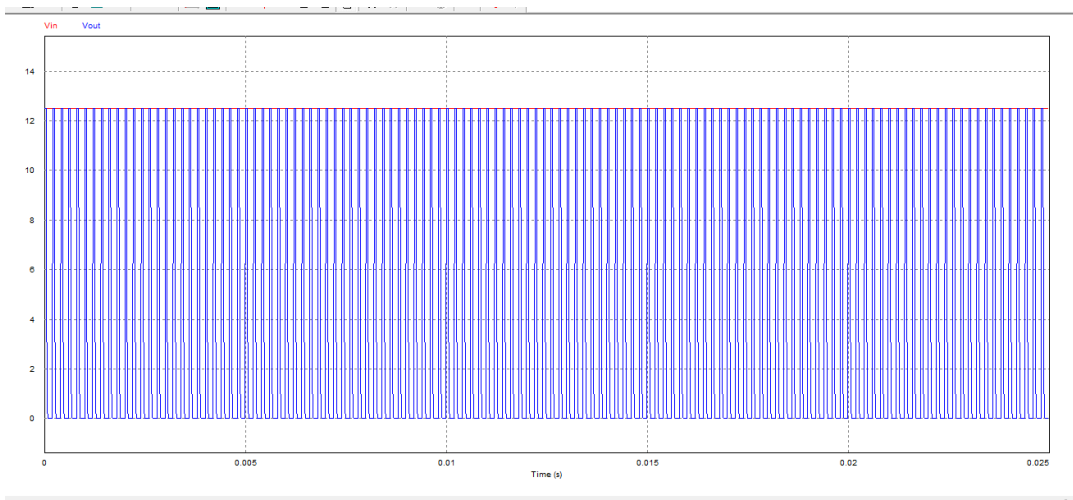
Gambar 2. Tegangan Input Rangkaian *Buck Boost Converter*

Pada gambar 2 dapat dilihat tegangan input yang berhasil terdata oleh PSIM dengan menggunakan osiloskop sebagai acuan aktif tidaknya rangkaian, input yang didapat sebesar 12,5 volt dengan gelombang sinus yang stabil di angka 0-12,5V.



Gambar 3. Tegangan *Output* Rangkaian *Buck Boost Converter*

Pada gambar 3 ditampilkan gelombang sinus yang sama dengan menggunakan software PSIM dapat dilihat data dari keluaran atau output rangkaian buck boost converter stabil mulai dari 12,5-0V.



Gambar 4. Tegangan *Input & Output* Rangkaian *Buck Boost Converter*

pada gambar 4 ditunjukkan hasil input dan output, dapat dilihat dari gelombang sinus yang disimulasikan bahwa input dan output lebih stabil di angka 12,5 dan 0 volt, yang menandakan rangkaian tersebut sudah berhasil menyala dan stabil dalam perancangannya.

3. Hasil Perhitungan

Dengan menggunakan tegangan 12 volt, dihambat oleh resistor 150 ohm, dan juga diberikan dua buah kapasitor sebesar 1000uF/16V dan 470uF/16V serta menggunakan transistor LM7805 dan penggunaan LED sebagai indikator perhitungan daya keluaran power bank sebelum menggunakan konverter buck boost converter dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P_{out} = V^2/R \tag{1}$$

Keterangan : Pout : Daya Keluaran (watt)
 V : Tegangan (volt)
 R : Resistansi (ohm)

Setelah kita mendapatkan data komponen yang digunakan dalam pembuatan power bank dan rumus perhitungannya dapat diketahui daya keluaran sebesar.

$$\begin{aligned} P_{out} &= \frac{V^2}{R} \\ &= \frac{12^2}{150} \\ &= \frac{144}{150} \\ &= 0,96 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Setelah diketahui daya keluaran dari power bank sebesar 0,96 watt, ternyata masih kurang dengan kebutuhan standar daya yang harus diberikan saat mencharger ulang daya baterai smartphone yaitu 15watt.

Selanjutnya dengan permasalahan tersebut terciptalah buck boost converter dengan menggunakan tegangan masukan 12 volt dan hambatan 10 ohm serta kapasitor 0,75uF, dapat dihitung dengan rumus:

$$R_{total} = \frac{1}{R_1} \times \frac{1}{R_2} \tag{2}$$

$$P_{out} = \frac{V^2}{R_{total}} \tag{3}$$

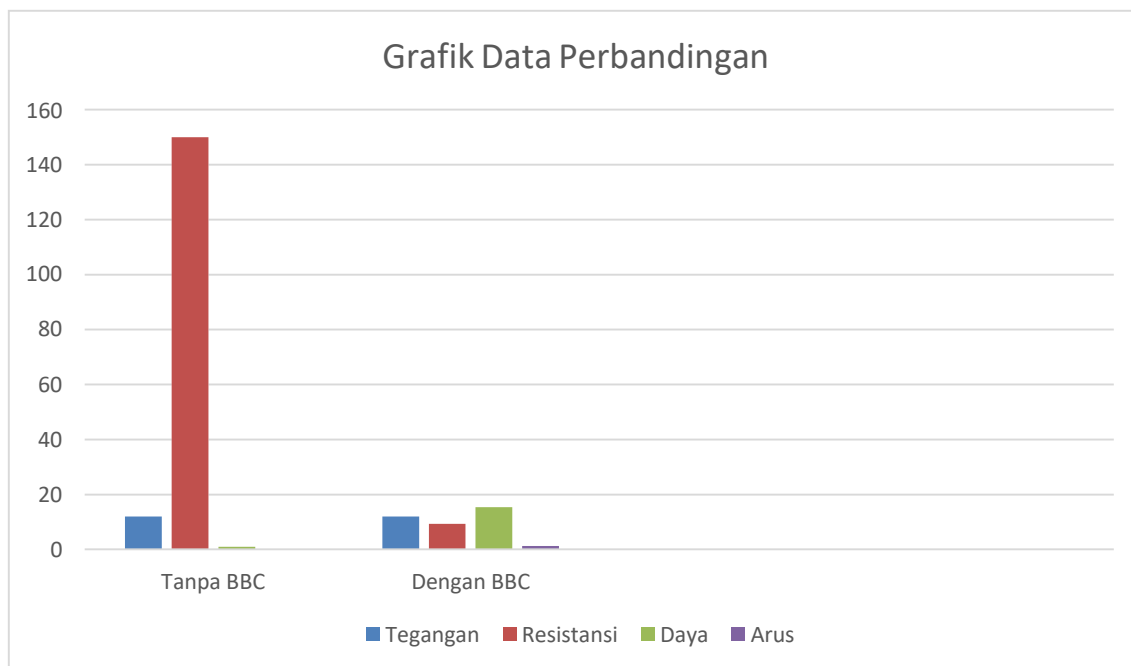
Dengan rumus dan data yang sudah diketahui dapat dihitung:

$$\begin{aligned} R_{total} &= \frac{1}{150} \times \frac{1}{10} \\ &= \frac{1+15}{150} \\ &= \frac{16}{150} = \frac{150}{16} \\ &= 9,3 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= \frac{V^2}{R_{total}} \\ &= \frac{12^2}{9,3} \\ &= \frac{144}{9,3} \\ &= 15,4 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Tabel 1. Perbandingan Pada Power Bank

No	Rangkaian powerbank tanpa BBC				Rangkaian powerbank dengan BBC			
	Tegangan	Resistansi	Daya	Arus	Tegangan	Resistansi	Daya	Arus
1	12	150	0,96	0,096	12	9,3	15,4	1,29



Gambar 5. Grafik Perbandingan Penggunaan *Buck Boost Converter* Pada *Powerbank*

4. Kesimpulan

1. PSIM ini menunjukkan estimasi performansi dari sistem nyata dengan beberapa proyek yang diset pada kondisi operasional, desain sistem dengan berbagai alternatif melalui simulasi untuk melihat mana yang terbaik dan sistem dalam rangkaian waktu yang panjang.
2. Rangkaian buck boost converter adalah rangkaian yang penaikan atau penurunan output listrik DC ke DC, dan dapat diimplementasikan pada alat elektronik seperti powerbank dan masih banyak lagi.

Ucapan Terima Kasih

Segala puji dan syukur hanya milik Allah Subhanallah Wata'ala, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan. Oleh karena itu, dengan rasa penuh hormat, tulus dan ikhlas penulis haturkan terima kasih kepada Didik Aribowo, S.T., M.T telah memberikan masukan dan bimbingan mengenai penulisan jurnal ini. Semoga segala bimbingan, bantuan dan dukungan dari semua pihak diberi balasan oleh Allah SWT. Amiiin

Referensi

- [1] Ali, Muhammad. (2011). Modul Suplemen Kuliah Elektronika Daya Simulasi Rangkaian Elektronika Daya Dengan PSIM. Universitas Negeri Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Teknik Elektro fakultas Teknik.
- [2] Ariyanto. 2012. "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik dengan Metode SAW". Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Jogjakarta.
- [3] Eniyati, Sri. 2011. "Perancangan Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan untuk Penerimaan Beasiswa dengan Metode SAW (Simple Additive Weighting)". Program Studi Sistem Informasi, Universitas Stikubank, Semarang.
- [4] Firdaus, Alfian. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Berbantuan Komputer pada Mata Pelajaran Pembangkit Tenaga Listrik untuk Siswa Kelas X SMK Semester Ganjil. Universitas Negeri Malang Jurusan Teknik Elektro Program Studi Pendidikan

- Teknik Elektro.
- [5] J. H. B. Deane and D. C. Hamill, "Analysis, simulation and experimental study of chaos in the buck converter," in IEEE Power Electronics Specialists Con\$, June 1990, pp. 491-498.
 - [6] Kurniawan, Albert. (2009). Belajar Mudah SPSS untuk Pemula. Yogyakarta:MediaKom.
 - [7] Paul A. Tripler. (2001). "Fisika Untuk Sains dan Teknik". Jilid 2. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta
 - [8] Rizqina Maulida. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Menggunakan Program PSIM (Power Simulation). Banda Aceh.
 - [9] Sugiyono.(2021). "Statistika Untuk Penelitian". Edisi ketiga. Penerbit Alfabeta. Bandung

ID: 08

Simulasi Inverter 3 Fasa Konduksi 120° Menggunakan *Power Simulation* (PSIM)

120° 3 Phase Inverter Conduction Simulation Using Power Simulation (PSIM)

Widya Dwi Agustin^{1*}, Putri Andini Maulana², Fitriani³, Farhan Firdaus⁴, Didik Aribowo⁵

^{1,2,3,4,5}Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya Nomor 25 Kota Serang Banten.

2283210035@untirta.ac.id^{1*}, 2283210031@untirta.ac.id², 2283210046@untirta.ac.id³

2283210028@untirta.ac.id⁴, d_aribowo@untirta.ac.id⁵

Abstrak – Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi tegangan AC. PSIM atau Power Simulation yaitu suatu program perangkat lunak khusus untuk mensimulasikan rangkaian elektronika daya, penggerak motor dan sistem konversi daya. Software ini digunakan untuk mendesain rangkaian elektronika serta melakukan analisis perhitungan arus, tegangan dan bentuk gelombang dari sinyal input, penyulutan maupun output rangkaian. Prinsip simulasi rangkaian elektronika daya dengan software komputer yaitu untuk mengetahui karakteristik rangkaian ditinjau dari kebenaran rangkaiannya. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode studi pustaka, perancangan dan pengujian.

Kata Kunci: simulasi, inverter, 3 fasa, konduksi, PSIM

Abstract - Inverter is a circuit used to convert a fixed DC voltage source into AC voltage. PSIM or Power Simulation is a special software program for simulating power electronics circuits, motor drives and power conversion systems. This software is used to design electronic circuits as well as to analyze the current, voltage and waveform calculations of the input, ignition and output signals of the circuit. The principle of power electronics circuit simulation with computer software is to determine the characteristics of the circuit in terms of the correctness of the circuit. The research method used is the method of literature study, design and testing.

Keywords: simulation, inverter, 3 phase, conduction, PSIM

1. Pendahuluan

Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi tegangan AC. Rangkaian inverter diklasifikasikan dalam 2 jenis yaitu inverter 1 fasa dan inverter 3 fasa. Inverter 1 fasa merupakan rangkaian inverter yang terdiri dari 4 saklar elektronik, Sedangkan inverter 3 fasa merupakan inverter dengan tegangan keluaran berupa tegangan bolak balik AC 3 fasa persegi. Terdapat 2 jenis mode operasi jenis inverter seperti konduksi 120° dan konduksi 180° . Inverter 3 fasa mode konduksi 120° mendukung setiap komponen pensaklaran akan konduksi selama 120° dengan pasangan konduksi yang berbeda. Prinsip kerja dari rangkaian inverter tiga fasa tidak jauh berbeda dengan inverter satu fasa. Untuk mengubah listrik DC menjadi listrik AC diperlukan mekanisme pengendalian kombinasi penyalan saklar elektronis dengan frekuensi yang sesuai. Masing-masing saklar elektronis tidak boleh bekerja secara simultan karena dapat mengakibatkan gangguan. Dengan pengaturan penyalan saklar elektronis yang berjarak 120° , akan didapatkan gelombang listrik AC tiga fasa.

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 34-40

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477



Inverter dalam aplikasi sehari-hari digunakan sebagai pengubah sumber listrik DC menjadi listrik AC baik satu maupun tiga fasa. Contoh penerapan inverter banyak dijumpai pada berbagai peralatan baik di rumah, kantor maupun industri.

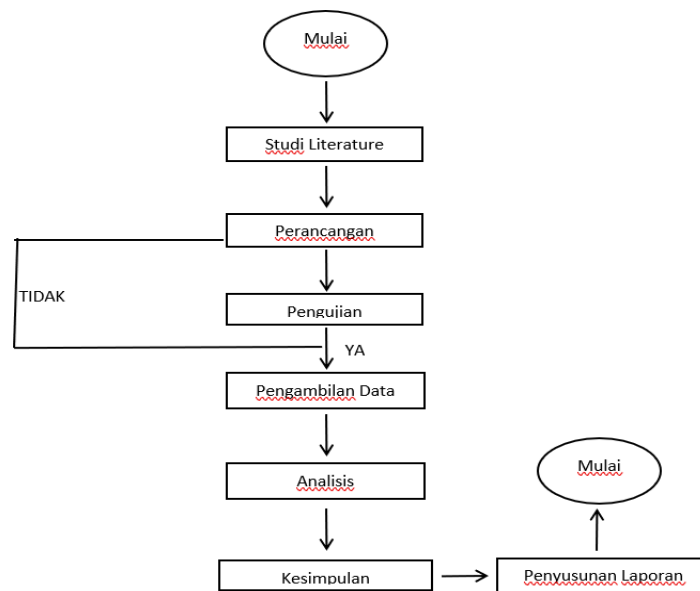
PSIM atau *Power Simulation* yaitu suatu program perangkat lunak khusus untuk elektronika daya, penggerak motor dan sistem konversi daya. Kegunaan PSIM sesuai dengan pengertiannya yaitu digunakan untuk mensimulasikan suatu rangkaian elektronika yang telah dibuat. perangkat elektronika yang ada pada Sistem Operasi MS Windows XP atau versi Windows yang lain. *Software* ini digunakan untuk mendesain rangkaian elektronika serta melakukan analisis perhitungan arus, tegangan dan bentuk gelombang dari sinyal *input*, penyulutan maupun *output* rangkaian. Dengan *software* simulasi. Prinsip simulasi rangkaian elektronika daya dengan *software* komputer yaitu untuk mengetahui karakteristik rangkaian ditinjau dari kebenaran rangkaiannya.

Untuk mengetahui kinerja dan kemampuan pada sistem perancangan, maka perlu dilakukan pengujian berupa simulasi dari rangkaian elektronika yang akan dicoba melalui pengujian software (perangkat lunak). Perangkat lunak yang digunakan merupakan aplikasi yang disebut PSIM atau Power Simulation yaitu sebuah aplikasi yang berguna untuk mensimulasikan rangkaian elektronika daya guna memudahkan dalam melakukan proses pengujian alat sebelum di uji coba langsung di kehidupan nyata.

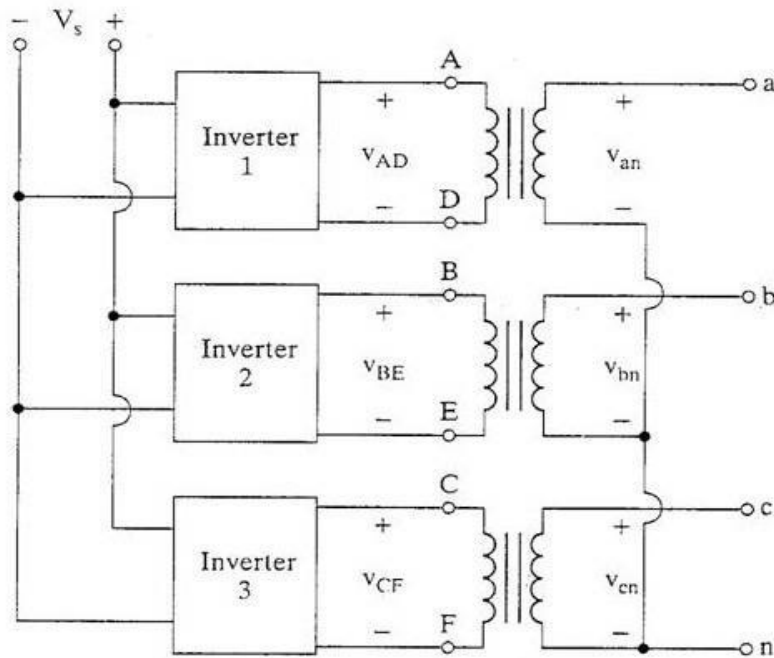
2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka, perancangan dan pengujian. Metode studi pustaka merupakan cara mencari referensi atau teori yang diperlukan melalui buku-buku acuan dan jurnal ilmiah terkait. Sedangkan metode perancangan merupakan tahap yang dilakukan dalam sebuah proses perancangan, dan metode pengujian adalah menguji yang telah dirancang sebelumnya.

Flow chart rancangan simulasi inverter 3 fasa konduksi 120° ditunjukkan pada Gambar 1 dan diagram blok ditunjukkan pada Gambar 2



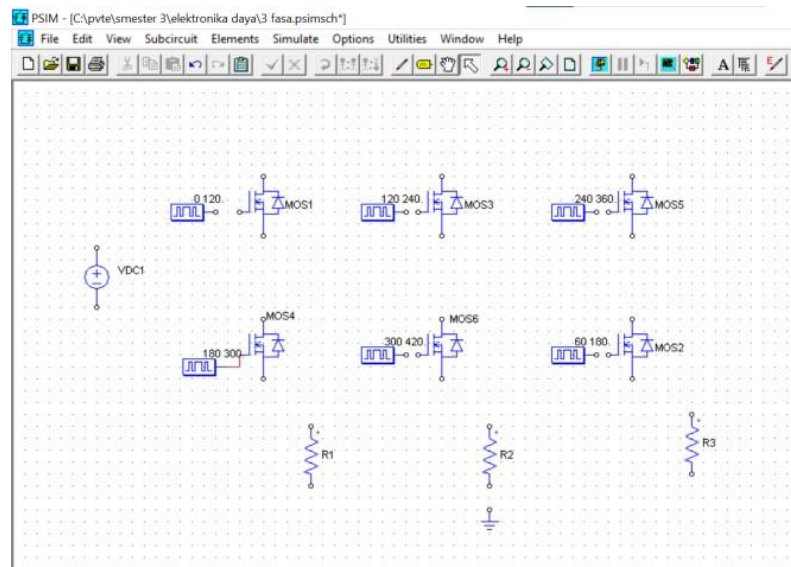
Gambar 1. Flow chart rancangan simulasi inverter 3 fasa konduksi 120 derajat



Gambar 2. Diagram blok inverter 3 fase

Perancangan Simulasi

- Pilih Start lalu All Programs kemudian klik pada PSIM. Tampilan awal program PSIM masih berupa jendela kosong. Pada menu tampilan ini dapat dilakukan beberapa operasi seperti membuat rangkaian baru, membuka file simulasi yang pernah dibuat, mengubah file yang pernah dibuat untuk dimodifikasi sesuai dengan keinginan serta operasi-operasi lainnya.
- Untuk membuat gambar rangkaian harus dipilih menu File setelah itu New atau pilih pada short cut New.
- Selanjutnya perlu dipilih dan diletakkan komponen-komponen yang menyusun suatu rangkaian elektronika yang akan dibuat seperti pada gambar 3.

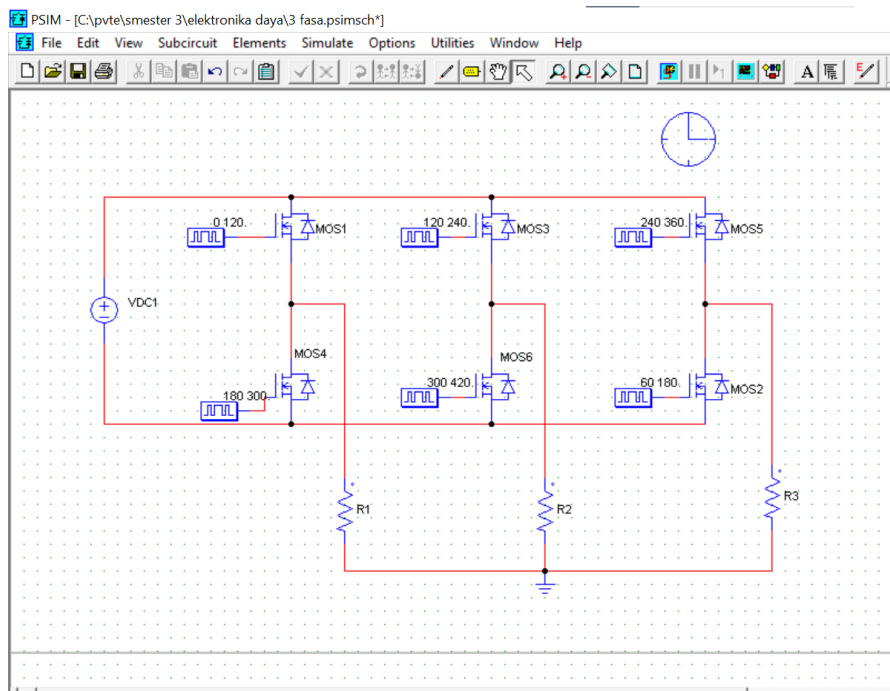


Gambar 3. Pemasukan komponen

- Setelah seluruh komponen terkumpul, langkah selanjutnya adalah mengatur nilai atau parameter rangkaian dan menempatkan pada posisi dan susunan yang sesuai. Caranya dengan melakukan double klik pada gambar komponen tersebut. Pada pengaturan parameter ini sumber DC diatur amplitudanya menjadi 24, dan masing-masing beban resistansinya 10 Ohm. Pada tiap *Gate block* diatur swithcing point sesuai dengan derajat konduksi dan frekuensinya 50 Hz.
- Setelah daftar komponen dikumpulkan, selanjutnya perlu dilakukan dengan menghubungkan komponen yang satu dengan komponen yang lain. Caranya adalah dengan menarik titik ujung pada komponen dengan menu wire.
- Setelah rangkaian tersusun, langkah berikutnya adalah mengecek kebenaran dari rangkaian tersebut.
- Setelah semua dicek kebenarannya dapat dilanjutkan dengan melakukan simulasi.
- Untuk melakukan simulasi caranya dengan pilih Simulate setelah itu Run Simulation dengan total time 0.5 s.

3. Hasil dan Pembahasan

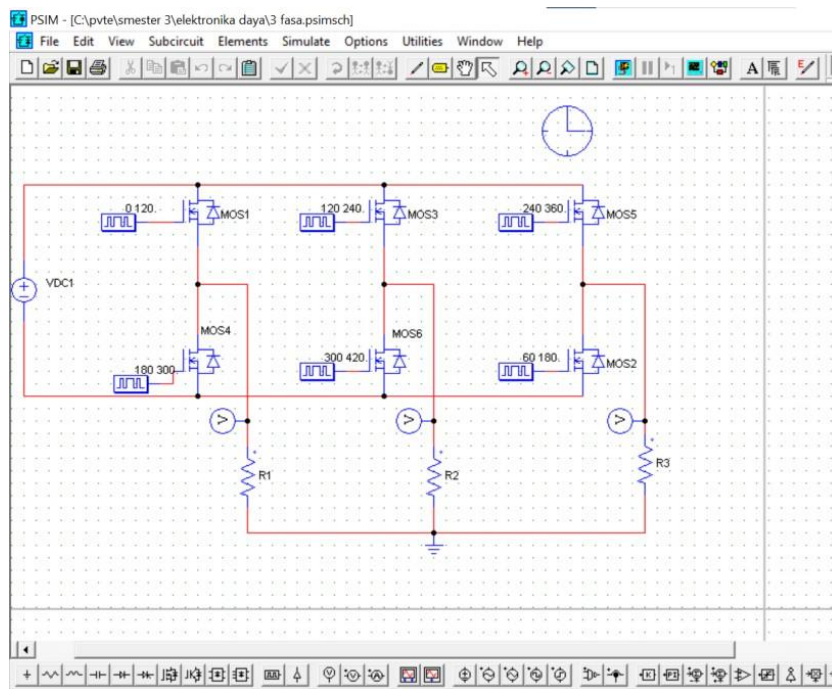
Sebuah rangkaian dasar inverter 3 fasa tunggal sederhana terdiri dari 6 buah sistem sakelar S1, S2, S3, S4, S5, dan S6 dengan menggunakan mosfet daya (power mosfet) sebagai sakelar diperlihatkan pada gambar 4. Inverter 3 fasa dengan mode konduksi 120° memungkinkan setiap komponen pensakelaran akan konduksi selama 120° dengan pasangan konduksi yang berbeda, misalnya 60° pertama antara Q1 Q6, dan 60° ke dua antara Q1 Q2, dan seterusnya. Berikut adalah contoh rangkaian daya pada inverter 3 phase yang dapat dioperasikan dengan mode konduksi 120° .



Gambar 4. Rangkaian inverter 3 fasa 120 derajat

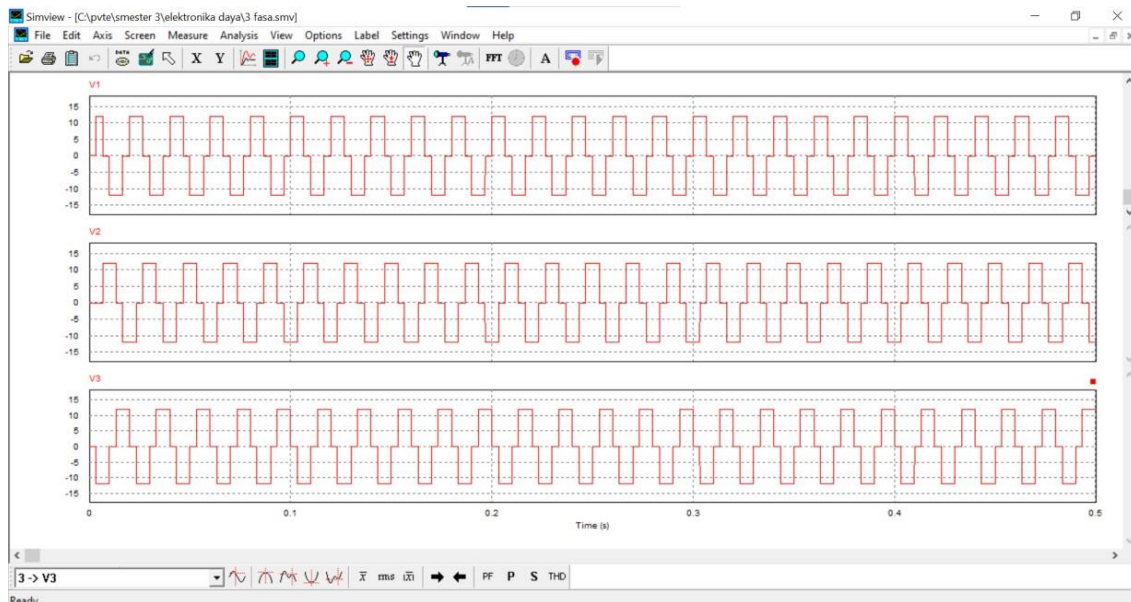
Pada bagian ini, akan dijelaskan hasil penelitian dari simulasi Inverter 3 Fasa Konduksi 120° Menggunakan Power Simulation (PSIM) yang telah dilakukan. Hasil dari simulasi ini akan menjelaskan perbedaan gelombang yang terjadi mulai dari fasa ke netral hingga fasa ke fasa.

Untuk bentuk rangkaian, penulis menggunakan rangkaian Inverter 3 Fasa Konduksi 120°. Gelombang dari fasa ke netral diukur dengan menghubungkan parameter Voltage Probe secara seri dengan setiap beban.

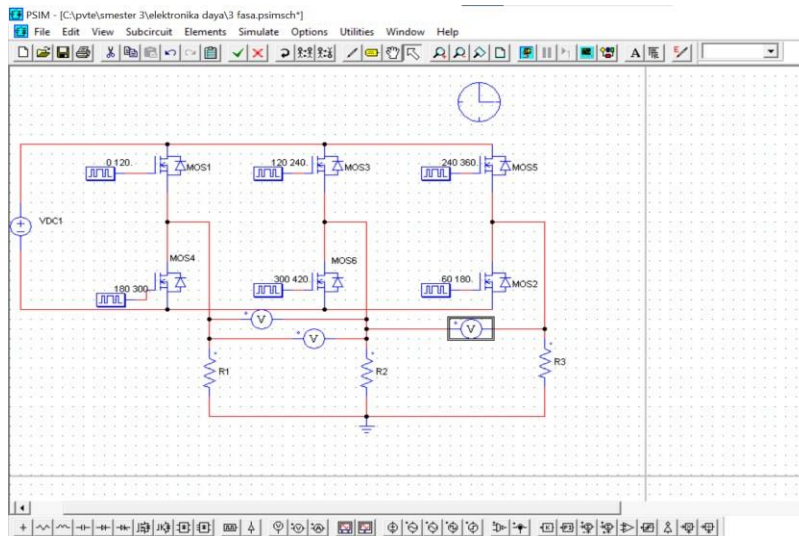


Gambar 5. Pengukuran rangkaian inverter 3 fasa 120 derajat dari fasa ke netral

Di rangkaian ini penulis menggunakan beberapa komponen seperti Voltage Probe, Gating Block, MOSFET Switch dan Resistor. Beberapa kegunaan komponen yang digunakan seperti Voltage Probe sebagai sumber, MOSFET sebagai pengendali atau pensaklaran, Gating Block untuk mengkonduksi MOSFET dan resistor sebagai beban.

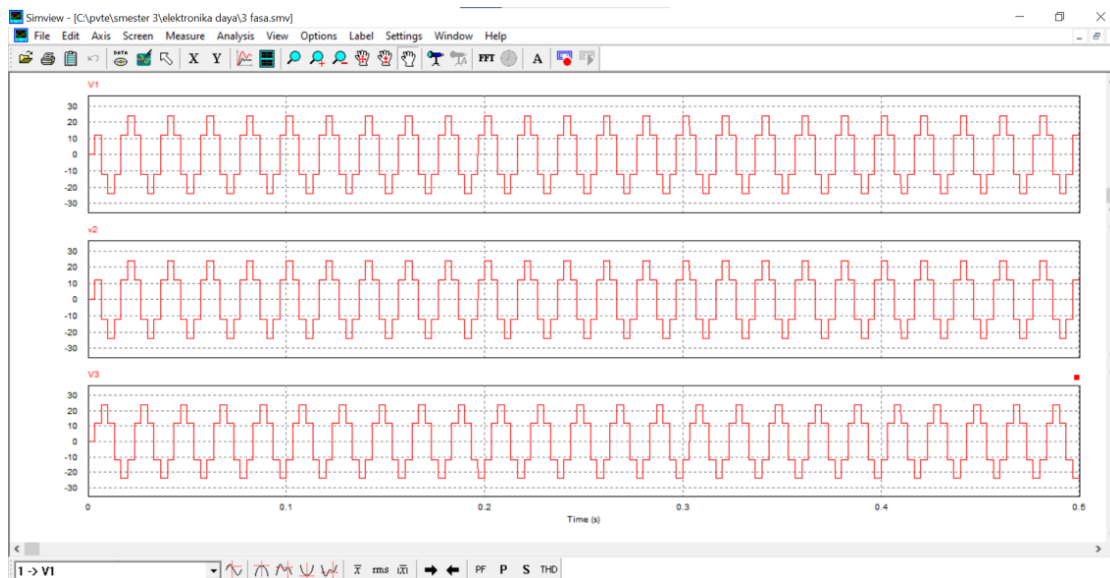


Gambar 6. Gelombang inverter 3 fasa 120 derajat dari fasa ke netral



Gambar 7. Pengukuran rangkaian inverter 3 fasa 120 derajat dari fasa ke fasa

Pengukuran fasa ke fasa dilakukan dengan menghubungkan parameter Voltage Probe secara paralel. Di dalam simulasi ini, penulis menamai masing – masing MOSFET agar nantinya bisa menampilkan grafik atau gelombang Inverter 3 fasa kemudian mengatur Frekuensi pada Gating Block sebesar 50 dan Switching Points sebesar 120° karena simulasi ini menggunakan konduksi 120° selama per periode.



Gambar 8. Gelombang inverter 3 fasa 120 derajat dari fasa ke fasa

Gambar diatas merupakan Gelombang Inverter 3 fasa konduksi 120° karena masing – masing MOSFET dikonduksi selama 120° per periode.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil permodelan dan simulasi inverter 3 fasa konduksi 120 derajat dengan menggunakan aplikasi PSIM maka, dapat disimpulkan:

1. PSIM atau Power Simulation yaitu suatu program perangkat lunak khusus untuk

- elektronika daya, penggerak motor dan sistem konversi daya.
2. Inverter 3 fasa merupakan inverter dengan tegangan keluaran berupa tegangan bolak-balik AC 3 fasa persegi. Inverter 3 fasa dengan mode konduksi 120° memungkinkan setiap komponen pensakelaran akan konduksi selama 120° dengan pasangan konduksi yang berbeda.
 3. Power Simulation (PSIM) dapat mensimulasikan rangkaian inverter 3 fasa dengankonduksi 120° dan menghasilkan gelombang yang tertera pada gambar 6.0 dan gambar 8.0. Gelombang dari fasa ke netral diukur dengan menghubungkan parameter *Voltage Probe* secara seri dengan setiap beban, Sedangkan pengukuran fasa ke fasa dilakukan dengan menghubungkan parameter *Voltage Probe* secara paralel.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak khususnya jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro dan Bapak Didik Aribowo yang telah memberi dukungan kepada kami, Sehingga kami dapat menyelesaikan artikel ilmiah ini dengan sebaik-baiknya.

Referensi

- [1]. Ali, Muhamad. 2018. Aplikasi Elektronika Daya Pada Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta. UNY Press.
- [2]. Blokdyk, Gerardus. 2021. PSIM A Complete Guide. The Art Of Service.
- [3]. Lastya, Hari & Rizqina. 2020. Penerapan Media Pembelajaran Software PSIM Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika. Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, 4(1):38-55. [Accessed Sept. 19, 2022]
- [4]. Maula, Zahrona, Fathoni, & Agus Pracoyo. 2019. Implementasi Konverter 3 Fasa Terkendali untuk Inverter Satu Fasa. Jurnal Elkolind. 6(1):32-37. [Accessed Sept. 19, 2022]
- [5]. N. Anggara & Rachma Prilian. 2022. Konsep Dasar Elektronika Daya. Yogyakarta. Deepublish.
- [6]. Prawesti, Rulyanti, Fathoni, & Agus Pracoyo. 2021. Rancang Bangun Six-Step Inverter 3 Fasa sebagai Modul Pembelajaran Elektronika Daya. 8(2):59-65. [Accessed Sept. 19, 2022]
- [7]. Scribd.com, Dofan, "BELAJAR DASAR - DASAR PSIM (POWER SIMULATION)", <https://www.scribd.com/document/385245309/Belajar-Dasar-Psim>. [Accessed Sept. 5, 2022]
- [8]. Waspodo, Aliim and Warsito, Agung and Facta, Mohammad. 2011. Analisis Unjuk Kerja Inverter Frekuensi Tinggi dan Tegangan Tinggi dengan PSIM 4.1. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip. [Accessed Sept. 19, 2022]

State Machine Sederhana Flip Flop Menggunakan Lab View

Simple State Machine Flip Flop Using Lab View

Juniwan^{1*}, Zahara Aulia², Minhatul Mughist³, dan Didik Aribowo⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya Nomor 25 Kota Serang Banten.

juniwantkk@gmail.com^{1*}, zaharaaulia398@gmail.com², minhatulmughits29@gmail.com³,
d_aribowo@untirta.ac.id⁴

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah solusi terkait permasalahan yang disebabkan karena kemajuan teknologi secara besar-besaran dan memberikan dampak utama bagi keberlangsungan manusia dalam mempertahankan eksistensinya agar dapat tetap bertahan terutsma teknologi juga memberikan kemudahan yang dapat dimanfaatkan, sehingga perlu adanya kemudahan yang diberikan agar menghindari konteks Culture Lag. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah literature review, studi pustaka, perancangan dan pengujian. Pada metode literature review ini dilakukan dengan pencarian secara sistematis pada data base google cendikia dengan menyeleksi beberapa jurnal sebagai tinjauan literatur sedangkan pada perancangan dan pengujian dilakukan untuk memudahkan perancang dalam mengembangkan ide rancangan dan dilakukan oleh seseorang berbeda-beda berdasarkan kebutuhannya. Hasil dari penelitian adalah penerapan diagram state machine pada sistem ini dilakukan dengan membuat state dasar yang diambil dari proses kerja setiap sub sistem. Semua state yang telah dideskripsikan sebagai input, output dan algoritma kerjanya dirangkum dalam diagram state machine yang bekerja secara berurutan. Pengujian sistem telah dilakukan dan didapatkan hasil bahwa fungsi kerjanya sesuai yang diinginkan. Aplikasi diagram state machine berbasis LabView mempunyai beberapa keunggulan antara lain: pemrograman lebih mudah dan singkat dan kemampuannya untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

Kata Kunci: State Machine, Sistem Kontrol, Lab View.

Abstract – This study aims to produce a solution related to problems caused by massive technological advances and have a major impact on human sustainability in maintaining their existence so that they can survive, especially technology that also provides convenience that can be utilized, so it is necessary to provide convenience in order to avoid context. Culture Lag. The research method used in this research is literature review, literature study, design and testing. In the literature review method, this is done by systematically searching the google scholar data base by selecting several journals as a literature review, while the design and testing is done to make it easier for designers to develop design ideas and is carried out by different people based on their needs. The result of the research is the application of state machine diagrams in this system is done by making the basic state taken from the work process of each sub system. All states that have been described as input, output and working algorithms are summarized in a state machine diagram that works sequentially. System testing has been carried out and the results obtained that the function works as desired. The LabView-based state machine diagram application has several advantages, including: easier and shorter programming and its ability to be developed further.

Keywords: State Machine, Control System, Lab View



1. Pendahuluan

Di era kemajuan gempuran teknologi, sudah menjadi hal yang lumrah dengan kemunculan teknologi canggih yang saat ini menjadi suatu kebutuhan bagi banyak pihak. Tentu, hal ini dikarenakan dengan adanya teknologi sangat memudahkan pekerjaan secara konvensional sehingga penggunaan teknologi menjadikan setiap pekerjaan ke ranah yang lebih modern. Mengikuti perkembangan zaman merupakan suatu bentuk kegiatan yang perlu dilakukan menandakan adanya revolusi yang terjadi untuk membuat individu tidak tertinggal dan dapat bertahan di era Disrupsi ini. Tanpa harus menunggu lama, perkembangan terwujud hingga teknologi menjadi menyenangkan dan mempermudah berbagai aktivitas yang ada. Akan tetapi, hal inilah yang menjadikan walau kemajuan teknologi yang ada harus dimaksimalkan aspek positifnya untuk kepentingan umum dan meminimalisir aspek negatif agar tidak merugikan orang banyak. Segala pekerjaan yang penting pada saat ini adalah penggunaan komputer, rancangan untuk mengembangkan komputer menjadi semudah mungkin terus dilakukan oleh banyak pihak untuk kebutuhan dan kesenangan bersama dimasa yang akan datang. Salah satu kemudahan, yaitu dengan menggunakan State Machine. State Machine secara sederhana didefinisikan sebagai sebuah cara pemrograman yang memungkinkan adanya program untuk merespon secara cerdas input yang diberikan, pemrograman ini juga merupakan salah satu pemodelan sistem yang berbasis keadaan yang banyak digunakan oleh pengembang sistem untuk membangun sistem yang kompleks [1]. State Machine dapat dikatakan baik jika dapat memberikan semua kemungkinan kondisi yang akan terjadi untuk setiap keadaan awal dan input pemicu tertentu. Pemodelan ini diperkenalkan oleh David Harel pada tahun 1980-an untuk mendesain sistem *Avionics* yang sangat rumit [2]. State Machine dapat mengimplementasikan berbagai algoritma pemrograman yang berbeda pada setiap statenya. Dapat disimpulkan bahwa pemodelan ini memiliki teknologi sebagai model, metode dan manfaat sebuah kelas serta menunjukkan urutan kejadian yang dilewati objek tersebut saat terjadinya transisi. Pemodelan ini memiliki kesamaan seperti sistem dalam komputer pada umumnya, karena dibuat untuk membantu menganalisis, merancang serta mengembangkan suatu bentuk agar dapat memahami perilaku objek yang dituju. Simbol yang terdapat dalam *State Machine* sendiri adalah 1.) *State*, sering digambarkan dengan segiempat yang setiap sudutnya dibuat bulat; 2.) *Guard*, simbol syarat bagi transisi yang sedang terjadi dari pihak yang bersangkutan. Biasanya digambarkan dengan bentuk anak panah lurus; 3.) *Transition*, bagian ini sering disebut dengan pokok aktivitas dari sebuah state machine diagram itu sendiri. Simbol yang digunakan adalah anak panah, tanda ini juga lazim dipakai oleh para IT; 4.) *Action*, dengan simbol diawali dengan tanda slash (/) atau biasanya para IT lebih suka menggunakan bahasa pemrograman atau notasi dari mereka sendiri sehingga karakteristiknya lebih cenderung rumit; 5.) *Guard Condition*, jika terjadi lebih dari satu transisi maka *Guard Condition* yang akan memutuskan mana dulu yang akan dijalankan; 6.) *Self Transition*, biasanya digambarkan dengan tanda atau simbol anak panah melengkung kecil; dan 7.) *Initial* dan *Final States*, *Initial* merupakan tanda lingkaran hitam di ujung sebelum adanya perintah state atau simbol segiempat panjang sedangkan *Final States* adalah tujuan yang biasanya disimbolkan dengan sebuah lingkaran kecil dan ditengahnya terdapat bagian lebih kecil lagi.

Adanya subjek akan membutuhkan suatu objek dimana subjek *State Machine* menggunakan hubungan *Flip Flop* dengan *Lab View* sebagai Objek yang akan dituju untuk mengimplementasikan realitas dari ide atau gagasan yang telah dirancang. *Flip Flop* sendiri adalah suatu rangkaian elektronika yang memiliki dua kondisi stabil dan dapat dipergunakan untuk menyimpan suatu informasi. Dapat dikatakan juga bahwa *Flip Flop* merupakan pengaplikasian gerbang logika yang bersifat Multivibrator Bistabil, maksudnya adalah kedua tingkat tegangan keluaran pada Multivibrator tersebut adalah stabil dan hanya akan mengubah situasi tingkat tegangan keluarannya saat dipicu [3]. Sedangkan *Lab View* merupakan singkatan dari *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*. Penampilan dan pengoperasian

dari LabView ini menyerupai instrumen dunia nyata, seperti tombol; voltmeter; osiloskop; dan lain sebagainya karenanya disebut sebagai *Intrumen Virtual (VIs)*. Jika dikorelasikan maka memiliki kesinambungan dimana *Lab View* membutuhkan logika untuk memprogram dan itu adalah sintaks independen[4]. Dalam hal ini, tentu saja *Flip Flop* adalah sasaran objek sebab mencantumkan logika di dalam pengoperasiannya. *Lab View* adalah alat desain tingkat tinggi, ini adalah pemrograman juru bahasa, dimana tidak perlu mengkompilasinya sebab *Lab View* mengkompilasi sendiri dan pihak IT hanya perlu menjalankannya saja.

Tentu, di era Disrupsi yang sudah masuk ke ranah Metaverse memerlukan program ini untuk dapat memvisualisasikan dan memprogram agar menjadi produk yang nyata. Program yang terlalu besar sangat memerlukan untuk menggunakan *Lab View*. Secara sederhana, LabView menghubungkan komponen perangkat keras untuk suatu proyek tetapi dalam bentuk perangkat lunak. Permasalahan yang dikaji adalah dengan kemajuan zaman yang sudah di era gempuran teknologi bahkan sudah ranah era Metaverse, perlu dikaji mengenai studi pengembangan State Machine Sederhana *Flip Flop* dengan menggunakan *Lab View* sebagai medianya agar dapat dijadikan sebagai suatu benefit untuk penciptaan Sumber Daya yang dapat menunjang pembangunan negeri khususnya di bidang teknologi. Secara singkat untuk menerapkan suatu state machine ke dalam program *Lab View*, diperlukan beberapa komponen dasar antara seperti *While loop*, berfungsi sebagai area looping untuk mengeksekusi berbagai state, *Case structure* terdiri dari beberapa bagian kerangka untuk menempatkan algoritma atau kode pemrograman, *Shift register* berfungsi sebagai sarana penyimpanan informasi perpindahan state. *Transition*, berfungsi sebagai output untuk menentukan tujuan state berikutnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dengan metode yang digunakan adalah metode studi pustaka, perancangan dan pengujian. Metode studi pustaka merupakan metode dengan cara membaca dan mencari referensi atau teori – teori yang di dapatkan melalui buku – buku bacaan atau jurnal ilmiah terkait. Sedangkan metode perancangan adalah suatu cara atau tahapan yang dilakukan dalam sebuah proses perancangan, metode ini dibutuhkan untuk memudahkan perancang dalam mengembangkan ide rancangan. Metode yang dilakukan oleh seseorang berbeda-beda berdasarkan kebutuhannya, dalam perancangan. Sedangkan metode pengujian cara atau teknik untuk menguji perangkat lunak, mempunyai mekanisme untuk menentukan data uji yang dapat menguji perangkat lunak secara lengkap dan mempunyai kemungkinan tinggi untuk menemukan kesalahan. Perancangan dan pengujian dilakukan dengan menggunakan *Lab View* sebagai objek utama serta flip flop menjadi korelasi bagian untuk terlengkapinya simulasi dari penerapan State Machine ini.

Design penelitian lainnya adalah *Literature Review* yang dilakukan secara sistematis pada database Google Cendekia dan beberapa artikel *website*. Peneliti dan penulis melakukan pencarian dengan meninjau istilah umum dan istilah khusus. Istilah pencarian yang dipakai adalah sebagai berikut : *State Machine Model*, *LabView Method*, dan *Jenis State Machine Model*. Terdapat empat jurnal lulus kriteria sebagai tinjauan literatur. Adapun kriteria jurnal yang dianalisa adalah 1. Game Edukasi Pengumpulan Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan *Finite State Machine*; dan 2. Game Edukasi Pengenalan Budaya dan Wisata Kalimantan Barat Menggunakan Metode *Finite State Machine* Berbasis Android. Identifikasi artikel dilakukan dengan mengecek kecocokan abstrak dengan tujuan literatur. Kemudian fulltext artikel diidentifikasi kembali dengan menggali informasi yang relevan sesuai tujuan penelitian sistematis review. Pemilihan literatur juga melalui proses penyeleksian setting penelitian, berdasarkan kriteria dan seluruh proses yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini memilih literatur untuk diulas[5].

3. Hasil dan Pembahasan

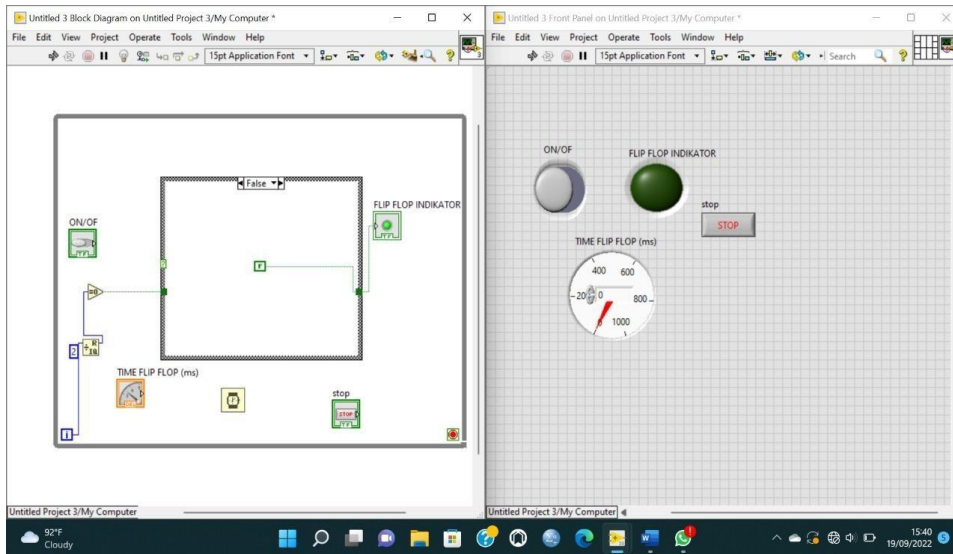
3.1. Hasil

Analisa yang didapat dengan menggunakan *State Machine* sebagai media simulasi teknologi yang akan di uji coba adalah dengan menekankan komponen dasar, sebagai berikut: 1.) *While Loop*, berfungsi sebagai are looping untuk mengeksekusi berbagai *state*; 2.) *CaseStructure*, terdiri dari beberapa bagian kerangka untuk dapat menempatkan algoritma atau kode pemrograman; 3.) *Shift Register*, berfungsi sebagai sarana penyimpanan informasi perpindahan state; dan 4.) *Transition*, berfungsi sebagai ouput untuk menentukan tujuan stateberikutnya. Dimana seperti yang dijelaskan dalam latar belakang mengenai jenis dari *State Machine* dapat diketahui bahwa empat komponen tersebut memiliki korelasi satu sama lain sehingga menghasilkan persamaan yang dapat ditinjau penyelesaian masalah yang sedang dikaji. Bahwa empat komponen dilakukan secara berurutan untuk menemukan titik inti solusi yang diinginkan dikarenakan perpindahan salah satu komponen akan mengakibatkan struktur menjadi acak.

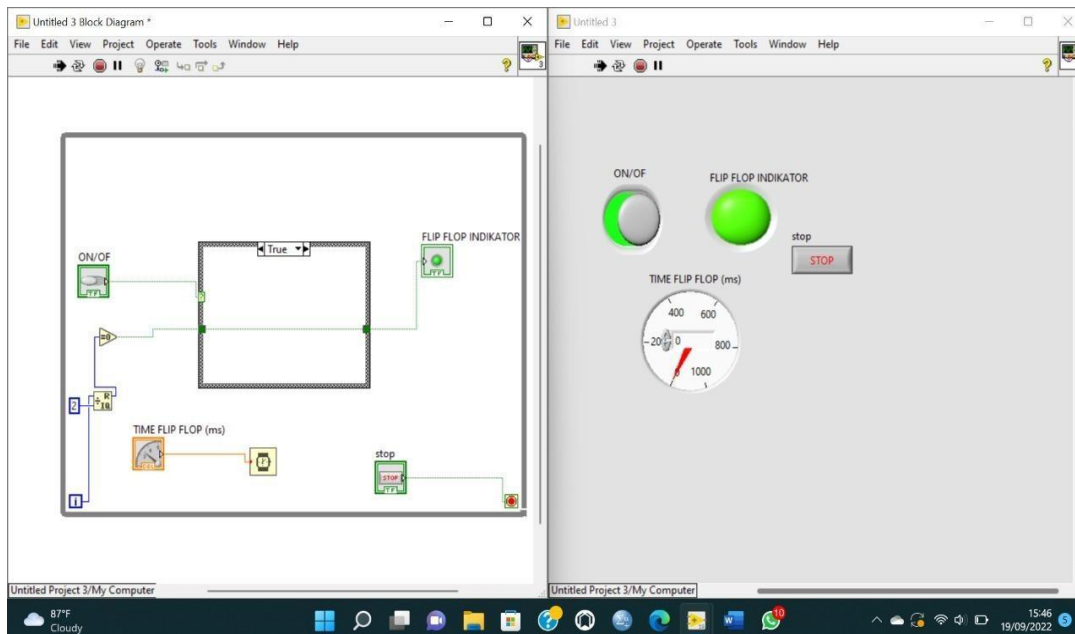
Penerapan *state machine* diagram pada sistem kerja ini dilakukan dengan beberapa mode, antara lain: *automatic*, *major states* dan *micro states*[6]. Mode *micro states* merupakan gabungan kerja dari berbagai *state* dasar yang diambil dari proses kerja setiap sub sistem. Sehingga proses kerja setiap *state* pada mode ini adalah bagian pembentuk proses kerja *state* pada mode yang lain. *Major states* adalah suatu mode yang merupakan kumpulan dari beberapa ringkasan *state* yang terbentuk dari beberapa *state* dasar pada proses transfer target. Mode *automatic* merupakan mode yang memiliki *state* paling ringkas karena digunakan untuk mempermudah pengoperasian oleh operator. Sama halnya seperti komponen, ketiga mode ini digunakan secara berurutan agar tidak mengacak system. Hadirnya *Lab View* sebagai objek dalam hal ini mempermudah untuk proses perangkat keras menjadi lunak dalam Bahasa pemrograman, sehingga dapat dihasilkan mengenai simulasi *State Machine* yang menggunakan teknologi dengan mengaitkan logika serta algoritma untuk keberlangsungan menghadapi realitas teknologi yang semakin canggih tetapi tetap memikirkan berbagai kemungkinan yang ada.

3.2. Pembahasan

Proses pengujian sistem kontrol transfer target padat dilakukan melalui panel PC yang berada di ruang kontrol. Pengujian diawali dengan pengujian setiap *state* pada mode *micro states*. Total *state* yang diuji pada sistem ini berjumlah dua *state*. Setiap *state* yang diuji dapat menerima kondisi input yang ada dan memprosesnya dengan algoritma yang diberikan, sehingga dapat dihasilkan output sesuai yang diinginkan. Pada Gambar 1 terlihat diagram blok dari implementasi *state machine* diagram sistem kontrol transfer target padat. Pengujian *state* 2, yang diilustrasikan pada Gambar 1, dapat dilakukan setelah proses pada *state* 1 selesai dilaksanakan. Pada *state* 1, posisi target padat telah siap untuk diiradiasi. Selanjutnya sistem akan melakukan proses transisi menuju *Flip Flop*[7]. Fungsi ini digunakan apabila proses iradiasi target dibatalkan dan target padat dikembalikan ke manipulator mekanis untuk dikirim kembali ke stasiun penerima. Setelah pengujian mode *micro states* selesai dilakukan, dilanjutkan dengan pengujian mode *major states* dan mode *automatic*. Setelah berhasil dilakukan pengujian-pengujian seperti diatas maka sistem telah siap digunakan untuk proses produksi *State Machine*. Pada Gambar 1 ditunjukkan pengontrolan transfer target padat oleh operator.



Gambar 1. Rangkaian Sederhana Flip Flop Menggunakan Lab View Sebelum Menyala



Gambar 2. Rangkaian Sederhana Flip Flop Menggunakan Lab View Sesudah Menyala

3.3. Persamaan

Persamaan secara berurutan diikuti dengan penomoran angka dalam tanda kurung dengan margin rata kanan, seperti dalam (1). Gunakan equation editor untuk membuat persamaan. Beri spasi tab dan tulis nomor persamaan dalam tanda kurung. Untuk membuat persamaan Anda lebih rapat, gunakan tanda garis miring (/), fungsi pangkat, atau pangkat yang tepat. Gunakan tanda kurung untuk menghindari kerancuan dalam pemberian angka pecahan. Jelaskan persamaan saat berada dalam bagian dari kalimat, seperti berikut:

$$\int_0^{r_2} F(r, \varphi) dr d\varphi = [\sigma r_2 / (2\mu_0)]. \quad (1)$$

Pastikan bahwa simbol-simbol di dalam persamaan telah didefinisikan sebelum persamaan atau langsung mengikuti setelah persamaan muncul. Semua variabel/simbol ditulis dengan huruf miring (T mengacu pada suhu, tetapi T merupakan satuan Tesla). Mengacu pada “(1)”, bukan “Pers. (1)” atau “persamaan (1)”, kecuali pada awal kalimat: “Persamaan (1) merupakan ...”. Persamaan harus bagian dari kalimat, tidak berdiri sendiri. Jika kalimat berakhir di persamaan, maka akhir persamaan diakhiri tanda titik. Jika persamaan bukan akhir dari kalimat, maka persamaan diakhiri tanda koma, dan kalimat dilanjutkan lagi dengan awal huruf kecil. Jika persamaan lebih dari satu, maka dibubuhi titik dua sebelumnya :

$$K_p = \frac{0,9T}{\kappa.L} \quad (2)$$

$$T_i = 3,33x L. \quad (3)$$

4. Kesimpulan

Simpulan yang didapat setelah dilakukannya perancangan dan penelitian oleh penulis, adalah sebagai berikut :

1. Penerapan State Machine sederhana Flip Flop menggunakan Lab View ini sendiri telah berhasil dilakukan dengan menggunakan logika dan algoritma sebagai penyamping untuk dapat membuat keberhasilan dari program tersebut agar tidak hanya mencakup ranah teknologi saja tetapi dapat membuat peluang baru dengan mencantumkan ranah psikologis dan juga ranah matematis; dan
2. Pemrograman sistem lebih mudah berbasis pemrograman visual, waktu pembuatan lebih singkat dan kemampuan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut. Pemrograman ini juga memanfaatkan empat komponen yang merupakan jenis dari State Machine dan dikorelasikan satu sama lain menggunakan ketiga mode yang telah dijelaskan dalam Bab hasil (Referensi 6), dimana dikaji kembali bahwa kelengkapan teori tersebut yang membuat keberhasilan segi praktik dari pembuatan program ini menjadi suatu teknologi yang dapat memberikan manfaat di tengah era kemajuan teknologi sekarang ini.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ini ditunjukkan kepada semua pihak yang telah memberikan sebuah bantuan, dorongan, dan semangat serta bimbingan kepada penulis selama melakukan penelitian dan penyusunan Karya Tulis Ilmiah dengan judul "*State Machine Sederhana Flip Flop Menggunakan Lab View*". Terima kasih disampaikan kepada Tim SENTER yang telah meluangkan waktu untuk membuat template ini. Dengan segala rasa kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pembimbing kami, Bapak Didik Aribowo, S.T., M.T.

Referensi

- [1] Dzikry, "State Machine Diagram" November, 2020 (Online). Available : <https://masdzikry.com/> (Accessed : September 23, 2022).
- [2] DAVID, H., Statecharts : A Visual Formalism For Complex Systems, Science of Computer Programming 8, 231 - 274, Elsevier Science Publishers B.V., North Holland, 1987.
- [3] Kho, D. "Pengertian Flip -Flop dan Jenis-Jenisnya". 22, May. 24 (Online). Available: <https://teknikelektronika.com/>. (Accessed Sept. 23, 2022)
- [4] Hidayat, A. "Cara Menggunakan dan Memulai LabView". April, 2021 (Online). Available : <https://edukadikini.com/>. (Accessed : 23 September 2022).

- [5] Sholeh, A. 2015. Islam dan Penyandang Disabilitas : Telaah Hak Aksesibilitss Penyandang Disabilitasbdalam Sistem Pendidikan di Indonesia. Sekolah Tinggi Agama Islam Yogyakarta. Volume 8 Nomor 2.
- [6] ANONIM, Operating and Service Manual for CS-30 Cyclotron, Computer Technology and Imaging (CTI), Berkeley, California, USA, 1985.
- [7] Heranudin, dkk. "Aplikasi State Machine Berbadis LabView Pada Sistem Kontrol Transfer Target Padat Siklotron Batan", Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka, Vol 17, Nov. 15.

ID: 15

DISTORY.ID: Strategi Mitigasi Bencana Alam Terpadu dengan Early Warning System Berbasis IoT (Internet of Things)

DISTORY.ID: Integrated Natural Disaster Mitigation Strategy with Early Warning System Design Based on IoT (Internet of Things)

Roprop Latiefatul Millah^{1*}, Rangga Julfian Hakim², Ahmad Hafidz Fajrian³, LiaKamelia⁴

^{1,2,3,4} Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

Jl. A.H. Nasution No. 105A, Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia

1192070062@student.uinsgd.ac.id ^{1*}, 1207070099@student.uinsgd.ac.id²,

1207070007@student.uinsgd.ac.id ³, lia.kamelia@uinsgd.ac.id⁴

Abstrak – Secara geografis, Indonesia diapit oleh dua samudera dan benua, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik serta benua Asia dan Australia. Secara geologis, Indonesia terletak antara dua gunung terbesar di dunia, Pasifik dan Mediterania. Posisi geografis dan geologis ini membuat sebagian besar wilayah Indonesia rentan terhadap bencana alam mulai dari kekeringan, banjir, gempa bumi, dan lain-lain. Menurut data kebencanaan Indonesia (2021), jumlah kejadian meningkat dari tahun 2016 hingga 2019, data tahun 2019 tertinggi yaitu 1.393, turun menjadi 902 pada tahun 2020. Dampak bencana dapat dirasakan secara berkelanjutan jika tidak ditanggapi secara serius. Dengan perkembangan teknologi informasi dan tuntutan akan informasi yang akurat dan cepat yang dapat memprediksi apa yang akan terjadi, pemantauan secara real-time mutlak diperlukan untuk mencapai hal tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan dampak bencana khususnya terhadap penduduk, meliputi korban jiwa, ekonomi, kerusakan infrastruktur, dan kerusakan sumber daya alam. Menggunakan sistem yang terintegrasi dengan berbagai sensor dan kontrol sebagai acuan pengembangan dan terintegrasi dengan IoT serta diakses secara mobile. Jenis penelitian ini adalah kualitatif dan kuantitatif dengan teknik pengumpulan data melalui studi kepustakaan. Analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan pendekatan empiris. Sistem peringatan dini menggunakan tiga langkah yaitu input, proses, dan output. Teknologi informasi dengan berbagai jenis sensor dan IoT akan memudahkan masyarakat dalam kesiapsiagaan bencana sehingga tindakan preventif dalam penanggulangan bencana dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

Kata kunci: Sistem Peringatan Dini, Monitoring, Digital, IoT (Internet of Things), Mitigasi Bencana

Abstract – Geographically, Indonesia is flanked by two oceans and continents, namely the Indian Ocean and the Pacific Ocean and the continents of Asia and Australia. Geologically, Indonesia is located between the two largest mountains in the world, the Pacific and the Mediterranean. This geographical and geological position makes most parts of Indonesia vulnerable to natural disasters ranging from droughts, floods, earthquakes, and others. According to Indonesian disaster data (2021), the number of events increased from 2016 to 2019, 2019 data was the Highest at 1,393, decreasing to 902 in 2020. The impact of disasters can be felt in a sustainable manner if not taken seriously. With the development of information technology and the demand for accurate and fast information that can predict what will happen, real-time monitoring is absolutely necessary to achieve this. The purpose of this research is to minimize the impact of disasters, especially on the population, including loss of life, economy, damage to infrastructure, and damage to natural resources. Using an integrated system with various sensors and controls as a reference for development and integrated with IoT and accessed by mobile. This type of research is qualitative and quantitative with data collection techniques through literature study. The analysis used is descriptive analysis with an empirical approach. The early warning system uses three steps, namely input, process, and output. Information technology with various types of sensors and IoT will facilitate the community in disaster preparedness so that preventive actions in disaster management can be carried out effectively and efficiently.

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 48-64

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477



Keywords: *Early Warning System, Monitoring, Digital, IoT (Internet of Things), Mitigation Disaster*

1. Pendahuluan

Secara geografis, benua Asia diapit oleh tiga benua, yaitu benua Australia, benua Eropa, dan benua Amerika, serta tiga samudra, yaitu Samudra Pasifik, Samudra Hindia, dan Samudra Arktik. Indonesia yang terletak di Benua Asia secara geografis terletak di antara dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Secara geologis, Indonesia dilintasi oleh dua pegunungan besar: Circum Pasifik dan Mediterania [1]. Asia Tenggara terletak di 21° LU, berbatasan langsung dengan Myanmar dan Indonesia (11° LS). Secara geografis, Asia Tenggara terletak di antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia serta di antara Benua Asia di sebelah utara, Benua Australia di sebelah selatan, dan Benua Amerika di sebelah timur [1].

Posisi geografis dan geologis ini menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia rawan bencana alam. Potensi bencana alam di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun, mulai dari gempa bumi, tsunami, banjir, tanah longsor, dan lain-lain. Hal ini akan berdampak signifikan terhadap kehidupan masyarakat karena kurangnya kesiapsiagaan terhadap ancaman bencana alam yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Berbagai upaya telah dilakukan untuk meminimalisir atau memitigasi bencana alam [2].

Selain dari aspek geografis, ada juga faktor dari aspek iklim yaitu sebagai negara tropis, Indonesia rentan terhadap ancaman banjir, tanah longsor, dan wabah penyakit. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2021, diketahui bahwa bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia adalah banjir, disusul dengan urutan kedua yaitu gempa bumi, tanah longsor, dan angin topan atau puting beliung [3].

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan bencana alam yang relatif tinggi. Berdasarkan data *World Risk Report* tahun 2019, Indonesia menempati urutan ke-27 dari 180 negara paling rentan terhadap bencana alam di seluruh dunia. Kondisi ini disebabkan oleh keberadaan struktur Indonesia yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia (Eurasia, India, Australia, dan Pasifik) dan merupakan jalur vulkanik aktif yang dikenal dengan *Ring of Fire*, kondisi ini kemudian menyebabkan gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung berapi [4].

Pemerintah telah mengeluarkan beberapa peraturan dan kegiatan untuk meminimalisir terjadinya bencana alam di Indonesia. Seperti membuat beberapa program sosialisasi kepada masyarakat tentang penanggulangan bencana. Dalam perancangan mitigasi risiko bencana, tahap awal penanggulangan bencana terkait dengan proses kebijakan publik yang mensyaratkan lokasi mitigasi risiko bencana sebagai keputusan kebijakan publik. Fase pemulihan bencana merupakan bagian dari siklus kebijakan publik (*input* dan *output*). Artinya, *input* dan prosesnya meliputi keadaan wilayah rawan dan prosedur administratif dan legislatif, dan *output*nya adalah kebijakan kesiapsiagaan bencana. Ini kemudian ditambahkan sebagai agenda publik untuk ketertiban umum [5].

Dalam memaksimalkan mitigasi bencana, penerapan teknologi *Internet of Things* harus digunakan untuk mendukung mitigasi bencana secara otomatis melalui teknologi sensor dan transduser yang mendukung. Selain itu, aplikasi dalam pendekatan geografis dapat diterapkan melalui mitigasi bencana berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Sistem ini akan mengolah data spasial terkait posisi, lokasi, dan area pada koordinat tertentu. Inovasi dan digitalisasi sistem informasi terkait data bencana yang terintegrasi akan meningkatkan kesadaran masyarakat akan potensi bencana yang ditimbulkan.

GPS (*Global Position System*) merupakan salah satu aplikasi teknologi untuk menanggulangi bencana alam. s untuk memantau pergerakan tanah dan memperkirakan apakah daerah tersebut rawan erosi. GPS seperti digunakan untuk penentuan posisi dan dapat menghitung pergerakan tanah tempat GPS dipasang [6].

Teknologi *Internet of Things* (IoT) tidak dapat mencegah bencana, tetapi bermanfaat untuk kesiapsiagaan bencana, seperti prediksi dan peringatan dini. Misalnya, saat memantau kebakaran hutan, sensor suhu dapat mengukur titik api saat terjadi kebakaran atau berisiko kebakaran, misalnya dengan mengukur suhu, kelembaban, kadar karbon dioksida, dan peningkatan kandungan CO. Kombinasi parameter ini merangsang sistem peringatan dini bagi warga dan petugas pemadam kebakaran untuk mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengatasi insiden tersebut [7].

Konsep sentral perangkat *Internet of Things* (IoT) adalah untuk membangun koneksi antara dunia fisik dan dunia informasi dan untuk memproses data perangkat elektronik melalui antarmuka pengguna. Sensor mengumpulkan data fisik mentah dari skenario waktu nyata dan mengubahnya menjadi format yang dapat dibaca mesin untuk dengan mudah bertukar antara format data yang berbeda [8].

Sensor adalah komponen listrik atau elektronik yang dapat memperoleh atau menghasilkan sifat atau sifat listrik dari besaran listrik (misalnya besaran arus, tegangan, atau bukan listrik, seperti gaya, tekanan, besaran mekanik, suhu, besaran kimia, dan dalam beberapa hal mengenai besaran optik) [9].

Klasifikasi sensor dapat dikategorikan menjadi berbagai macam. Salah satunya adalah pengklasifikasian sensor berdasarkan jenis kerjanya yaitu sensor aktif dan pasif. Mikrokontroler adalah komputer kecil ("komputer tujuan khusus") dalam sebuah IC yang mencakup CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input dan output, dan ADC (*Analog to Digital Converter*). Mikrokontroler digunakan untuk menjalankan tugas mengeksekusi program. Mikrokontroler dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti kontrol, otomasi industri, akuisisi data, dan komunikasi [9].

Lora (*Long Range*) adalah teknologi modulasi yang dikembangkan oleh Semtech. Lora dapat mengirimkan informasi lebih dari puluhan kilometer. Ini karena dukungan LoRaWAN. Selain itu, LoRaWAN hanya bekerja pada topologi star saat berkomunikasi. Perangkat IoT (*node*) mengirimkan sinyal informasi ke perangkat *gateway* yang terhubung ke internet. Perangkat *gateway* biasanya memiliki spesifikasi perangkat yang tinggi yang memungkinkan mereka menerima beberapa transmisi pada saat yang bersamaan [10].

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem untuk menyimpan, meneliti, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang terkait dengan semua ruang yang terkait dengan keadaan bumi. Komponen GIS dibagi menjadi tiga komponen: sistem komputer (alat dan sistem operasi), perangkat lunak GIS (ArcGIS), database GIS, metode GIS (prosedur analitis), dan pengguna manusia (orang atau pengguna yang menggunakan GIS) [11].

Mobile application, juga dikenal sebagai aplikasi seluler, adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan aplikasi Internet yang berjalan di telepon pintar dan perangkat seluler lainnya. Aplikasi seluler membantu pengguna terhubung ke layanan Internet yang biasanya diakses melalui PC (*Personal Computer*), memfasilitasi ini dengan perangkat portabel yang nyaman untuk dibawa ke mana saja. Aplikasi mobile berasal dari kata *application* dan kata *mobile* [12].

Early Warning System Disaster (EWSD) adalah sistem peringatan dini atau deteksi yang mendeteksi bencana alam yang mungkin terjadi di suatu wilayah atau wilayah dan mencari solusi atas terjadinya bencana alam yang terkena dampak. Tujuan dari sistem peringatan dini bencana adalah untuk mengolah data dari berbagai sumber menjadi informasi yang berharga, memantau perkembangan aktivitas biologis, dan menjadi pedoman bagi mereka yang memenuhi kewajibannya untuk melakukan pemantauan dalam sistem informasi atau aplikasi. Selain itu, tersedianya data *warehouse* melalui integrasi berbagai sumber *database* terkait pengelolaan

kawasan rawan bencana, serta tersedianya sistem pelaporan sebagai media penyajian informasi secara lengkap dalam bentuk tabel. Bagan dan dasbor berbasis web, dan format laporan lainnya.

Monitoring System adalah alat pemantauan yang tersedia secara otomatis, sehingga sistem pemantauan dapat diklasifikasikan sebagai sistem otomatis, menghilangkan kebutuhan untuk pemantauan manual. Banyak kantor dan bisnis menerapkan sistem ini untuk memantau kinerja komputer, gedung, dan semua sistem di dalamnya. Di era ini, pemantauan standar dan manual tidak lagi diperbolehkan. Pesatnya perkembangan teknologi membuat metode pemantauan menggunakan alat menjadi lebih cepat dan mudah. *Administrator* tidak perlu lagi melihat-lihat kantor, cukup duduk dan awasi semuanya.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui inovasi yang tepat untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam mitigasi bencana alam berbasis IoT dan digitalisasi, skema kerja strategi mitigasi bencana berbasis IoT dan digitalisasi melalui sistem peringatan dini, dan potensi keberhasilan penerapan bencana terpadu. sistem mitigasi berbasis IoT dan digitalisasi untuk meminimalkan dampak bencana.

2. Metode Penelitian

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan kuantitatif yang bersumber dari berbagai literatur yang relevan dan beberapa sumber dan referensi yang ada. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, data kualitatif tidak berupa angka-angka tetapi juga diperoleh dari rekaman, observasi, wawancara, atau bahan referensi tertulis. Data kuantitatif dapat diukur atau dihitung secara langsung sebagai angka atau variabel. Sumber-sumber tersebut antara lain data dari Badan Informasi Geospasial sebagai acuan utama data kebencanaan, website pemerintah nasional dan internasional untuk memperoleh database tertentu, jurnal nasional dan internasional, serta buku-buku yang relevan dengan isu yang diangkat.

Penelitian ini menggunakan metode observasi tanpa partisipan atau metode observasi biasa, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti. Beberapa hal yang menjadi objek pengamatan dalam penelitian ini, antara lain fungsi modul dan tingkat akurasi pengukuran sensor yang digunakan pada tahap perancangan.

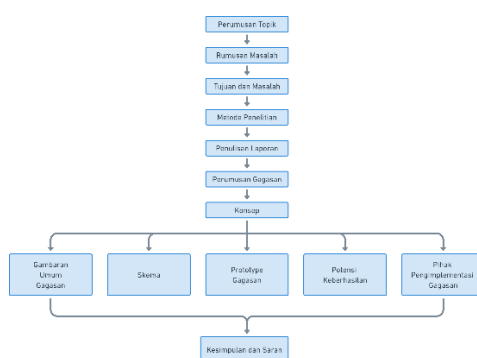
2.2. Teknik Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif analisis. Analisis deskriptif adalah metode untuk memeriksa status sekelompok orang, suatu objek, seperangkat kondisi, sistem pemikiran, atau kelas peristiwa di masa sekarang [13].

Data yang akan dianalisis adalah data yang bersumber dari studi kepustakaan. Studi kepustakaan adalah rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan data perpustakaan, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian [14].

2.3. Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Berpikir

2.4. Luaran Penelitian

Luaran dari penelitian ini berupa aplikasi *monitoring* bencana alam yang dapat diakses secara *mobile* oleh masyarakat dengan *monitoring real-time* yang dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung terkait analisis dampak bencana sehingga masyarakat lebih siap menghadapi bencana alam. dan dampak bencana alam dapat diminimalisir melalui optimalisasi *Internet of Things*. Hal dan digitalisasi *mobile* melalui pengolahan data GIS (*Geospatial Information System*) dan teknologi tepat guna dengan akses deteksi dini bencana.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Kebencanaan di Indonesia

Pada tahun 2021 terhitung sejak 1 Januari hingga 30 Desember, jumlah bencana alam di Indonesia mencapai 5.402. Dalam bencana tersebut, sedikitnya 7.630.692 orang yang terkena dampak menderita dan mengungsi ke tempat yang disebabkan oleh bencana alam di daerah mereka. Tujuh ratus dua puluh delapan jiwa manusia mati, dan 87 jiwa manusia menghilang. Sebanyak 14.915 orang luka-luka akibat bencana alam di wilayah mereka. Sebanyak 158.658 bangunan atau rumah rusak akibat bencana tersebut, di antaranya 21.335 rumah rusak berat, 27.936 rumah atau bangunan rusak sedang, dan 109.387 rumah atau bangunan rusak ringan.

BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) mencatat total kerusakan fasilitas yang terjadi pada tahun 2021 sebanyak 4.445 diantaranya rusak 1.755 sarana pendidikan, 2.232 sarana ibadah rusak, 458 sarana kesehatan rusak, 664 kantor rusak, dan 505 jembatan rusak.

Jumlah kejadian per jenis bencana alam pada tahun 2021 terdapat delapan jenis kejadian bencana alam yang akan terjadi pada tahun 2021, antara lain gempa bumi 24 kali, letusan gunung berapi satu kali, kebakaran hutan dan lahan 579 kali, kekeringan 15 kali, banjir sebanyak 1.794 kali, erosi 1.321 kali, cuaca ekstrim 1.577 kali, gelombang pasang dan abrasi 91 kali. Dari data yang disajikan, jumlah bencana alam yang paling banyak terjadi adalah banjir, yaitu sebanyak 1.794, dan peristiwa bencana yang paling sedikit terjadi adalah letusan gunung berapi, sebanyak satu kali dalam 1 tahun.

DISTORY.ID (*Disaster Story Integration Mitigation for Indonesia*) adalah sistem yang dibuat dengan menggunakan konsep *Internet of Things* (IoT) yang bertujuan untuk memfasilitasi pekerjaan manusia yang didedikasikan untuk memantau, merencanakan, dan menanggapi bencana alam di Indonesia. Ada beberapa jenis kejadian bencana yang terdapat dalam sistem DISTORY.ID antara lain tsunami, banjir, letusan gunung berapi, hutan, dan kebakaran lahan. Bencana di daerah tertentu. DISTORY.ID juga akan terintegrasi dengan *website* yang telah dibuat oleh pemerintah dengan tujuan untuk mempermudah akses penggunaan dalam kesiapsiagaan bencana.

Di dalam tentunya menggunakan sensor sebagai komponen utama untuk mendeteksi dan mendapatkan nilai atau data terkait perilaku atau kejadian yang akan dihasilkan dan beresiko mengalami kejadian bencana. Berikut ini menjelaskan secara detail konsep DISTORY.ID untuk mitigasi bencana alam di Indonesia. Sensor yang digunakan pada setiap jenis bencana alam ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Penggunaan Sensor Pada Tiap Bencana Melalui DISTORY.ID

No.	Jenis Sensor atau alat yang digunakan	Jenis Bencana Alam				
		Tsunami dan Banjir	Gunung Meletus	Kebakaran hutan dan lahan	Tanah Longsor	Gempa Bumi
1	Ultrasonik	✓	X	X	X	X
2	Water Level	✓	X	X	X	X
3	Sensor Api	X	X	✓	X	X
4	Sensor Suhu	X	X	✓	X	X
5	Sensor Vibrasi	X	X	X	X	✓
6	Integrasi dengan BMKG	X	✓	X	X	✓
7	Potensiometer	X	X	X	✓	X
8	GPS	✓	✓	✓	✓	✓

3.2. Konsep *Internet of Things (IoT)* dalam sistem *DISTORY.ID*

Sensor ultrasonik mengubah besaran fisis (suara) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang sehingga dapat digunakan untuk menginterpretasikan keberadaan suatu objek (jarak) dengan frekuensi tertentu. Sensor ketinggian air dalam bencana banjir mengukur ketinggian air. Sensor api dalam mitigasi kebakaran hutan digunakan untuk mendeteksi kebakaran yang muncul dalam skala kecil atau besar.

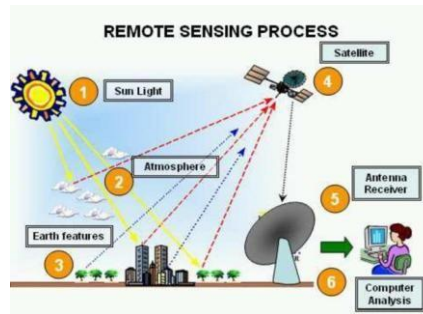
Sensor suhu adalah pengukur suhu untuk menentukan batas suhu standar yang ditetapkan. Ketika suhu di lingkungan sekitar tidak stabil, sensor suhu akan mengirimkan nilai unik ke mikrokontroler. Sensor getaran bekerja dengan mendeteksi getaran di lingkungan sekitar sebagai indikasi awal terjadinya bencana gempa bumi.

Integrasi dengan BMKG dilakukan untuk menampilkan kondisi bencana alam yang dapat dipantau secara *real-time* sehingga kondisi akan selalu terus berubah. Potensiometer berfungsi sebagai sensor alternatif pada bencana tanah longsor dengan konsep getaran yang dihasilkan akan mempengaruhi pergerakan potensiometer.

3.3. Prinsip Penginderaan Jarak Jauh dalam Desain Sistem

Prinsip dalam penginderaan jauh adalah bahwa objek yang berbeda, berdasarkan struktur, kimia, dan sifat fisiknya, mengembalikan (mencerminkan atau memancarkan) jumlah energi yang berbeda dalam panjang gelombang yang berbeda dalam rentang tertentu (biasanya disebut sebagai BANDS) dari spektrum elektromagnetik insiden. atas mereka. Kebanyakan penginderaan jauh menggunakan energi matahari, sumber energi utama. Radiasi ini bergerak melalui atmosfer dan secara selektif tersebar dan diserap tergantung pada komposisi atmosfer dan panjang gelombang yang terlibat. Setelah mencapai permukaan bumi, radiasi ini berinteraksi dengan objek target (permukaan bumi) [15].

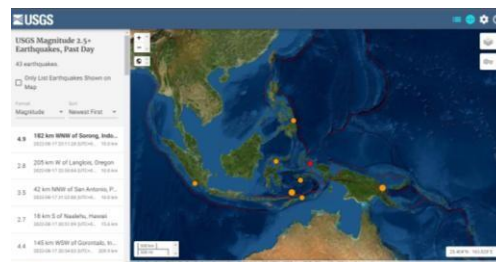
Segala sesuatu di alam memiliki pola unik dari radiasi yang dipantulkan, dipancarkan, dan diserap. Sebuah sensor merekam energi yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan. Ini merekam energi, kemudian ditransmisikan ke pengguna dan diproses untuk membentuk gambar, yang kemudian dianalisis untuk mengekstrak informasi tentang target. Data yang dihasilkan dari data primer dihasilkan oleh pemrosesan data primer, yang diperlukan untuk membuat data tersebut dapat digunakan. Informasi dianalisis, artinya informasi yang dihasilkan dari interpretasi data yang diproses, data *input*, dan pengetahuan dari sumber lain. Akhirnya, informasi yang diekstraksi diterapkan untuk membantu pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah tertentu.



Gambar 2. Proses *Remote Sensing*

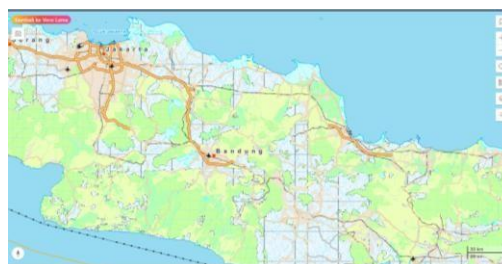
3.4. Penggunaan Data Georeferensi dalam Desain Sistem

Georeferensi adalah proses pemberian informasi posisi geospasial ke data *raster* berdasarkan sistem koordinat yang ditentukan (pada dasarnya mengasosiasikan data dengan area tertentu di Bumi). Kinerja yang akurat dari data georeferensi dalam GIS sangat penting karena proses penyimpanan data digital di komputer tidak dapat diketahui secara otomatis hanya dengan menggunakan peta bumi. Secara *default*, tidak ada informasi geografis yang dikaitkan dengan file gambar, dan perangkat lunak GIS mana pun berisi file ini, sehingga tidak akan tahu di mana menempatkan gambar peta ini di Bumi. Data georeferensi dapat mengatasi masalah ini karena data yang diperoleh dengan data georeferensi file digital memungkinkan untuk dilakukan analisis peta dasar, seperti menunjuk dan mengklik peta untuk menentukan koordinat suatu titik. Berikut tampilan melihat *database* pada USGS.



Gambar 3. Pengambilan *Database* untuk Bencana Alam Gempa Bumi

Contoh data bencana gempa bumi dari situs USGS <https://earthquake.usgs.gov/>. Contoh pemodelan data di wilayah Bandung Minat melalui Ina Geoportal (big.go.id).



Gambar 4. Data *Area of Interest* yang diambil adalah area Bandung

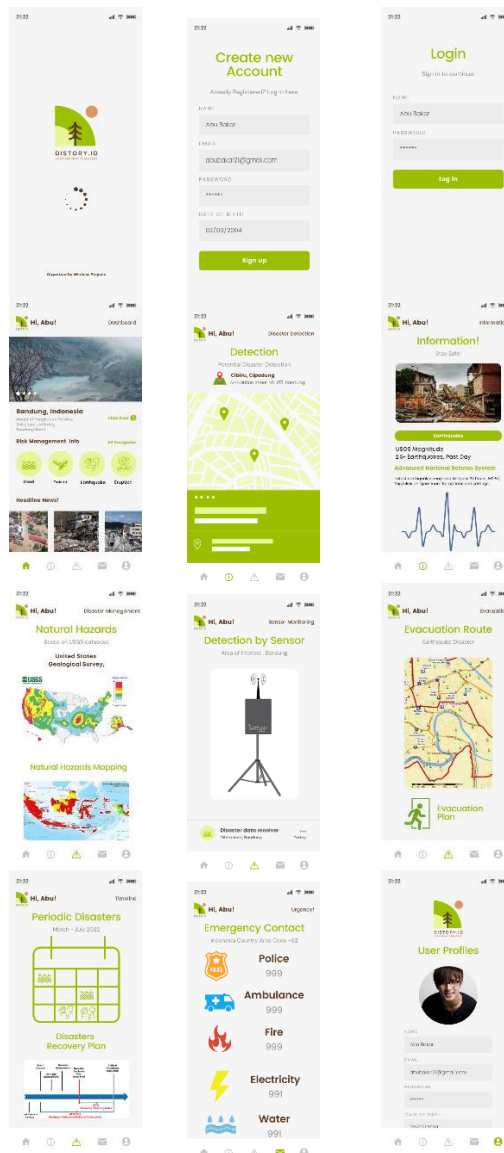


Gambar 5. Peta Gempa Bumi untuk AoI Bandung

3.5. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Menggunakan Mobile Apps

Penggunaan data geoteknik untuk sistem DISTORY.ID mengacu pada *database* yang terintegrasi dengan API pada penyedia *database* terkait data bencana yang tersedia di *Geospatial Information Agency* dan *database* internasional seperti *website* USGS (*United States Geological Survey*). Berbagai *database* dapat dikustomisasi sesuai keinginan pengguna agar lebih mudah dalam membaca dan menganalisis data untuk berbagai keperluan.





Gambar 6. Mockup Desain Mobile Apps DISTORY.ID

Secara umum, sebuah aplikasi dapat berjalan di berbagai perangkat sistem operasi (OS). Banyak aktivitas manusia yang berhubungan dengan sistem informasi. Tidak hanya di negara maju tetapi di Indonesia juga, sistem informasi sudah banyak diterapkan dimana-mana. Dalam bentuk yang lebih kompleks, sistem informasi melibatkan banyak pengguna dan memerlukan fasilitas jaringan yang memungkinkan pengguna yang tersebar di berbagai tempat yang berjauhan untuk berbagi informasi. Sistem informasi mencakup beberapa komponen (manusia, komputer, teknologi informasi, dan prosedur kerja); sesuatu yang diproses (data menjadi informasi) dan dimaksudkan untuk mencapai suatu tujuan atau sasaran.

3.6. Konsep Teknologi Terpadu DISTORY.ID

Analisis mitigasi bencana dalam tulisan ini dilakukan untuk tiga bencana alam dengan dampak yang lebih signifikan, namun untuk pengembangan ke depan di DISTORY.ID mitigasi bencana akan berbasis pada peta bencana dengan melakukan pola pemantauan secara berkala dengan kemungkinan berbagai bencana alam yang terjadi melalui integrasi IoT dengan cakupan area tertentu dan optimalisasi IoT.

3.6.1. Implementasi Target

Sasaran implementasi dari pengembangan aplikasi ini adalah masyarakat umum dan dapat diakses oleh masyarakat luas. Segmentasi pengguna yang spesifik adalah masyarakat yang berada di daerah darurat bencana alam, sehingga tindakan mitigasi bencana dapat dilakukan sejak dini sehingga dampak jika terjadi bencana akan lebih mudah untuk diminimalisir.

3.6.2. Lingkup Pelaksanaan

Lingkup implementasi dalam perancangan aplikasi DISTORY.ID adalah mengintegrasikan *database* yang tersedia dengan kemudahan akses sistem informasi bagi pengguna. Data primer yang diperoleh akan diolah agar masyarakat dapat menggunakan data tersebut sebagai proses mitigasi bencana, serta perencanaan dalam melaksanakan kegiatan dan kegiatan yang berkaitan dengan pemanfaatan lahan dan optimalisasi untuk mengendalikan risiko yang dapat terjadi.

3.6.3. Optimasi Teknologi GPS dan WAAS

Dalam perencanaannya, sistem akan menggunakan teknologi GPS. *Wide Area Augmentation System* (WAAS) adalah alat navigasi pilot yang paling berharga. WAAS adalah sistem augmentasi berbasis satelit (SBAS) yang menggunakan stasiun bumi pada jarak yang cukup jauh untuk memperbaiki kesalahan kecil pada data satelit Sistem Pemosisian Global (GPS).

Data posisi dari penerima berkemampuan WAAS secara signifikan lebih akurat daripada dari unit non-WAAS. Tingkat akurasi pemosisian yang terlihat di sini berarti bahwa GPS berkemampuan WAAS merupakan tambahan yang berpotensi berharga untuk sensor inersia yang diterapkan pada pemosisian. Pengetahuan tentang posisi dan arah mutlak diperlukan untuk menentukan konstanta integrasi dan membatasi deviasi yang dihasilkan. Unit GPS yang menggunakan teknologi WAAS/EGNOS memberikan data pemosisian yang lebih akurat dan menampilkan peningkatan akurasi penentuan kecepatan daripada unit GPS non-WAAS.

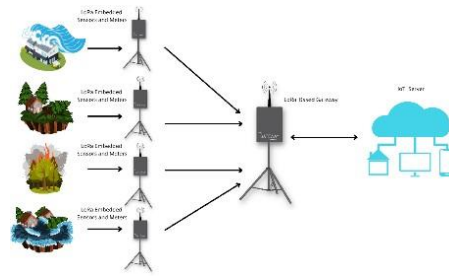
Data GPS rentan terhadap kesalahan waktu baik pada jam satelit atau jam penerima GPS; kesalahan terkait dengan penempatan posisi satelit yang tidak tepat; gangguan dari ionosfer; dan penundaan yang disebabkan oleh atmosfer bawah (troposfer, tropopause, dan stratosfer), *Wide Area Augmentation System* (WAAS).

3.6.4. Sistem Transmisi untuk Mengirimkan Data Menggunakan LoRa

Ada beberapa aspek menarik dalam menggunakan LoRa untuk komunikasi jaringan sensor nirkabel. Pertama, cakupan LoRa sangat luas sehingga jaringan dapat berkomunikasi melalui banyak hop tanpa melewati terlalu banyak informasi. Kedua, dimungkinkan untuk menggunakan koefisien difusi yang berbeda bahkan jika transmisi berada pada frekuensi yang sama. Ketiga, jika komunikasi cocok menggunakan parameter yang sama, transmisi sinyal yang paling kuat kemungkinan akan diterima [17].



Gambar 7. Desain Alat *Receiver* dan *Transmission* menggunakan LoRa



Gambar 8. Skema Receiver dan Transmission LoRa di Beberapa Bencana Alam

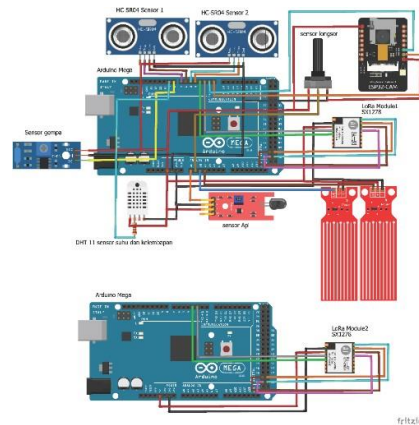
3.7. Proses Prototyping

3.7.1. Alat dan Bahan

Tabel 2. Alat dan Bahan yang Dibutuhkan

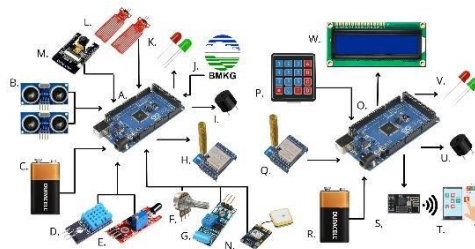
No	Nama alat dan bahan	Kebutuhan dalam Jumlah
1	Arduino Mega	2
2	Lora sx1278	2
3	Ultrasonic	2
4	Potensio meter 50k	1
5	Sensor Api	1
6	Sensor Getar	1
7	DHT 11	1
9	Water Sensor	2

3.7.2. Wiring Diagram



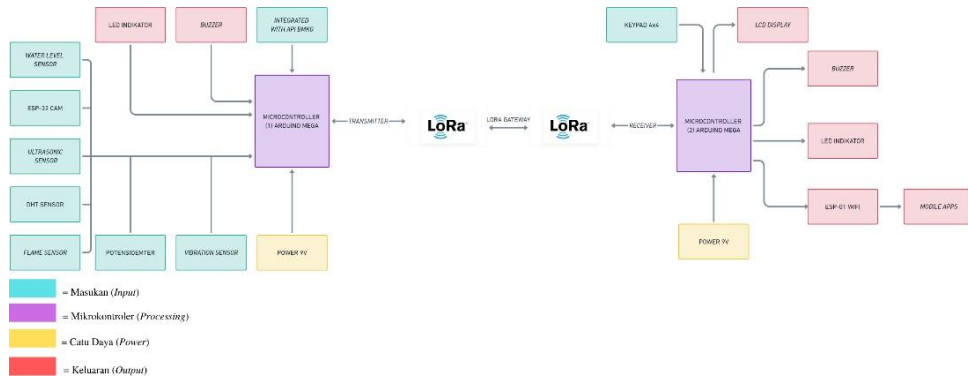
Gambar 9. Wiring Diagram dari DISTORY.ID

3.7.3. Desain Skematik



Gambar 10. Desain Skematik dari Sistem DISTORY.ID

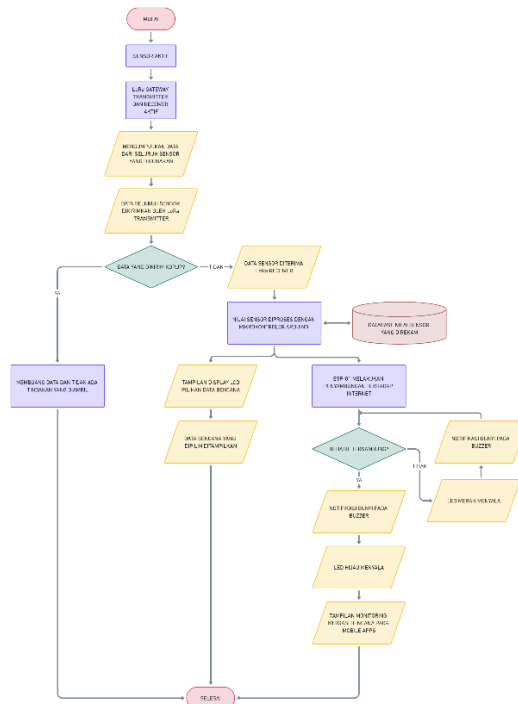
3.7.4. Diagram Blok



Gambar 11. Diagram Blok dari Sistem DISTORY.ID

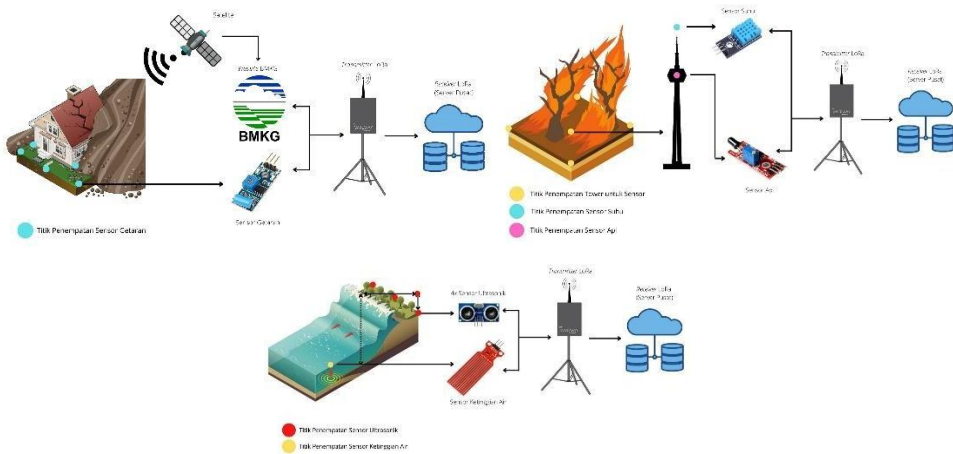
3.7.5. Diagram Alir

Alur sistem dimulai dari aktifnya sensor pada setiap daerah rawan bencana yang sebelumnya sudah direncanakan untuk pemasangan sistem mitigasi bencana ini. Tiang pemancar LoRa juga ikut serta aktif dan melakukan koneksi secara otomatis terhadap 2 jenis tiang pemancar antara tiang penerima dan pengirimnya. Lalu sensor terus melakukan pengumpulan data secara *real-time* yang didapatkan pada lokasi yang dipasangkan sistem mitigasi ini. Data yang telah didapatkan oleh berbagai macam sensor dikirimkan melalui tiang pemancar pengirim menuju tiang pemancar penerima. Ketika data yang dikirim memiliki *error* atau *korupt* maka data tidak akan diteruskan oleh LoRa untuk di proses menuju sistem informasi berbasis *mobile apps*. Ketika data yang diterima oleh LoRa penerima tidak ada *error* maka data akan diproses menuju mikrokontroler arduino untuk dikonversi dengan menggunakan konsep *internet of things* sehingga pengguna bisa menggunakan dan memanfaatkan sistem informasi dengan nilai secara *real-time* ini sebagai mitigasi bencana.



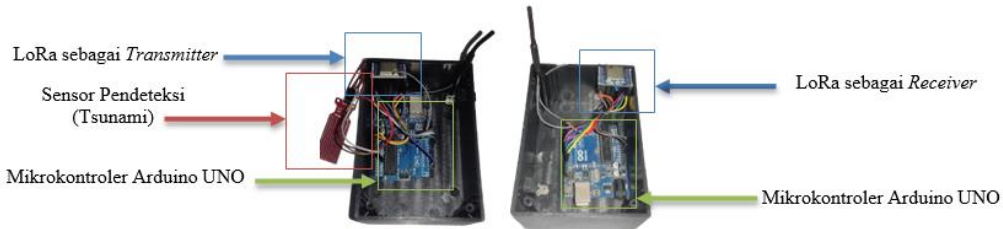
Gambar 12. Diagram Alir dari Sistem DISTORY.ID

3.7.6. Desain Sistem Receiver dan Transmission LoRa di Beberapa Bencana



Gambar 13. Sistem LoRa dan Penempatan Sensor di Beberapa Pemetaan Bencana

3.7.7. Proses Perakitan Sistem LoRa



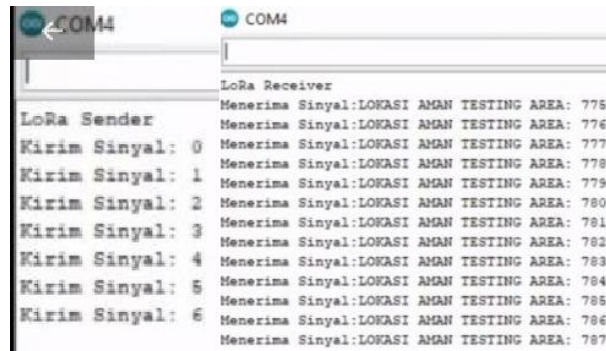
Gambar 14. Bentuk Fisik LoRa untuk Sistem Receiver dan Transmission

Kedua alat ini sangat penting sebagai pengirim data berupa sinyal yang nantinya akan diolah menjadi sebuah informasi yang dapat diakses oleh pengguna sehingga dapat memenuhi tujuan dari terciptanya suatu sistem ini. LoRa transmission berfungsi sebagai pengirim sinyal yang telah terpasang oleh sensor yang ditempatkan di berbagai titik daerah rawan bencana. Sehingga, ketika sensor menerima sinyal ataupun data dari lingkungan sekitar, nilai atau sinyal tersebut di teruskan oleh LoRa menuju LoRa yang berfungsi sebagai receiver, ketika receiver sudah mendapatkan sinyal ataupun data yang sebelumnya dikirimkan oleh transmitter maka kemudian data tersebut bisa diproses ke sistem digitalisasi mobile apps dengan menggunakan konsep internet of things.

3.7.8. Pengujian Salah Satu Bencana (Tsunami)



Gambar 15. Kondisi Alat Peraga Tsunami Kedatangan Ombak ke Pantai



Gambar 16. Tampilan Serial Monitor pada Sistem LoRa

Saat melakukan komunikasi data pada saat melakukan simulasi salah satu bencana menggunakan serial monitor untuk mengetahui proses pengiriman data secara langsung sehingga bisa memantau apa yang terjadi pada saat mengirimkan data yang ditangkap oleh sensor. Pada saat proses uji coba pengiriman data dari LoRa pemancar ke LoRa penerima, LoRa penerima melakukan pengiriman data *counter*, data ini didapatkan oleh sensor yang terpasang pada LoRa pengirim, sehingga pada tampilan LoRa penerima terdapat indikasi “LOKASI AMAN” menandakan tidak ada kegiatan yang mengindikasikan bahwa lokasi tersebut terdapat atau akan terjadi bencana alam. Sehingga LoRa terus mengirimkan data nya selama catu daya dari kedua tiang pemancar ini masih aktif.

Tabel 3. Tabel Kebenaran Sensor Ultrasonik

No	Jarak ketinggian air (cm)	Kondisi Alarm	
		HC-SR04 Sensor 1 (Banjir)	HC-SR04 Sensor 2 (Tsunami)
1	50	1	0
2	100	1	0
3	0	0	1
4	200	1	0
5	300	1	0
6	150	1	0
7	5	0	1
8	3	0	1
9	9	0	1
10	1	0	1

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa sensor ultrasonik HC-SR 04 secara umum dapat mengukur jarak minimal 2 cm dan maksimal 400 cm berdasarkan datasheet ultrasonik HC-SR04. modul sensor jika lebih dari 400 cm, akurasi sensor akan berkurang. Perbedaannya tidak begitu jauh pada hasil pengujian pengukuran jarak menggunakan sensor Ultrasonic HC-SR04. Hal ini dikarenakan daya pantul gelombang ultrasonik yang mengenai benda tidak baik, atau jarak maksimal dari sensor.

Tabel 4. Tabel Data Hasil Pengukuran Sensor DHT-11

No	Waktu	Sensor DHT11		Hydrothermometer		Selisih Error	
		Suhu (C)	Kelembaban (%)	Suhu (C)	Kelembaban (%)	Suhu	Kelembaban
1	16.08	30	49	30	49	0	0
2	16.10	30	60	30	59	0	1
3	16.13	31	70	31	70	0	0
4	16.17	29	50	30	48	1	2
5	16.21	32	70	32	69	0	1
6	16.25	30	54	30	49	0	5
7	16.27	30	60	30	57	0	3
8	16.31	31	63	30	63	1	0
9	16.35	31	63	30	63	1	0
10	16.38	29	61	29	60	0	1
Rata-Rata error						0,3%	1,3%

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada sensor DHT-11, sensor ini memiliki tingkat akurasi yang relatif tinggi. Hal ini dapat dibuktikan dari data yang diperoleh dengan membandingkan sensor DHT-11 dengan Hydrotermometer. Nilai suhu dan kelembaban dapat berubah karena kondisi ruangan yang bervariasi, yang mengakibatkan nilai sensor dapat berubah sewaktu-waktu.

Tabel 5. Tabel Data Hasil Pengukuran Sensor Api

No	Kondisi Alarm	Nilai sensor Api
1	1	13
2	1	15
3	1	17
4	1	21
5	1	26
6	1	35
7	0	55
8	0	190
9	0	70
10	0	65

Berdasarkan hasil pengambilan data pada sensor api didapatkan bahwa semakin jauh titik panas yang terdeteksi oleh sensor maka semakin besar nilai yang didapat oleh sensor api. Kita dapat mengatur sensitivitas sensor menggunakan potensiometer yang terpasang pada papan PCB modul sensor api dengan memutar potensiometer ke kanan untuk meningkatkan sensitivitas sensor dan memutarnya ke kiri untuk mengurangi sensitivitas sensor.

Tabel 6. Tabel Data Hasil Pengukuran Sensor Vibrasi

No	Waktu	Kondisi Guncangan	Nilai sensor
1	19.23	Ada	HIGH
2	19.24	Tidak	LOW
3	19.25	Tidak	LOW
4	19.25	Tidak	LOW
5	19.26	Ada	HIGH
6	19.26	Ada	HIGH
7	19.26	Tidak	LOW
8	19.27	Tidak	LOW
9	19.27	Ada	HIGH
10	19.27	Ada	HIGH

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa jika sensor mendapat *shock* maka kondisi sensor akan bernilai *HIGH*, dan jika tidak mendapatkan *shock* maka kondisi sensor akan *LOW*.

Tabel 7. Tabel Data Hasil Pengukuran *Water Level* Sensor

No	Nilai sensor air		Output sensor	
	Sensor 1	Sensor 2	Keadaan	Keadaan
1	134	114	LOW	LOW
2	153	128	LOW	LOW
3	169	134	LOW	LOW
4	198	139	LOW	LOW
5	233	142	LOW	LOW
6	247	153	LOW	LOW
7	252	169	LOW	LOW
8	302	210	HIGH	LOW
9	319	331	HIGH	HIGH
10	335	360	HIGH	HIGH

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa sensor air akan mendeteksi adanya air jika sensor mengenai air; jika sensor mendeteksi air dengan nilai kurang

dari 300 maka sensor akan dalam keadaan *LOW*, dan jika sensor mendeteksi air dengan nilai lebih dari 300 maka sensor dalam keadaan *LOW*. Hal ini bisa terjadi karena semakin banyak air yang mengenai sensor maka semakin tinggi nilai yang didapat, begitu juga sebaliknya. Semakin kecil nilai yang akan didapat jika semakin sedikit air yang mengenai sensor.

4. Kesimpulan

Penerapan DISTORY.ID berpotensi menjadi teknologi tepat guna untuk mewujudkan sistem penginderaan jauh yang mengintegrasikan IoT guna mengoptimalkan aksi mitigasi bencana. Teknologi DISTORY.ID memadukan aspek digitalisasi sistem informasi dengan pemanfaatan data spasial dari berbagai referensi untuk menghasilkan data yang akurat dan mudah diakses oleh masyarakat sehingga mudah dipahami aksi mitigasi bencana.

Melalui penelitian ilmiah ini, peneliti hanya menganalisis bagaimana sistem bekerja dan bagaimana sistem berjalan secara ideal. Kedepannya, penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut mengikuti kebutuhan terkait bencana alam yang ditimbulkan dengan melihat kondisi di lapangan dan mempercepat revitalisasi bencana yang terjadi dengan aksi swadaya di masyarakat.

Referensi

- [1] A. Fariza and B. L. Handayani, "Tindakan Struktural Mitigasi Bencana Pemerintah di Indonesia," *Jurnal Analisa Sosiologi*, vol. 11, no. 2, Apr. 2022, doi: 10.20961/jas.v11i2.57282.
- [2] S. Yulianto, R. K. Apriyadi, A. Aprilyanto, T. Winugroho, I. S. Ponangsera, and W. Wilopo, "Histori Bencana dan Penanggulangannya di Indonesia Ditinjau Dari Perspektif Keamanan Nasional," *PENDIPA Journal of Science Education*, vol. 5, no. 2, pp. 180–187, Jan. 2021, doi: 10.33369/pendipa.5.2.180-187.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Jenis Bencana Alam dalam Tahun 2021," *Badan Pusat Statistik*, 2021.
- [4] A. Rosyida, R. Nurmasari, and Suprpto, "Analisis Perbandingan Dampak Kejadian Bencana Hidrometeorologi dan Geologi di Indonesia Dilihat Dari Jumlah Korban (Studi: Data Kejadian Bencana Indonesia 2018)," *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, vol. 10, no. 1, pp. 12–21, Jun. 2019.
- [5] M. Marfuah, S. Cempaka, A. Risdan Ardiansyah, L. Rahmawati, M. Yunia Rediana, and R. Koswara, "Kebijakan Pemerintah dalam Penanggulangan Bencana di Indonesia," *Jurnal Studi Ilmu Sosial dan Politik*, vol. 1, no. 1, pp. 35–45, Jun. 2021, doi: 10.35912/jasispol.v1i1.184.
- [6] F. M. sugiartana Nursuwars, N. I. Kurniati, and M. T. Hidayat, "Accelerometer sebagai Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah," *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 1, p. 9, Aug. 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i1.4110.
- [7] B. Usmanto and B. H.S.U, "Prototipe Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Bencana Alam di Indonesia Berbasis Internet of Things (IoT)," *Explore: Jurnal Sistem informasi dan telematika*, vol. 9, no. 2, Oct. 2018, doi: 10.36448/jsit.v9i2.1085.
- [8] Wilianto and A. Kurniawan, "Sejarah, Cara Kerja dan Manfaat Internet of Things (IoT)," *MATRIX*, vol. 8, no. 2, pp. 36–41, Jul. 2018.
- [9] S. R. Sulistiyanti, S. Purwiyanti, and G. A. Pauzi, "Sensor dan Prinsip Kerjanya," in *SENSOR DAN PRINSIP KERJANYA*, 1st ed., Bandar Lampung: Pusaka Media, 2020, pp. 3–6.
- [10] A. S. Waranggani, "Kenali Telkom LoRaWAN, Konektivitas Khusus untuk Internet of Things," *Cloud Computing Indonesia*, May 31, 2021.

- [11] A. Adil and B. K. Triwijoyo, “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Jaringan Irigasi dan Embung di Lombok Tengah,” *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 20, no. 2, pp. 273–282, May 2021, doi: 10.30812/matrik.v20i2.1112.
- [12] Guntoro, “Apa itu Aplikasi Mobile? Inilah Ulasan Lengkapnya!” *Badoy Studio*, Nov. 03, 2021.
- [13] R. Aditya, “Jenis Metode Penelitian, Selain Kualitatif dan Kuantitatif,” *suara*, Sep. 07, 2021.
- [14] Y. Abdhul, “Studi Pustaka: Pengertian, Tujuan dan Metode,” *deepublish*, Nov. 25, 2021.
- [15] A. F. Arnesy, “Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh untuk Antisipasi Serta Manajemen Bencana Pada Daerah Rawan Bencana,” *Jurnal Geografi*, pp. 1–4, Mar. 2022.
- [16] E. Lararenjana, “Aplikasi Adalah Program dengan Fungsi Tertentu, Ini Pengertian dan Jenisnya,” *merdeka*, Jun. 19, 2022.
- [17] D. P. Sari, “Prototype Alat Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin Untuk Smart Farming Menggunakan Komunikasi LoRa dengan Daya Listrik Menggunakan Panel Surya,” *KILAT*, vol. 10, no. 2, pp. 370–380, Oct. 2021.

Rangkaian Elektronika Dengan Menggunakan PSpice

Electronic Circuit Using PSPICE

Epi Septiyudin^{1*}, Dede Wirta², Andika Chaesar Destryana³, Sukira⁴, Didik Aribowo⁵

^{1,2,3,4}Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas keguruan Dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya, Nomor 25 Kota Serang

2283210026@untirta.ac.id^{1*}, 2283210047@untirta.ac.id², 2283210038@untirta.ac.id³,

2283210048@untirta.ac.id⁴, d_aribowo@untirta.ac.id⁵

Abstrak – Rangkaian Elektronika adalah sebuah rangkaian yang menggunakan beberapa komponen elektronika seperti resistor, kapasitor dan lain sebagainya. Untuk membuat sebuah rangkaian perlu adanya sebuah uji coba agar rangkaian yang di buat tidak mengalami kegagalan atau pun short dan biasanya para pembuat rangkaian membutuhkan semua itu demi berhasilnya sebuah rangkaiannya tanpa adanya kegagalan. pada Analisa ini kita menggunakan perangkat lunak PSpice (Personal Simulation Program Witch Integrated circuit Emphasis) Adalah perangkat lunak yang digunakan untuk uji coba suatu rangkaian. Dan PSpice juga bisa di gunakan untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya suatu rangkaian yang akan di buat, bisa juga kita melihat gelombang pada rangkaian yang kita buat. Dan pada analisa ini kita menggunakan beberapa rangkaian elektronika yang terdapat pada perangkat lunak PSpice dan dilakukan beberapa percobaan dan beberapa komponen di antaranya menggunakan komponen pasif dan komponen aktif. Dan pada dasarnya pspic ini berguna bagi kita yang ingin melakukan atau membuat sebuah rangkaian agar tidak ada kegagalan.

Kata Kunci: Sirkuit Elektronik, Penggunaan, PSpice

Abstract – Electronic circuit is a circuit that uses several electronic components such as resistors, capacitors and so on. To make a circuit it is necessary to have a trial so that the circuit made does not fail or is short and usually the circuit makers need all of that for the success of a circuit without failure. in this analysis we use PSpice software (Personal Simulation Program Witch Integrated circuit Emphasis). It is software used for testing a circuit. And PSpice can also be used to find out whether or not a circuit will be made, we can also see the waves in the circuit that we make. And in this analysis we use several electronic circuits contained in the PSpice software and carried out several experiments and several components of which use passive components and active components. And basically this pspic is useful for those of us who want to do or make a circuit so that there is no failure.

Keywords: Electronic Circuits, Usage, PSpice

1. Pendahuluan

SPICE adalah program yang mampu mensimulasikan rangkaian elektronika melalui komputer. Anda bisa melihat bentuk gelombang dari tegangan atau arus pada rangkaian Anda. SPICE menghitung tegangan dan arus versus waktu (Analisa Transien) atau versus frekuensi (Analisa AC). Banyak program SPICE juga bisa digunakan untuk analisa DC, sensitivitas, derau maupun distorsi.[2].

PSpice atau (Personal Simulation Program Witch Integrated circuit Emphasis) Adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menguji coba suatu rangkaian. PSpice juga bisa menghitung tegangan dan waktu atau arus yang masuk ataupun keluar.

Pada dasarnya, cara menggunakan PSpice adalah, “Tentukan sebuah rangkaian dalam berkas teks (ekstensi “.CIR”) yang dinamakan netlist atau menggunakan simbol-simbol grafik melalui pembuatan skematik (rangkaian yang digambar), Jalankan simulasi. SPICE membaca netlist dan kemudian melakukan Analisa yang diminta: AC, DC atau Respon transien. Hasilnya disimpan dalam sebuah berkas keluaran teks (ekstensi “.OUT”), Perhatikan hasil simulasi pada berkas teks keluaran (ekstensi “.OUT”) menggunakan editor teks. Banyak program SPICE yang sudah menyediakan tampilan grafik untuk plot data-data yang tersimpan pada berkas data biner.”

Pada PSpice ini terdapat beberapa bahan elektronik yang bisa kita jadikan bahan uji coba, di antaranya:

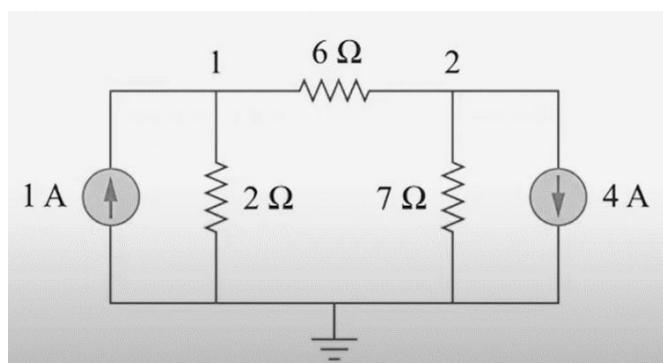
1. Resistor
2. Transistor
3. Kapasitor
4. Led
5. Ic
6. Sakla
7. Dioda
8. Dan masih banyak lagi komponen lainnya.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka, perancangan dan pengujian. Metode studi pustaka merupakan cara mencari referensi atau teori yang diperlukan melalui buku-buku acuan dan jurnal ilmiah terkait. Sedangkan metode perancangan merupakan tahap yang dilakukan dalam sebuah proses perancangan, dan metode pengujian adalah menguji yang telah dirancang sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

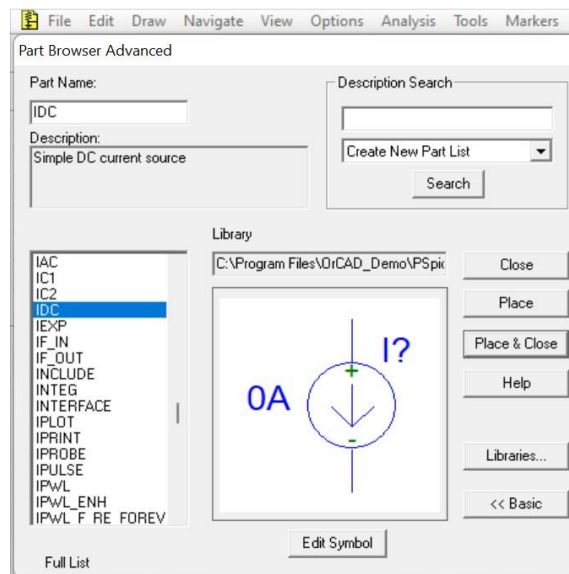
Analisis rangkaian mengukur tegangan node (simpul) pada dasarnya adalah usaha menentukan nilai tegangan dan arus pada setiap simpul rangkaian yang ada. Perhatikan rangkaian elektronika pada gambar 1 di bawah ini!



Gambar 1. Rangkaian DC Sederhana

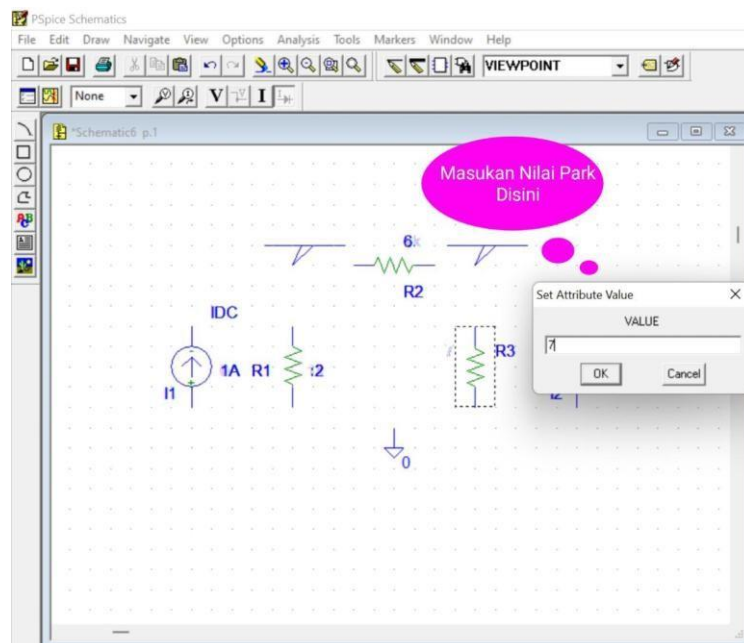
Jika analisis dilakukan dengan menggunakan PSPICE, maka langkah pertama adalah menggambar rangkaian tersebut menggunakan editor yang tersedia pada simulator ini. Untuk menempatkan piranti/komponen (part) pada layar editor, pilih menu Draw diteruskan dengan Get New Part, selanjutnya pilih part yang diinginkan, dalam hal ini kita akan memilih sebuah sumber tegangan DC, referensi potensial nol (ground), tiga buah resistor dan 2 buah VIEWPOINT. Pada bagian Part Browser Advance, seperti pada gambar 2 di bawah ini, terdapat

part antara lain sumber tegangan menggunakan notasi IDC, referensi potensial nol menggunakan notasi AGND, resistor dengan notasi r dan VIEWPOINT untuk melihat tegangan.



Gambar 2. Tampilan Jendela *Part Browser Advanced* pada *PSPICE Schematics*

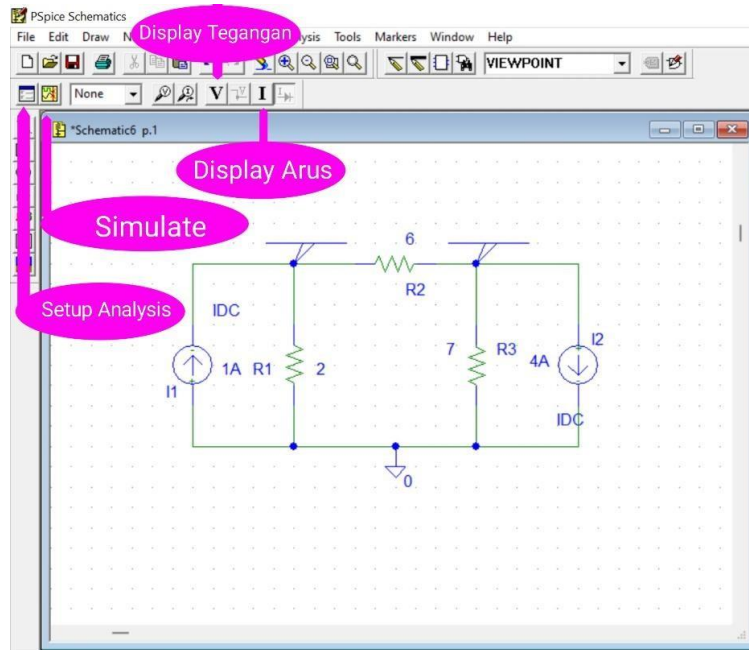
Agar sesuai dengan *layout* yang diinginkan, atur posisi *part* dengan melakukan operasi *drag anddrop* serta operasi *rotate* terhadap komponen yang telah dipilih. Operasi *rotate* dilakukan dengancara klik kiri pada *part* hingga berwarna merah diteruskan dengan **Ctrl-r**. Selanjutnya ubah nilaidari *part* dengan cara klik ganda pada nilai *part*, diteruskan dengan mengubah nilainya sesuai keinginan. Jika langkah-langkah tersebut dilakukan dengan benar, akan dihasilkan tampilan seperti pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Rangkaian pada *PSPICE* yang siap dianalisis

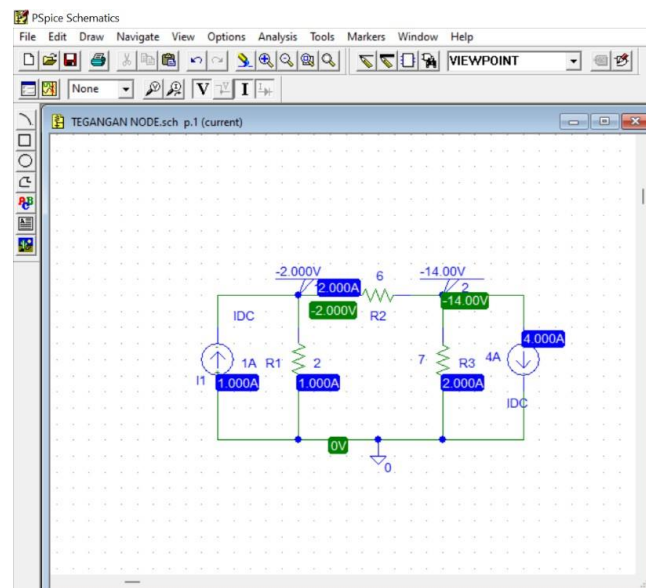
Ingat untuk setiap gambar rangkaian elektronika yang akan dianalisis menggunakan PSPICE harus menyertakan titik referensi nol (**ground**). Setelah rangkaian selesai digambar, simpanlah terlebih dahulu ke dalam *file* dengan suatu nama.

Analisis DC dapat dilakukan dengan menekan tombol *display* tegangan dan arus diteruskan dengan menekan tombol *Simulate*. Tombol *display* tegangan digunakan untuk menampilkan nilai tegangan DC pada setiap titik yang ada pada rangkaian, sementara tombol *display* arus berfungsi menampilkan nilai arus DC pada setiap simpul yang ada.



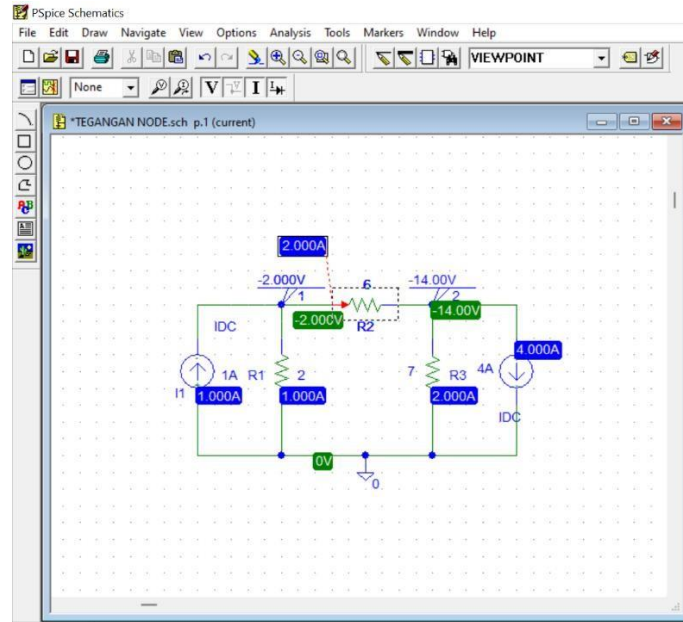
Gambar 4. Tombol *Display* Tegangan dan Arus Untuk Analisis DC

Jika tombol *display* tegangan dan arus diaktifkan (dilakukan dengan klik kiri pada tombol-tombol tersebut) dan tombol *Simulate* ditekan, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 6, sebagai hasil dari pengukuran arus dan tegangan pada simpul-simpul rangkaian yang dianalisis.



Gambar 5. Hasil analisis DC menggunakan PSPICE

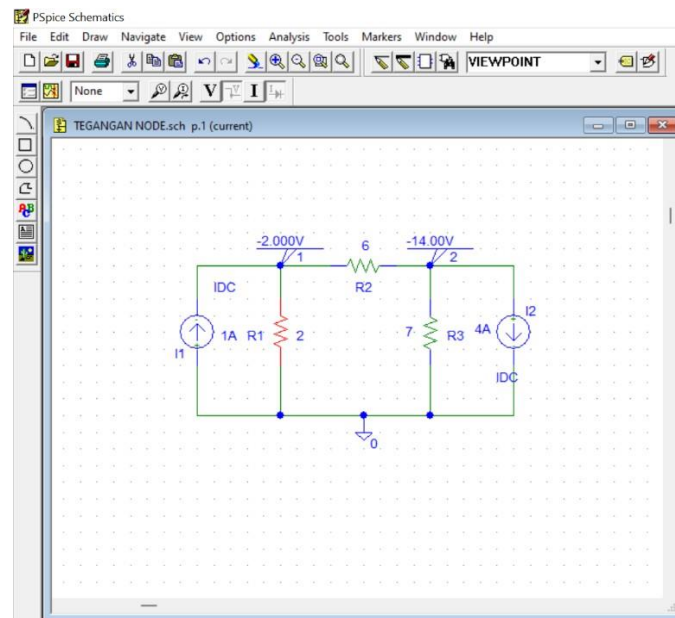
Untuk melihat arah arus, klik kiri pada nilai arus yang berada di dalam kotak biru. Dengan melakukan langkah tersebut, akan ditunjukkan arah arus dalam garis berwarna merah. Demikian pula jika ingin melihat titik tegangan, klik kiri pada nilai tegangan dalam kotak berwarna hijau, akan ditunjukkan titik tegangan yang sesuai dengan nilai yang ditunjuk seperti gambar di bawah ini.



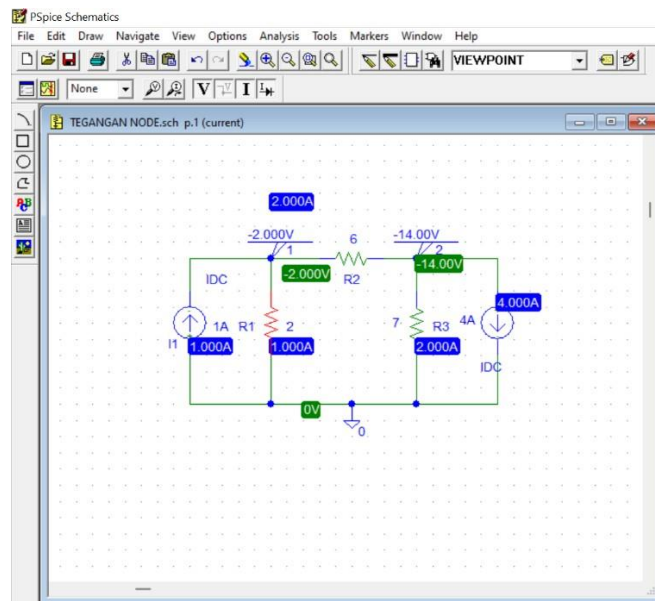
Gambar 6. Cara Melihat Arah Arus dan Titik Tegangan Pada PSPICE

Tampilan gambar 6 di atas menunjukkan bahwa terdapat 3 titik tegangan pada rangkaian ditandai dengan warna hijau, dan empat aliran arus yang ditandai dengan blok warna biru.

3.1. Gambar dan Tabel



Gambar 7. Rangkaian DC Menghitung Tegangan Node



Gambar 8. Rangkaian DC Keseluruhan Arus dan Tegangan yang Masuk dan Keluar

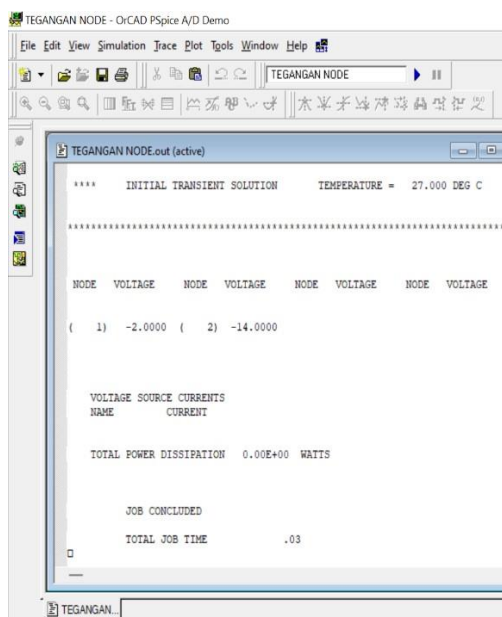
```

* Schematics Netlist *
I_I1      0 1 DC 1A
I_I2      2 0 DC 4A
R_R1      0 1 2
R_R3      2 0 7
R_R2      2 1 6

**** RESUMING "TEGANGAN NODE.cir" ****
.INC "TEGANGAN NODE.als"

**** INCLUDING "TEGANGAN NODE.als" ****
* Schematics Aliases *
.ALIASES
I_I1      I1(+0 -=1 )
I_I2      I2(+2 -=0 )
R_R1      R1(1=0 2=1 )
R_R3      R3(1=2 2=0 )
R_R2      R2(1=2 2=1 )
_ _      _ (1=1)
_ _      _ (2=2)
.ENDALIASES
    
```

Gambar 9. Hasil Analisa Dari Schematics Rangkaian yang Didapat



4. Kesimpulan

1. Rangkaian Elektronika adalah sebuah rangkaian yang menggunakan beberapa komponen elektronika seperti resistor, kapasitor dan lain sebagainya. Rangkaian Elektronika sering kita temui di kehidupan sehari-hari bahkan sering kita gunakan.
2. PSpice atau (Personal Simulation Program Witch Integrated circuit Emphasis) Adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menguji coba suatu rangkaian. PSpice juga bisa menghitung tegangan dan waktu atau arus yang masuk ataupun keluar.
3. Pada dasarnya, cara menggunakan PSpice adalah, "Tentukan sebuah rangkaian dalam berkas teks (ekstensi ".CIR") yang dinamakan netlist atau menggunakan simbol-simbol grafik melalui pembuatan skematik (rangkaian yang digambar), Jalankan simulasi. SPICE membaca netlist dan kemudian melakukan Analisa yang diminta: AC,DC atau Respon transien. Hasilnya disimpan dalam sebuah berkas keluaran teks (ekstensi ".OUT"), Perhatikan hasil simulasi pada berkas teks keluaran (ekstensi ".OUT") menggunakan editor teks. Banyak program SPICE yang sudah menyediakan tampilan grafik untuk plot data-data yang tersimpan pada berkas data biner.
4. Dengan adanya perangkat lunak PSpice ini dapat memudahkan kita Ketika ingin mengetahui berfungsi atau tidaknya sebuah rangkaian yang akan kita buat, sehingga kita juga bisa menganalisis sebuah rangkaian tersebut. sementara itu dengan adanya penelitian ini bisa sedikit.

Ucapan Terimakasih

Penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh rekan-rekan yang sudah berpartisipasi dalam penelitian ini, ucapan terimakasih juga kepada Tim Senter yang telah mengeluarkan waktu untuk membuat template ini sehingga bisa memudahkan penulis dalam pembuatan prosiding ini.

Referensi

- [1] Carter, B. (2001). Using Texas Instruments Spice Models In Pspice. Texas Instruments Application Report.

- [2] Nuryanto, L. E. (2018). Analisa Rangkaian Elektronika Dengan Menggunakan Program Simulasi Spice. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 13(3).
- [3] Tuinenga, Paul W. *Spice A Guide To Circuit Simulation And Analysis Using Pspice*. Prentice Hall, Inc., 1995.
- [4] Samman, F. A., Ahmad, R., & Mustafa, M. (2015). Perancangan, Simulasi Dan Analisis Harmonisa Rangkaian Inverter Satu Fasa. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 62-70.
- [5] St Kristyawati, D., & Hartono Siswono, D. Analisa, Simulasi Dan Rancang Bangun Bandpass Filter Untuk Fetal Doppler Menggunakan Pspice.
- [6] Isnain, T. M., Facta, M., & Karnoto, K. (2015). Analisis Kerja Inverter Jembatan Penuh Dengan Rangkaian Pasif Lc Beban Paralel. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1), 147-154.
- [7] Hiendro, A. (2010). Pembuatan Model Transien Mesin Induksi Menggunakan Pspice. *Elkha: Jurnal Teknik Elektro*, 2(1).
- [8] Jasni, J., Noor, S. B. M., & Abd Rahman, R. Z. (2003). Diagnosis Kerosakan Litar Menggunakan Pspice Dan Rangkaian Neural Tiruan. *Jurnal Teknologi*, 75â-86.
- [9] Rajagukguk, M. (2011). Impedansi Implus Sistem Pembumian Menara Transmisi 150 Kv Dengan Simulasi Pspice. *Elkha: Jurnal Teknik Elektro*, 3(1).

Analisis Kinerja Jaringan Sensor Kelembaban Tanah Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Pipa Air Berbasis IoT

Performance Analysis Of Soil Moisture Sensor Network On IoT-Based Water Pipe Leak Detection Prototype

Theresia De Avilla Luna Oryza^{1*}, Augustinus Bayu Primawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma

Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

Telp. (0274) 883037, 883968 Fax. (0274) 886529

theresiavilla178@gmail.com^{1*}, bayu@usd.ac.id²

Abstrak – *Internet of Things* merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet. Kebocoran saluran pipa air bersih merupakan masalah utama yang sering terjadi pada perusahaan air, oleh karena itu dibutuhkan solusi yang tepat untuk mengetahui titik letak kebocoran pada saluran pipa air bersih. Kebocoran pipa akan lebih mudah dideteksi dan ditangani jika pipa tersebut berada di permukaan tanah. Saluran pipa air yang terletak di bawah tanah akan lebih sulit untuk dideteksi letak titik kebocorannya. Salah satu contoh solusi untuk mengetahui titik letak kebocoran pipa yang berada di bawah tanah adalah dengan melakukan monitoring pada kelembaban tanah. Perancangan dan penelitian ini difokuskan untuk menganalisis kinerja jaringan sensor kelembaban tanah pada prototipe pendeteksi kebocoran pipa. Pembuatan sistem pendeteksi kebocoran pipa di bawah tanah dengan sensor kelembaban tanah supaya dapat mengetahui letak area yang terjadi kebocoran pipa menggunakan platform MIT App Inventor dan firebase sebagai database. Dalam membangun sistem pendeteksi kebocoran pipa di bawah tanah dengan sensor kelembaban tanah YL-69 berbasis IoT, maka dibutuhkan pengujian delay dan data error rate untuk mengetahui kualitas jaringan sensor tersebut. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa sistem pendeteksi kebocoran pipa di bawah tanah dengan sensor kelembaban tanah YL-69 berbasis IoT dapat mengirim data hasil pembacaan sensor menuju firebase sebagai database dan platform MIT App Inventor. Dari hasil perbandingan waktu pengiriman data bahwa penerimaan data ke database maupun App Inventor tergantung oleh jaringan wifi yang terhubung oleh nodeMCU.

Kata Kunci: *Sensor kelembaban tanah YL-69, NodeMCU, Firebase, MIT App Inventor*

Abstract – *The Internet of Things* is a concept that aims to expand the benefits of internet connectivity. Leakage of clean water pipelines is the main problem that often occurs in water companies, therefore the right solution is needed to find out the location of leaks in clean water pipelines. Pipe leaks will be easier to detect and handle if the pipes are at ground level. Water pipelines located underground will be more difficult to detect the location of the leakage point. One example of a solution to find out the location point of pipe leaks underground is to monitor soil moisture. This design and research is focused on analyzing the performance of the soil moisture sensor network on the pipe leak detection prototype. Creation of an underground pipe leak detection system with soil moisture sensors to find out the location of the area where the pipe leak occurred using the MIT App Inventor platform and firebase as a database. In building an underground pipe leak detection system with IoT-based YL-69 soil moisture sensors, delay testing and error rate data are needed to determine the quality of the sensor network. Based on the results of the study, it was concluded that an underground pipe leak detection system with an IoT-based YL-69 soil moisture sensor can send sensor reading data to firebase as a database and MIT App Inventor platform. From the results of the comparison of data transmission time that the receipt of data to the database or App Inventor depends on the wifi network connected by the nodeMCU.

Keywords: *Soil Moisture Sensor YL-69, NodeMCU, Firebase, MIT App Inventor*



1. Pendahuluan

Kebocoran saluran pipa air bersih merupakan masalah utama yang sering terjadi pada perusahaan air, oleh karena itu dibutuhkan solusi yang tepat untuk mengetahui titik letak kebocoran pada saluran pipa air bersih. Kebocoran pipa akan lebih mudah dideteksi dan ditangani jika pipa tersebut berada di permukaan tanah. Saluran pipa air yang terletak di bawah tanah akan lebih sulit untuk dideteksi letak titik kebocorannya (Taryana, 2018). Salah satu contoh solusi untuk mengetahui titik letak kebocoran pipa yang berada dibawah tanah adalah dengan melakukan monitoring pada kelembaban tanah. Masalah yang melatar belakangi penelitian ini yaitu bagaimana cara mendeteksi kebocoran pada saluran pipa bawah tanah. Dalam membangun sistem pendeteksi kebocoran pipa di bawah tanah dengan sensor kelembaban tanah YL-69 berbasis *IoT*, maka dibutuhkan pengujian *delay* dan *data error rate* untuk mengetahui kualitas jaringan sensor tersebut.

Berbagai penelitian telah dilakukan sebelum penelitian ini, namun penelitian utama yang menjadikan referensi penelitian ini adalah jurnal penelitian tahun 2019 yang berjudul “*Water Pipeline Monitoring and Leak Detection using soil moisture Sensors: IoT based solution*” ; oleh Elleuchi, Manel; Khelif, Raouia; Kharrat, Mohamed; Aseeri, Mohammed; Obeid, Abdulfattah; Abid, Mohamed ditahun 2019. Pada penelitian tersebut dirancang suatu sitem yang yang mendeteksi kebocoran pipa melalui sensor kelembaban tanah berdasarkan perubahan nilai kelembaban tanah yang terjadi pada tanah disekitar pipa (Elleuchi, et al., 2019).

Kelembaban tanah didefinisikan sebagai kandungan air yang terkandung pada pori – pori tanah. Kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah. Kelembaban tanah berbanding terbalik dengan suhu/temperatur (Nugroho, 2011).

Internet of Things merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet. Konsep ini memiliki kemampuan untuk berbagi data, kendali jarak jauh, dan masih banyak lagi (Swarna, 2016). Keterkaitan objek dengan internet sebagai dasar pengembangan layanan. Tahapan *Internet of Things* dengan pemrograman untuk sebuah intruksi pada setiap perintah kepada mesin tanpa bantuan manusia (Susanto, Prasiani, & Darmawan, 2022).

Penggunaan berbagai sensor dan teknologi telah lama dibuat untuk menyaring keadaan ekologis dan bencana, seperti penggunaan perangkat pendeteksi banjir yang menggunakan Radar Doppler, namun memerlukan rencana peralatan yang rumit dan membutuhkan biaya yang besar [6]. Penelitian ini lebih mengarah ke *Internet of Things (IoT)*. *IoT* adalah ide di mana item disematkan dengan inovasi seperti sensor dan pemrograman yang ditentukan untuk menyampaikan, mengontrol, menghubungkan, dan memperdagangkan informasi melalui berbagai gadget selama mereka terhubung dengan organisasi web [7].

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja jaringan sistem kelembaban tanah pada prototipe kebocoran pipa air yang berada di dalam tanah dan juga mendeteksi letak kebocoran pipa air berdasarkan area tertentu. Monitoring ini diterapkan pada *platform MIT App Inventor* sebagai tampilan berupa status kebocoran pipa dan juga status tanah. Satus kebocoran akan berubah jika terjadi perubahan status tanah dari tanah kering ke tanah lembab/tanah basah. Status tanah yang terdapat dalam penelitian ini adalah tanah kering,tanah lembab, dan tanah basah. Prinsip untuk mengetahui ada atau tidaknya kebocoran adalah dengan cara melihat nilai kelembaban tanah disekitar pipa antar *node sensor*. Perancangan dan penelitian ini difokuskan untuk menganalisis jaringan sensor kelembaban tanah pada prototipe pendeteksi kebocoran pipa.

Kualitas pengiriman data diukur berdasarkan waktu tunda atau *delay* [8] dan juga *data error rate* dalam setiap perangkat sensor yang terhubung pada jaringan. Dalam perancangan untuk membangun sistem pendeteksi kebocoran pipa air menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis *IoT*, maka dibutuhkan pengujian sistem yaitu dengan cara mengetahui *delay* pengiriman ke *firebase* dan *app inventor*. Data yang dikumpulkan dari jaringan sensor dapat dikumpulkan dan disimpan dalam database[8].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode penelitian dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif biasanya dipakai untuk menguji suatu teori, untuk menyajikan suatu fakta atau mendeskripsikan statistik, untuk menunjukkan hubungan antar variabel, dan ada pula yang bersifat mengembangkan konsep [9]. Strategi eksplorasi ini akan mengumpulkan informasi dengan mengestimasi perangkat dan memecah sudut-sudut tertentu yang terkait dengan isu-isu yang ada sehingga dapat memberikan informasi pendukung. Tahapan yang menyertai dalam strategi eksplorasi ini harus terlihat sebagai berikut:

2.1. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode pengumpulan data yang bertujuan untuk mempelajari berbagai macam sumber referensi berupa literatur-literatur serta hasil penelitian sebelumnya. Hal ini berguna untuk mendapatkan landasan teori dari hal apa yang akan diteliti.

2.2. Perancangan *Software* dan *Hardware*

Perancangan *software* menggunakan Arduino IDE bertujuan untuk memprogram NodeMCU yang digunakan sebagai mikrokontroler. Dalam perancangan *hardware* diperlukan 3 alat utama alat yaitu, *Smartphone*, NodeMCU(esp8266) dan Sensor Kelembaban tanah YL-69. *Input* berupa pembacaan sensor dari sensor YL-69 yang diolah oleh NodeMCU(esp8266) lewat jaringan internet. Data yang telah diolah oleh nodeMCU akan dikirimkan ke firebase sebagai database ,lalu ditampilkan pada platform MIT App Inventor.

2.3. Pengujian Alat

Pengujian prototipe sistem ini menggunakan dua skema pengujian yaitu dengan melakukan pengujian *Quality Of Services* (QoS) dan pengujian keberhasilan sistem.

2.3.1. Pengujian Quality of Service (QoS)

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian *Quality Of Services* (QoS) jaringan, yang diukur nantinya adalah *Delay* pada pengiriman ke *firebase* dan pengiriman data ke *MIT App Inventor* untuk mengetahui kualitas jaringan. Parameter *Delay* adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jaringan yang digunakan oleh nodeMCU

2.3.2. Pengujian Keberhasilan Sistem

Pada pengujian ini dilakukan beberapa uji coba untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam pendeteksi kebocoran pipa menggunakan sensor nodeMCU. Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor di permukaan tanah dan berada didalam tanah. Kemudian pengujian pada masing-masing letak sensor dilakukan pengambilan data sebanyak 50 data percobaan. Data yang diterima oleh *firebase* dan *app inventor* apakah sesuai dengan yang dikirim oleh nodeMCU.

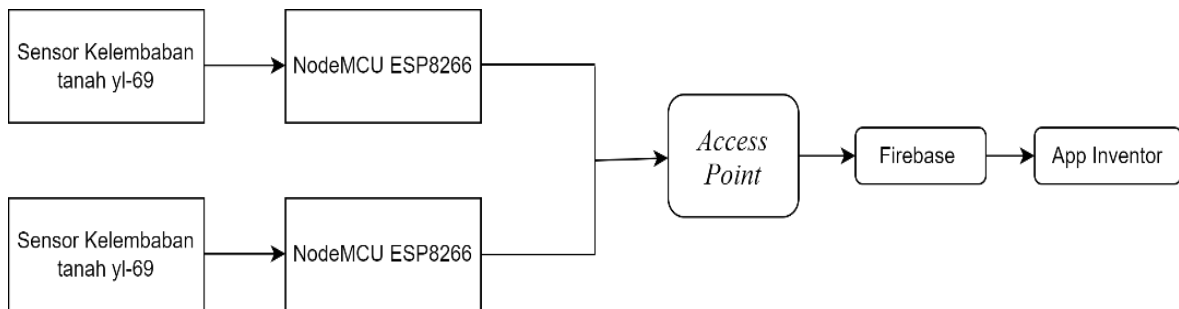
2.4. Analisa dan Kesimpulan Hasil Penelitian

Analisa diperoleh dari data hasil penelitian yang dilakukan menggunakan dua skema pengujian yang kemudian akan dianalisis apakah hasil yang didapat sudah sesuai. Kesimpulan hasil penelitian dilakukan untuk mengetahui *delay* dari prototipe pendeteksi kebocoran pipa air menggunakan sensor kelembaban tanah.

2.5. Pemodelan Sistem

Perancangan prototipe pendeteksi kebocoran pipa air menggunakan sensor kelembaban tanah. Perancangan perangkat keras sistem terdiri dari pemodelan mekanik dan pemodelan elektronis. Kemudian perancangan perangkat lunak sistem dimulai dengan proses mengirim data

berupa waktu pengiriman dan juga nilai pembacaan sensor menggunakan NodeMCU ESP8266, data data tersebut akan dikirim ke database *firebase*, dan *app inventor*.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1. menunjukkan diagram blok sistem yang mana data akan diolah NodeMCU ESP8266 lewat jaringan internet. Data yang telah diolah oleh nodeMCU ESP8266 akan dikirim ke firebase lalu dikirm ke *app inventor* untuk ditampilkan nilai sensor dan juga waktu pengambilan data.

2.6. Rancangan Model



Gambar 2. Tampilan prototipe kebocoran pipa di dalam tanah.

Keterangan prototipe kebocoran pipa dengan desain di atas:

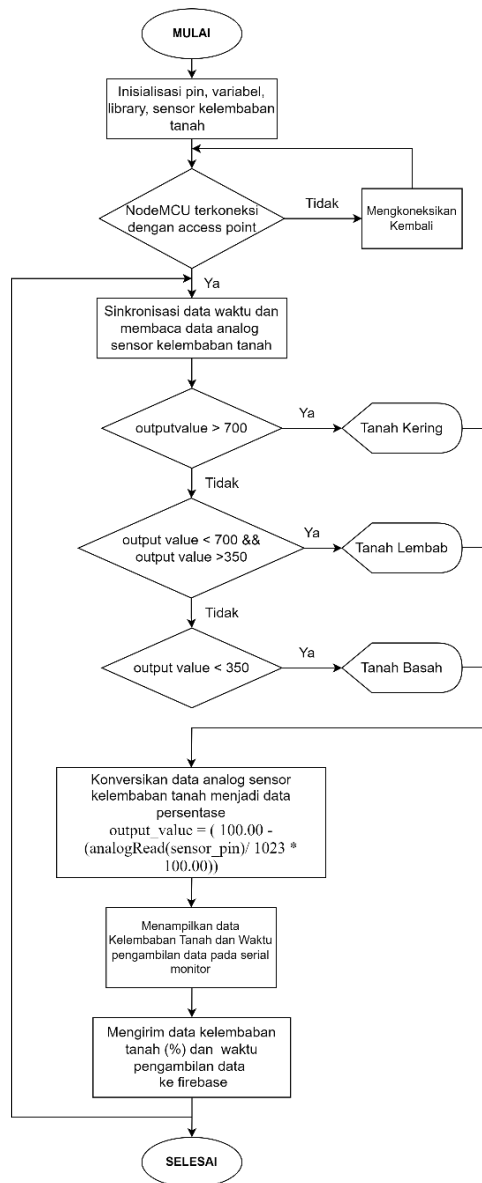
1. Bak sumber air.
2. Boks simulasi kebocoran.
3. Pipa Air.
4. Kran kebocoran pipa air.

Pada gambar 2. merupakan tampilan dari pada prototipe kebocoran pipa air di dalam tanah pada sistem ini. Ukuran boks 80 cm x 30 cm x 32 cm , di dalam boks tersebut terdapat pipa air yang digunakan untuk mengaliri air dan kran pipa yang digunakan untuk simulasi kebocoran pipa. Bokssimulasi diletakkan pada kerangka dengan tinggi 1 meter.

2.7. Perancangan Perangkat Lunak

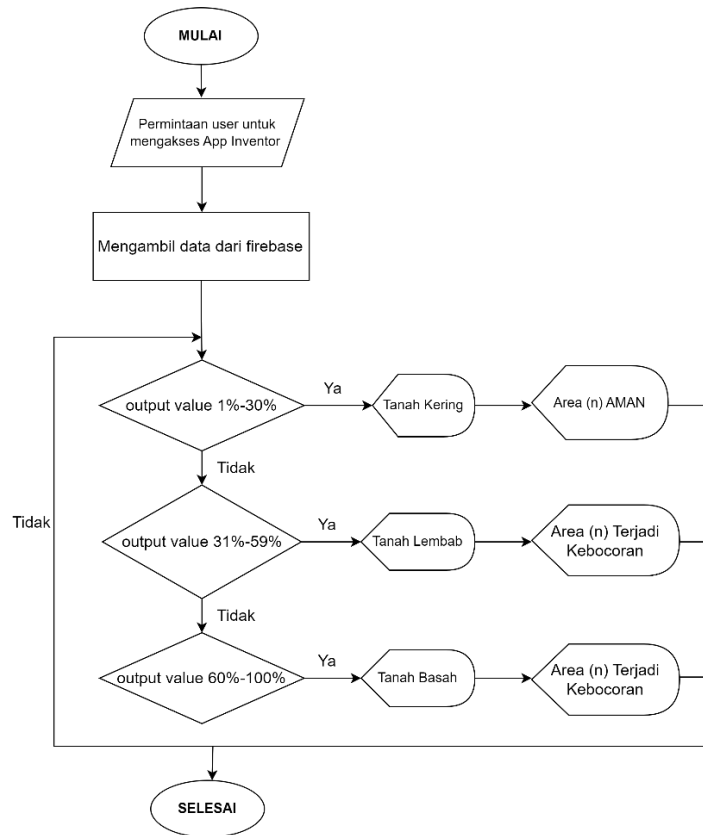
Pada perancangan lunak sistem prototipe ini, *Firebase* digunakan untuk database, dimana program utama akan dikirim oleh nodeMCU, sedangkan aplikasi yang didesain pada *app inventor*

akan mengambil data dari *firebase*. Untuk alur program keseluruhan yang lebih jelas akan ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir NodeMCU

Sedangkan untuk diagram alir pada tampilan *app inventor* dapat dilihat pada gambar 4. Data yang sudah diproses oleh NodeMCU dikirimkan ke *firebase*. Data kelembaban tanah dari *firebase* berupa data presentase, nilai 1% - 30% menampilkan status tanah kering dengan status kebocoran “AMAN”, 31% - 59% menampilkan status tanah lembab, dan 60% - 100% menampilkan status tanah basah dengan status “Terjadi kebocoran pada area (n)”



Gambar 4. Diagram alir App Inventor

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Cara Kerja Alat

Cara kerja sistem prototipe ini adalah mendeteksi kebocoran pipa air yang terletak di dalam tanah. Pemantauan dapat dilihat melalui aplikasi app inventor. Pada aplikasi app inventor dapat mengetahui data nilai kelembaban tanah, status tanah, status kebocoran, dan juga waktu pengambilan data dalam penelitian ini terdapat dua area sensor yang dapat dideteksi

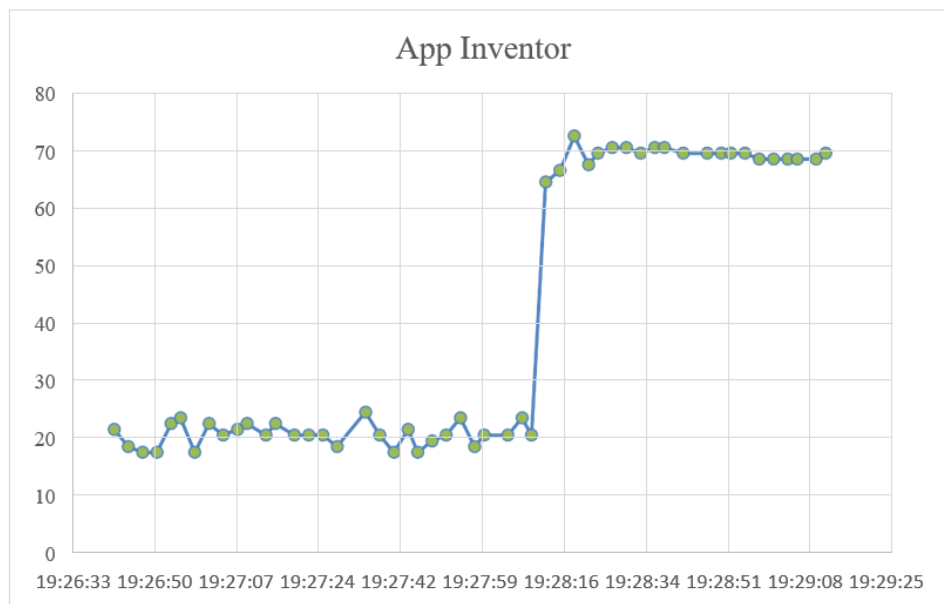


Gambar 5. Desain tampilan pendeteksi kebocoran

3.2. Pengujian Kebocoran

Tabel 1. Hasil pengujian Kebocoran pipa pada sensor 1 di permukaan tanah

Pengiriman		Firebase		App Inventor		Status tanah	Status Kebocoran
Waktu	Data (%)	Waktu	Data (%)	Waktu	Data (%)		
19:27:56	19	19:27:57	19	19:27:57	19	Kering	Aman
19:27:58	21	19:27:59	21	19:27:59	21	Kering	Aman
19:28:03	21	19:28:04	21	19:28:04	21	Kering	Aman
19:28:05	24	19:28:07	24	19:28:07	24	Kering	Aman
19:28:08	21	19:28:09	21	19:28:09	21	Kering	Aman
19:28:11	65	19:28:12	65	19:28:12	65	Basah	Bocor Area 1
19:28:14	67	19:28:15	67	19:28:15	67	Basah	Bocor Area 1
19:28:17	73	19:28:18	73	19:28:18	73	Basah	Bocor Area 1
19:28:20	68	19:28:21	68	19:28:21	68	Basah	Bocor Area 1
19:28:22	70	19:28:23	70	19:28:23	70	Basah	Bocor Area 1

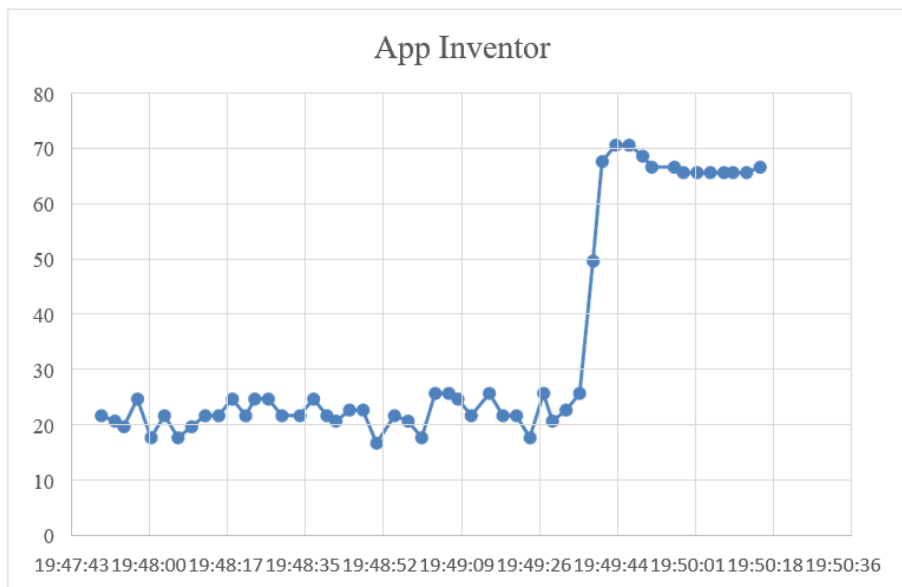


Gambar 6. Grafik Kebocoran Sensor 1 di permukaan

Pada tabel 1 data monitoring pendeteksi kebocoran pipa pada sensor 1 yang berada dipermukaan tanah. Pada awalnya status tanah masih kering dengan nilai sensor 21% lalu berubah menjadi bocor dan terdapat peringatan pada area 1 dengan nilai sensor menjadi 65%. Perubahan status tanah kering / status aman menjadi tanah basah / status terjadi kebocoran pada area 1 dapat dibaca dengan waktu 3 detik. Grafik kebocoran pada area 1 dapat dilihat pada gambar 6 pada grafik tersebut terlihat bahwa keadaan tanah yang mulanya berstatus kering pada jam ke 19:28:12 berubah menjadi tanah basah dengan nilai kelembaban 65%. Pengujian kebocoran dilakukan dengan debit air yang besar, hal ini yang menyebabkan sensor kelembaban tanah langsung mendeteksi kebocoran dengan nilai kelembaban yang tinggi.

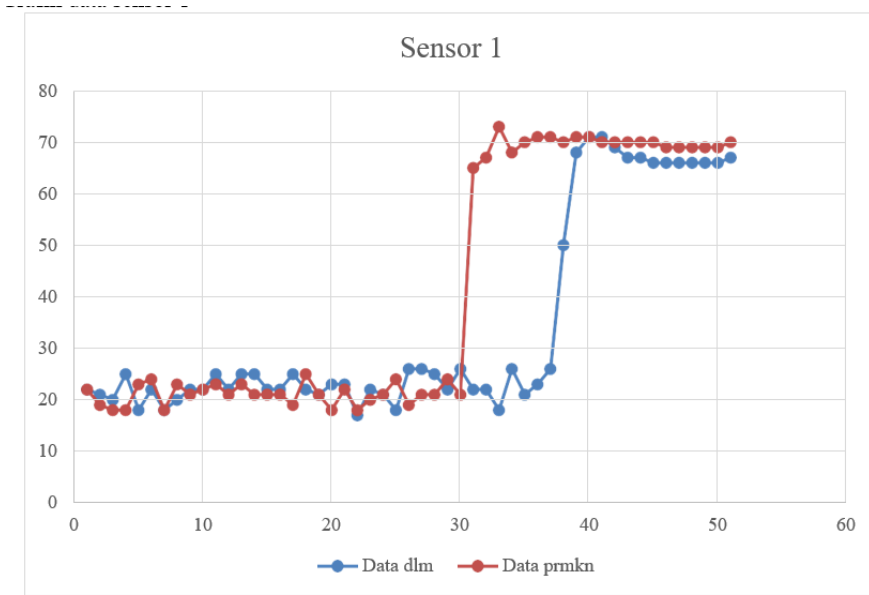
Tabel 2. Hasil pengujian Kebocoran pipa pada sensor 1 didalam tanah

Pengiriman		Firebase		App Inventor		Status tanah	Status Kebocoran
Waktu	Data (%)	Waktu	Data (%)	Waktu	Data (%)		
19:49:23	18	19:49:24	18	19:49:24	18	Kering	Aman
19:49:26	26	19:49:27	26	19:49:27	26	Kering	Aman
19:49:29	21	19:49:29	21	19:49:29	21	Kering	Aman
19:49:32	23	19:49:32	23	19:49:32	23	Kering	Aman
19:49:34	26	19:49:35	26	19:49:35	26	Kering	Aman
19:49:37	50	19:49:38	50	19:49:38	50	Lembab	Bocor Area 1
19:49:40	68	19:49:40	68	19:49:40	68	Basah	Bocor Area 1
19:49:43	71	19:49:43	71	19:49:43	71	Basah	Bocor Area 1
19:49:45	71	19:49:46	71	19:49:46	71	Basah	Bocor Area 1
19:49:48	69	19:49:49	69	19:49:49	69	Basah	Bocor Area 1



Gambar 7. Grafik Kebocoran Sensor 1 di dalam tanah

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa pembacaan data sensor 1 yang berada di dalam tanah. Data yang dikirim oleh nodeMCU diterima oleh firebase dan App Inventor dengan *delay* hanya 1 detik. Perubahan dari tanah kering/status aman dengan nilai sensor 26% , lalu berubah menjadi tanah lembab/status terjadi kebocoran pada area 1 dengan nilai sensor 50%, berubah lagi menjadi 68% dengan status tanah basah/status terjadi kebocoran pada area 1. Grafik kebocoran pada area 2 dapat dilihat pada gambar 7 pada grafik tersebut terlihat bahwa keadaan tanah yang mulanya berstatus kering pada jam ke 19:49:38 berubah menjadi tanah lembab dengan nilai kelembaban 50%, lalu berubah kembali pada jam 19:49:40 dengan status tanah basah 68% dan terjadi kebocoran. Pada data tabel 2 perubahan status tanah kering ke tanah lembab mempunyai rentang waktu 3 detik sedangkan dari tanah lembab ke basah mempunyai rentang waktu 2 detik.



Gambar 8. Grafik data sensor 1

Data gabungan sensor 1 dengan letak sensor didalam dan dipermukaan dapat dilihat pada gambar 8. Dapat dilihat bahwa pada saat letak sensor berada di permukaan tanah saat terjadi kebocoran sensor akan langsung membaca data pada saat tanah basah, sedangkan saat sensor diletakkan di dalam tanah maka sensor dapat mendeteksi tanah lembab terlebih dahulu pada saat terjadi kebocoran, lalu baru ke tanah basah.

3.3. Pengujian delay Pada Prototipe Kebocoran Pipa

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap *delay* (tunda waktu data diterima oleh nodeMCU menuju database dan ditampilkan pada *App Inventor*). *Delay* diukur dengan mengamati waktu yang diterima pada firebase dan waktu yang diterima pada *App Inventor*. *Data error rate* dihitung dari data yang diterima dengan data yang dikirim, penguji melihat data yang dikirim oleh nodemcu sama dengan data yang diterima di database dan app inventor.

Tabel 3. Rata-rata *delay* sensor 1 di permukaan tanah

Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - Firebase)			Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - App Inventor)		
	Waktu	<i>Delay</i> (s)		Waktu	<i>Delay</i> (s)
Pagi	8:43:56 - 8:47:42	0.45	Pagi	8:43:56 - 8:47:42	0.745
Siang	13:45:37 - 13:49:07	1.039	Siang	13:45:37 - 13:49:07	1.176
Malam	19:18:35 - 19:21:49	1.196	Malam	19:18:35 - 19:21:49	1.235

Tabel 3 merupakan data rata-rata perhitungan *delay* pada sensor 1 dengan posisi sensor di permukaan tanah. Dapat dilihat bahwa pengiriman data pada pagi hari memperoleh nilai rata-rata *delay* yang sangat rendah yaitu 0.45 detik. Pengiriman data dari nodeMCU ke App Inventor juga data pada pagi hari memperoleh nilai *delay* yang rendah yaitu 0.745 detik dibanding dengan pengiriman siang 1.176 detik dan malam 1.235 detik. Pengiriman data ini juga dipengaruhi oleh kecepatan internet yang terhubung pada nodemcu.

Tabel 4. Rata-rata *delay* sensor 1 di dalam tanah

Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - Firebase)			Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - App Inventor)		
Waktu		<i>Delay</i> (s)	Waktu		<i>Delay</i> (s)
Pagi	9:13:28 - 9:17:15	1.274	Pagi	9:13:28 - 9:17:15	1.352
Siang	13:16:45 - 13:20:37	0.509	Siang	13:16:45 - 13:20:37	0.666
Malam	19:39:13 - 19:41:53	1	Malam	19:39:13 - 19:41:53	1.019

Tabel 4. merupakan data rata-rata perhitungan *delay* pada sensor 1 dengan posisi sensor di dalam tanah. Dapat dilihat bahwa pengiriman data pada siang hari memperoleh nilai rata-rata *delay* yang sangat rendah yaitu 0.509 detik. Pengiriman data dari nodeMCU ke App Inventor juga data pada siang hari memperoleh nilai *delay* yang rendah yaitu 0.666 detik dibanding dengan pengiriman pagi 1.352 detik dan malam 1.019 detik. Pengiriman data ini juga dipengaruhi oleh kecepatan internet yang terhubung pada nodemcu.

Tabel 5. Rata-rata *delay* sensor 2 di permukaan tanah

Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - Firebase)			Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - App Inventor)		
Waktu		<i>Delay</i> (s)	Waktu		<i>Delay</i> (s)
Pagi	8:43:56 - 8:47:42	0.463	Pagi	8:43:56 - 8:47:42	0.609
Siang	13:46:09 - 13:49:23	0.215	Siang	13:46:09 - 13:49:23	0.313
Malam	19:18:30 - 19:21:32	0.745	Malam	19:18:30 - 19:21:32	0.764

Tabel 5 merupakan data rata-rata perhitungan *delay* pada sensor 2 dengan posisi sensor di permukaan tanah. Dapat dilihat bahwa pengiriman data pada siang hari memperoleh nilai rata-rata *delay* yang sangat rendah yaitu 0.215 detik. Pengiriman data dari nodeMCU ke App Inventor juga data pada siang hari memperoleh nilai *delay* yang rendah yaitu 0.313 detik.

Tabel 6. Rata-rata *delay* sensor 2 di dalam tanah

Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - Firebase)			Rerata <i>Delay</i> (NodeMCU - App Inventor)		
Waktu		<i>Delay</i> (s)	Waktu		<i>Delay</i> (s)
Pagi	9:13:33 - 9:17:12	1.392	Pagi	9:13:33 - 9:17:12	1.434
Siang	13:16:41 - 13:20:28	0.745	Siang	13:16:41 - 13:20:28	0.921
Malam	19:39:12 - 19:41:51	0.98	Malam	19:39:12 - 19:41:51	0.98

Tabel 6 merupakan data rata-rata perhitungan *delay* pada sensor 2 dengan posisi sensor di dalam tanah. Dapat dilihat bahwa pengiriman data pada siang hari memperoleh nilai rata-rata *delay* yang rendah yaitu 0.745 detik. Pengiriman data dari nodeMCU ke App Inventor juga data pada siang hari memperoleh nilai *delay* yang rendah yaitu 0.921 detik. Pengiriman data ke firebase pada pagi hari memperoleh nilai *delay* 1.392 detik dan pada malam hari 0.98 detik. Pengiriman data ke App inventor pada pagi hari memperoleh nilai *delay* 1.434 detik dan pada malam hari memperoleh nilai *delay* 0.98 detik.

Data yang dikirim diperbaharui secara *realtime*, banyak data yang langsung dapat diterima oleh firebase setelah dikirim namun jika terjadi keterlambatan penerimaan itu disebabkan oleh jaringan yang digunakan kurang stabil.

Tabel 7. *Data error rate* sensor 1 di permukaan tanah

<i>Data error rate</i> (NodeMCU - Firebase)		<i>Data error rate</i> (NodeMCU - App Inventor)	
Waktu	Data Error Rate (%)	Waktu	Data Error Rate (%)
Pagi	0	Pagi	0
Siang	0	Siang	0
Malam	0	Malam	0

Tabel 8. *Data error rate* sensor 1 di dalam tanah

<i>Data error rate</i> (NodeMCU - Firebase)		<i>Data error rate</i> (NodeMCU - App Inventor)	
Waktu	Data Error Rate (%)	Waktu	Data Error Rate (%)
Pagi	0	Pagi	0
Siang	0	Siang	0
Malam	0	Malam	0

Tabel 9. *Data error rate* sensor di permukaan tanah

<i>Data error rate</i> (NodeMCU - Firebase)		<i>Data error rate</i> (NodeMCU - App Inventor)	
Waktu	Data Error Rate (%)	Waktu	Data Error Rate (%)
Pagi	0	Pagi	0
Siang	0	Siang	0
Malam	0	Malam	0

Tabel 10. *Data error rate* sensor 2 di dalam tanah

<i>Data error rate</i> (NodeMCU - Firebase)		<i>Data error rate</i> (NodeMCU - App Inventor)	
Waktu	Data Error Rate (%)	Waktu	Data Error Rate (%)
Pagi	0	Pagi	0
Siang	0	Siang	0
Malam	0	Malam	0

Dari tabel 7 sampai tabel 10 adalah rata – rata *data error rate* dari kedua sensor yang berada di permukaan tanah dan berada didalam tanah, dapat dilihat bahwa setiap data yang dikirimkan oleh NodeMCU sama dengan data yang diterima oleh *firebase* sebagai database dan *App Inventor* sebagai *platform IoT*.

4. Kesimpulan

Sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan, sehingga dapat mengetahui kinerja jaringan sensor kelembaban tanah. Letak dan posisi sensor kelembaban tanah juga mempengaruhi pembacaan nilai kelembaban tanah. Rata – rata *delay* terendah pengiriman yang diterima oleh *firebase* adalah 0.207 detik dan tertinggi 1.392 detik, rata – rata *delay* terendah pengiriman yang diterima oleh *App Inventor* adalah 0.313 detik dan tertinggi 1.434 detik. Kualitas jaringan yang digunakan sangat berpengaruh dalam proses pengiriman data.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat yang lebih sehingga penelitian ini dapat terselesaikan, kedua orang tua dan adik saya yang selalu mendukungan juga terima kasih diucapkan kepada orang-orang yang terlibat dalam penelitian ini.

Referensi

- [1]. D. Taryana, “Perancangan Jaringan Pendeteksi Kebocoran Pipa Air Bawah Tanah Menggunakan Teknologi WSN (Wireless Sensor Network),” Universitas Telkom , Bandung, 2018.
- [2]. M. Elleuchi, R. Khelif, M. Kharrat, M. Aseeri, A. Obeid dan M. Abid, “Water Pipeline Monitoring and Leak Detection using soil moisture Sensors: IoT based solution,” *International Multi - Conference on Systems, Signals and Devices*, Vol. %1 dari %2-, no. -, pp.772-775, 2019.
- [3]. S. A. Nugroho, “Analisis Kelembaban Tanah Permukaan melalui Citra Landsat 7 ETM+ di Wilayah Dataran Kabupaten Purworejo,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2011.
- [4]. R. F. Swarna, “Sistem Monitor Dan Kontrol Kelembaban Tanah Menggunakan Arduino Berbasis Internet of Things,” Universitas Islam Indonesia , Yogyakarta, 2016.
- [5]. F. Susanto, N. K. Prasiani dan P. Darmawan, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI,” *JURNAL IMAGINE*, vol. 2 No1 , pp. 35-40, 2022.
- [6]. G. Wang, C. Gu, J. Rice, T. Inoue, and C. Li, “Highly accurate noncontact water level monitoring using continuous-wave Doppler radar,” *WiSNet 2013 - Proc. 2013 IEEE Top. Conf.el. Sensors Sens. Networks - 2013 IEEE Radio Wirel. Week, RWW 2013*, no. January, pp. 19– 2013, doi: 10.1109/WiSNet.2013.6488620.
- [7]. M. Khan, B. N. Silva, and K. Han, “Internet of Things Based Energy Aware Smart Home Control System,” *IEEE Access*, vol. 4, pp. 7556–7566, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2621752.
- [8]. A.B. Primawan, *Performance Analysis of Data Transmission Device in Wireless Sensor Network*, *International Journal of Engineering Trends and Technology* 68.3(2020):1-5.
- [9]. P. Sindu Prawito and H. P. Perdana, “Aplikasi Sistem Manajemen Belajar Berbasis Web Dengan Framework Laravel di Growth2tech,” *Syntax Lit. ; J. Ilm. Indones.*, vol. 5, no. 3, p. 100,2020, doi: 10.36418/syntax-literate.v5i3.981.

Analisis Kinerja Jaringan Sensor Aliran Air Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Pipa Air Berbasis IoT

Analysis of Water-Flow Sensor Network Performance on IoT-based Water Pipe Leakage Detection Prototype

Bernadeth Rosalia Cika Andhini^{1*}, Augustinus Bayu Primawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma

Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

Telp. (0274) 883037, 883968 Fax. (0274) 886529

bernadethrcikaa@gmail.com^{1*}, bayu@usd.ac.id²

Abstrak – Air merupakan salah satu unsur utama yang menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia terutama air bersih. Masalah kerugian air pada proses distribusi melalui pipa-pipa termasuk pipa bawah tanah masih menjadi masalah besar di Indonesia. Penyebabnya adalah adanya kebocoran pada pipa-pipa distribusi yang susah untuk diketahui. Perkembangan teknologi yaitu Internet of things dapat menjadi solusi untuk masalah tersebut yaitu membuat suatu sistem untuk mengetahui letak kebocoran pipa air dengan kemampuan yang didapat dari pembacaan sensor waterflow. Perancangan prototipe pendeteksi kebocoran ini menggunakan jaringan sensor. Sistem bekerja dengan membaca data debit aliran air dari sensor waterflow. Data yang berhasil dibaca dikirim ke Firebase Realtime Database menggunakan NodeMCU ESP8266 yang telah terhubung ke jaringan internet. Data debit pembacaan setiap node sensor akan ditampilkan di aplikasi android app inventor. Hasil pengujian keseluruhan sistem prototipesudah mampu melakukan pembacaan, pengiriman dan menampilkan data debit air serta waktu pembacaan dengan data error rate yaitu 0%. Kinerja jaringan dari sistem ini sangat berpengaruh terhadap besar delay antara pengiriman dan penerimaan data pada ketiga sensor di waktu pagitermasuk ke dalam kategori baik, di waktu siang hari termasuk kategori buruk, dan di malam hari termasuk kategori buruk. Delay dipengaruhi oleh rata-rata kecepatan internet yang terukur pada jam saat pengujian dilakukan. Aplikasi app inventor dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi kebocoran dengan membedakan kebocoran terjadi pada area 1 atau kebocoran terjadi pada area 2.

Kata Kunci: Nodemcu, Sensor Waterflow, Deteksi Kebocoran Pipa, Internet of Things.

Abstract – Water is one of the major elements of human life, especially clean water. The problem of water loss in the distribution process through pipes including underground pipes is still a big problem in Indonesia. The cause is that there are leaks in distribution pipes that are difficult to identify. The development of technology such as the Internet of things could be the solution to this problem, creating a system to identify the leakages of water pipes with the capabilities obtained from water flow sensor readings. The design of this leak detection prototype uses a network of sensors. The system works by reading the water flow discharge data from the water flow sensor. Successfully read data is sent to the Firebase Realtime Database using the ESP8266 MCU Node that is already connected to the internet network. The discharge data of each sensor node will be displayed in the android app inventory application. The overall test results of the prototype system are capable of reading, shipping and displaying water discharge data and reading time with an error rate of 0%. The network performance of this system has a profound effect on the delay between sending and receiving data on all three sensors in the morning falls into good categories, during the daytime including bad categories, and at night falls into bad categories. Delay is affected by the average measured internet speed at the hour when the test is performed. App inventor applications can work well to detect leaks by distinguishing leaks occurring in area 1 or leaks occurring in area 2.

Keywords: Nodemcu, Waterflow Sensor, Pipe Leakage Detection, Internet of Things.



1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu unsur utama yang menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Manusia merupakan salah satu makhluk yang bergantung terhadap air bersih. Air bersih biasanya digunakan manusia untuk menunjang kebutuhannya dalam kebutuhan mandi, cuci dan kakus serta yang tak kalah penting adalah kebutuhan konsumsi untuk minum maupun memasak. Indonesia melakukan berbagai pengolahan dan penyebaran air bersih melalui perusahaan-perusahaan besar yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) atau Perusahaan Air Minum (PAM). Perusahaan-perusahaan tersebut melakukan berbagai proses standarisasi agar air bersih dapat didistribusikan ke konsumen. Proses distribusi air bersih dilakukan melalui pipa-pipa termasuk pipa bawah tanah yang kemudian akan disalurkan dan diterima oleh setiap rumah.

Masalah kerugian atau kehilangan air pada proses distribusi air bersih masih menjadi masalah besar di Indonesia. Salah satu penyebab masalah kerugian atau kehilangan air secara fisik ini adalah karena adanya kebocoran pada pipa-pipa distribusi. Berdasarkan masalah tersebut, perusahaan pengelola air bersih telah melakukan pencatatan kehilangan air yaitu dengan mencatat adanya perbedaan debit air yang dikirim dan diterima. Namun, masih memiliki kesulitan dalam menentukan lokasi kebocoran pada pipa air.

Sesuai dengan masalah yang telah disebutkan sebelumnya dan meninjau adanya perkembangan teknologi pada revolusi industri 4.0. yaitu Internet of Things atau sering disebut IoT dapat menjadi solusi untuk masalah kerugian dan kehilangan air pada proses distribusi. Solusi tersebut adalah membuat suatu sistem yang berfungsi untuk mengetahui letak kebocoran pipa air dengan kemampuan yang didapat dari pembacaan sensor. Data pembacaan sensor tersebut kemudian dapat digunakan sebagai pendeteksi adanya kebocoran yang dapat terintegrasi dengan perangkat elektronik dan internet yang dapat diakses dari mana saja, dimana saja dan kapan saja. Sistem pemantauan kebocoran pipa air bawah tanah sudah pernah dibuat sebelumnya, penelitian yang dilakukan adalah pemantauan kebocoran dan pendeteksian lokasi kebocoran pipadibawah tanah dengan menggunakan sensor *waterflow* untuk mengetahui perbedaan debit air jika terjadi kebocoran dan memanfaatkan arduino sebagai mikrokontroler [1]. Penelitian lain dilakukan dengan prototipe yang dibuat digunakan untuk mendeteksi kebocoran menggunakan tiga sensor yang berbeda serta dapat dilakukan pemantauan jarak jauh menggunakan aplikasi mobile [2]. Rancang bangun sistem monitoring dan pendeteksi kebocoran pipa juga pernah dilakukan dengan menggunakan sensor *waterflow* untuk menganalisis debit air yang kemudian dapat dipantau dan dideteksi melalui aplikasi android yang disusun melalui aplikasi app inventor [3].

Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh mahasiswa ITS, pada penelitian rancang bangun ini menggunakan aplikasi LabView untuk menampilkan hasil deteksi kebocoran. Berdasarkan penelitian ini disarankan untuk tidak menggunakan sambungan pada pipa karena hal tersebut mempengaruhi debit air, masih diperlukan penyesuaian terhadap tekanan air yang berasal dari pompa dengan sensor *waterflow* yang dipakai, serta menambahkan sistem peringatan jika terjadi kebocoran [4]. Penelitian untuk mendeteksi letak kebocoran pipa air yang lain adalah dengan menggunakan sensor *waterflow* berbasis TCP/IP yang berhasil mengetahui keunggulan teknologi sensor *waterflow* yaitu mampu membedakan letak titik kebocoran dengan akurat. Semakin jauh letak kebocoran, semakin kecil selisih debit air masuk dan keluar [5]. Mengetahui karakteristik dan kinerja jaringan terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan dalam jaringan sensor. Penelitian yang dilakukan adalah meneliti kinerja jaringan sensor menggunakan LORA SX1278 dengan hasil yaitu penggunaan topologi star yang sangat efektif. Kinerja juga dilakukan pengujian dari waktu tunda atau *delay* yang menghasilkan bahwa besar *delay* tergantung dari throughput [6].

Di India, IoT juga dimanfaatkan sebagai bahan penelitian untuk membuat sistem pendeteksi dan pemantauan pipa air. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, pada penelitian ini, sistem juga berfungsi untuk memantau pH air dan seberapa besar air tersebut terkontaminasi. Sistem ini mampu mengakses besar waduk yang digunakan untuk menampung sehingga dapat dideteksi pula jika terjadi kebocoran pada saat proses distribusi air terjadi menggunakan sensor *waterflow* dan sensor ultrasonik [7]. Penelitian lainnya pernah menganalisis kinerja firebase

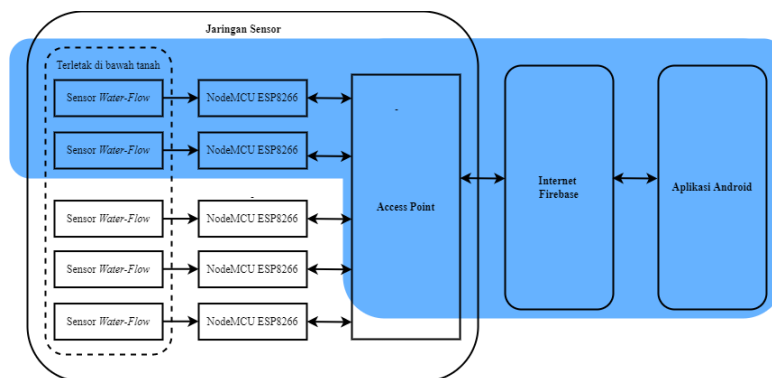
dengan guna menunjang Internet of Things, hasilnya bahwa aplikasi firebase sangat mendukung kinerja IoT karena dapat langsung memperbaharui data secara realtime[8]. Penelitian ini menggunakan jaringan 3G, 4G dan jaringan LAN dengan menganalisis melalui waktu tunda pengiriman setiap jaringan.

Pada penelitian ini sendiri dilakukan dengan menggunakan 3 titik sensor untuk memantau debit air berdasarkan waktu yang telah ditetapkan. Topologi yang digunakan adalah topologi star, yaitu data sensor yang telah berhasil dibaca akan langsung dikirimkan ke firebase untuk kemudian ditampilkan langsung pada aplikasi berbasis web yang dapat diakses dari smartphone maupun browser komputer. Data sensor yang didapatkan akan dikirimkan dan dilakukan pemantauan menggunakan *firebase realtime database*.

2. Metode Penelitian

2.1. Pemodelan Sistem

Perancangan prototipe pendeteksi kebocoran ini menggunakan jaringan sensor yang terhubung dalam topologi star. Perancangan perangkat keras sistem yaitu dimulai dengan perancangan sistem alat, pemodelan elektronik dan mekanik alat. Perancangan perangkat lunak sistem bekerja dengan membaca data debit aliran air dari sensor *waterflow*, kemudian mengirim data yang berhasil dibaca dan diolah ke firebase menggunakan *Nodemcu ESP8266*. Aplikasi android merupakan aplikasi yang digunakan untuk menampilkan data yang disimpan pada database.



Gambar 1. Diagram blok system

Berdasarkan gambar 1. diagram blok sistem merupakan diagram blok penelitian yang dibuat adalah bagian yang berwarna biru. Gambar tersebut menjabarkan lebih jelas mengenai jaringan sensor yang terdiri dari berbagai macam komponen penyusun. Bagian yang dirancang dan dibuat pada penelitian meliputi perancangan jaringan sensor dari *nodemcu* dan sensor *waterflow*, perancangan *nodemcu* yang berfungsi sebagai mikrokontroler, konfigurasi jaringan pada *access point*, konfigurasi menggunakan *firebase realtime database*, serta perancangan aplikasi android untuk menampilkan data kebocoran pipa.

Jaringan sensor yang dirancang terdiri dari tiga buah *node sensor waterflow* kemudian ketiga *node sensor* tersebut akan saling terhubung ke dalam jaringan pada *access point*. Jaringan pada *access point* juga akan terhubung dengan internet agar dapat mengatur konfigurasi *firebase realtime database* yang digunakan untuk menyimpan data sensor dan hasil pengolahan data. Pada aplikasi android akan ditampilkan pengolahan data pembacaan sensor yang telah disimpan ke dalam firebase. Aplikasi android ini akan dapat diakses secara daring melalui internet.

2.2. Rancangan Model

Desain rancangan model terdiri dari prototipe secara keseluruhan yang merepresentasikan cara kerja sistem pendeteksi kebocoran pipa air. Prototipe keseluruhan ini dimulai dari pompa

yang menyalurkan air ke seluruh pipa prototipe yang telah dipasang sensor dan simulasi kebocoran.

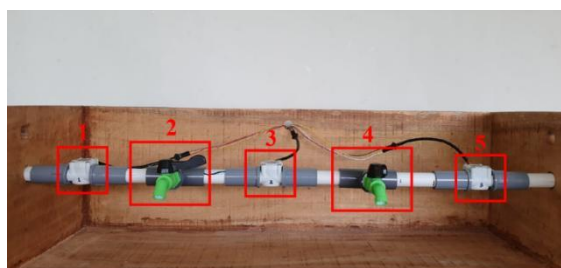


Gambar 2. Prototipe secara keseluruhan

Keterangan gambar 2 prototipe secara keseluruhan antara lain:

1. Ember untuk penampung sumber air (air masuk) sekaligus penampung air buangan (air keluar).
2. Pipa yang terhubung dengan pompa air yang berfungsi untuk memompa air masuk.
3. Boks kayu yang berfungsi untuk menampung tanah sebagai representasi pipa beradadalam bawah tanah.
4. Sambungan pipa yang berfungsi sebagai saluran air keluar yang tersambung langsung dengan ember penampungan.
5. Rangkaian besi siku sebagai meja penopang untuk boks kayu.

Boks kayu berisikan jaringan *node* sensor yang terdiri dari tiga *node* sensor *waterflow* dan simulasi kebocoran yang disimulasikan dengan dua kran air. Jika diperbesar isi boks kayu diperbesar maka akan tampak seperti di bawah ini.



Gambar 3. Bagian dalam boks kayu

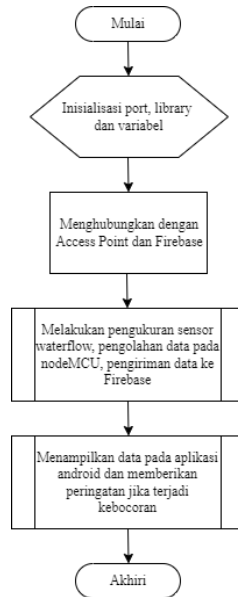
Keterangan dari gambar 3. Bagian dalam boks kayu antara lain:

1. *Node* Sensor 1
2. Simulasi Kebocoran (Kran 1)
3. *Node* Sensor 2
4. Simulasi Kebocoran (Kran 2)
5. *Node* Sensor 3

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

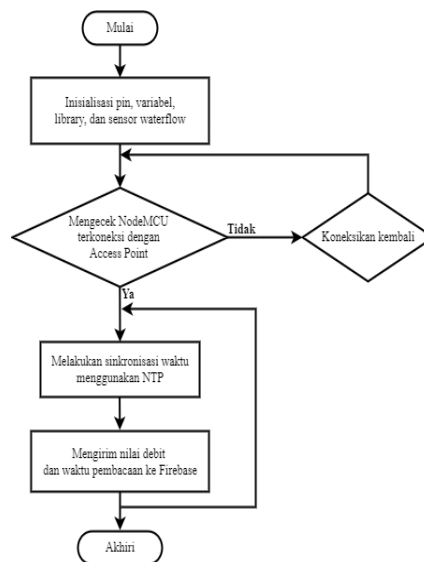
Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari diagram alir kerja prototipe secara keseluruhan, diagram alir pada jaringan sensor *Nodemcu* ESP8266, dan diagram alir pada aplikasi android sebagai aplikasi untuk menampilkan data. Perancangan perangkat lunak ini sebagai acuan alur

kerja pada bagian utama prototipe ini. Gambar 4. diagram alir keseluruhan merupakan cara kerja secara sistem secara keseluruhan yang menjelaskan secara detail diagram blok keseluruhan.



Gambar 4. Diagram alir keseluruhan

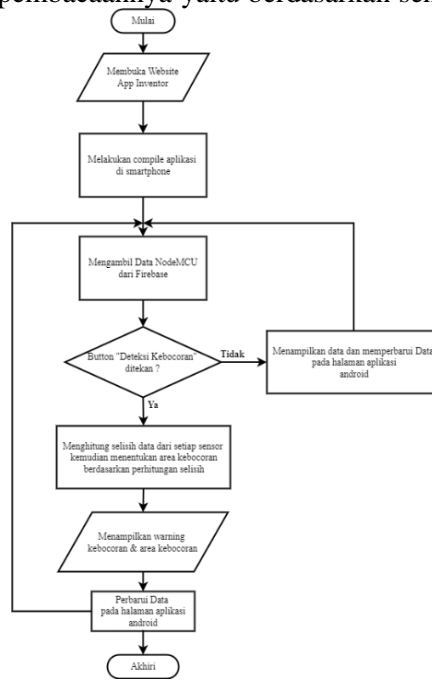
Diagram alir *Nodemcu* ESP8266 pada gambar 5. Diagram alir *Nodemcu* ESP8266 bekerja dengan cara sinkronisasi waktu melalui NTP kemudian melakukan pembacaan sensor *waterflow* dan langkah terakhir adalah mengirimkan waktu pembacaan beserta data debit dari pembacaan sensor *waterflow* ke *firebase realtime database*. Waktu pembacaan dikirimkan dalam tipe data string sedangkan data debit air dikirimkan dalam tipe data float.



Gambar 5. Diagram alir *nodemcu*

Aplikasi berbasis android di mulai dengan mengakses *website app inventor* dan melakukan proses *compile* yang dilakukan dengan scan QR-Code atau dapat memasukkan kode 6 digit. Data

pembacaan sensor akan ditampilkan pada aplikasi android dalam bentuk angka dan tulisan berdasarkan masing-masing pembacaannya yaitu berdasarkan sensor 1, sensor 2, atau sensor 3.



Gambar 6. Diagram alir aplikasi app inventor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Sensor *Waterflow* (Kalibrasi)

Teknik pengujian kalibrasi ini yaitu ketiga sensor akan dirangkai dalam satu aliran pipa yang sudah terhubung dengan pompa air. Setiap *nodemcu* juga terhubung dalam 3 perangkat laptop yang berbeda agar dapat sekaligus merekam hasil pembacaan sensor. Hasil pembacaan sensor *waterflow* akan dibandingkan dengan hasil pembacaan digital *flowmeter*. Pengambilan data pembacaan ketiga sensor ini berhasil direkam dengan beberapa nilai berbeda yang muncul Tabel 1. Tabel perbandingan data sensor 1 *waterflow* merupakan tabel perbandingan data debit sensor 1 *waterflow* dengan data debit digital *flowmeter* dengan pengambilan 15 data pembacaan yang berbeda dengan rata-rata akurasi pembacaan 95,46%.

Tabel 1. Tabel perbandingan data sensor 1 *waterflow*

Nilai Debit yang Diukuroleh Digital <i>Flowmeter</i> Sensor (LPM)	Nilai Debit yang Diukur Sensor <i>Waterflow</i> (L/m)	Presentase Error %	Akurasi %
10.00	10.66	6.60	93.40
10.00	10.81	8.10	91.90
10.00	10.74	7.40	92.60
10.00	10.89	8.90	91.10
10.00	10.22	2.20	97.80
10.00	9.33	6.70	93.30
10.00	9.25	7.50	92.50
10.00	9.18	8.20	91.80
10.00	10.37	3.70	96.30
10.00	9.85	1.50	98.50
10.00	9.92	0.80	99.20
10.00	10.00	0.00	100.00
10.00	10.07	0.70	99.30

10.00	10.14	1.40	98.60
10.00	10.44	4.40	95.60
Rata-Rata		4.54	95.46

Tabel 2. Tabel perbandingan data sensor 2 *waterflow* merupakan tabel presentase error dan akurasi pembacaan debit air pada sensor 2 *waterflow* dengan alat ukur digital *flowmeter* dengan pengambilan 15 data pembacaan yang berbeda sehingga rata-rata akurasi pembacaan 96,28%.

Tabel 2. Tabel perbandingan data sensor 2 *waterflow*

Nilai Debit yang Diukur oleh Digital <i>Flowmeter</i> Sensor (LPM)	Nilai Debit yang Diukur Sensor <i>Waterflow</i> (L/m)	Presentase Error %	Akurasi %
10.00	10.59	5.90	94.10
10.00	10.52	5.20	94.80
10.00	11.11	11.10	88.90
10.00	10.62	6.20	93.80
10.00	10.22	2.20	97.80
10.00	10.29	2.90	97.10
10.00	10.14	1.40	98.60
10.00	10.07	0.70	99.30
10.00	9.55	4.50	95.50
10.00	9.63	3.70	96.30
10.00	9.70	3.00	97.00
10.00	9.85	1.50	98.50
10.00	10.00	0.00	100.00
10.00	10.15	1.50	98.50
10.00	10.6	6.00	94.00
Rata-Rata		3.72	96.28

Tabel 3. Tabel perbandingan data sensor 3 *waterflow* merupakan tabel presentase error dan akurasi pembacaan debit air pada sensor 3 *waterflow* dengan alat ukur digital *flowmeter* dengan pengambilan 15 data pembacaan yang berbeda sehingga rata-rata akurasi pembacaan 93,91%.

Tabel 3. Tabel perbandingan data sensor 3 *waterflow*

Nilai Debit yang Diukur oleh Digital <i>Flowmeter</i> Sensor (LPM)	Nilai Debit yang Diukur Sensor <i>Waterflow</i> (L/m)	Presentase Error %	Akurasi %
10.00	10.52	5.20	94.80
10.00	10.59	5.90	94.10
10.00	10.81	8.10	91.90
10.00	10.79	7.90	92.10
10.00	10.89	8.90	91.10
10.00	10.74	7.40	92.60
10.00	10.82	8.20	91.80
10.00	10.14	1.40	98.60
10.00	9.33	6.70	93.30
10.00	9.26	7.40	92.60
10.00	9.63	3.70	96.30
10.00	10.29	2.90	97.10
10.00	10.22	2.20	97.80
10.00	10.66	6.60	93.40
10.00	9.11	8.90	91.10
Rata-Rata		6.09	93.91

Hasil pengujian ketiga sensor *waterflow* digunakan untuk menentukan rentang nilai pembacaan nilai debit normal (tidak terjadi kebocoran). Dari hasil pengujian tersebut, dapat diketahui bahwa nilai terendah adalah 9,11L/m dan nilai tertinggi adalah 11,11L/m. Besarnya nilai presentase error disebabkan oleh tidak ada penyesuaian kalibrasi faktor pada program *nodemcu*.

3.2. Pengujian Delay

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu tunda antara pengirimandata pembacaan sensor oleh NodeMCU dengan data yang diterima oleh firebase realtime databasejuga waktu tunda antara pengiriman data oleh NodeMCU dan data yang ditampilkan pada app inventor. Waktu pengambilan data dilakukan dalam 3 waktu yang berbeda yaitu pagi, siang, dan malam hari. Kinerja *delay* dari NodeMCU dan firebase realtime database tampak seperti pada Tabel 4. Hasil pengujian *delay* yang didapat dari perhitungan sesuai rumus rata-rata *delay* dari 50 kali pengambilan data.

Tabel 4. Hasil pengujian *delay*

Waktu Pengambilan Data	Data Delay NodeMCU-Firebase (ms)			Data Delay NodeMCU-App Inventor (ms)		
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3
Pagi	60	80	160	240	320	480
Siang	640	680	920	900	920	1140
Malam	720	220	180	720	700	760

Kinerja *delay* transmisi pada ESP8266 telah diketahui yaitu dengan *delay* tercepat adalah 0,242s dan terlambat adalah 0,628s [9]. Kinerja jaringan pada penelitian ini dapat diketahui melalui pengelompokan kategori *delay* melalui standarisasi TIPHON.

Tabel 5. Tabel standarisasi *delay* TIPHON [10]

Kategori	Delay	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150 ms s.d. 300 ms	3
Cukup	300 ms s.d. 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

Delay antara *nodemcu-firebase* pada sensor 1, sensor 2, dan sensor 3 saat pagi hari berada dalam kategori sangat baik dan baik. Sedangkan *delay* pada sensor 1, sensor 2, dan sensor 3 saat siang hari berada dalam kategori buruk. *Delay* pada sensor 1 saat malam hari cenderung berada dalam kategori buruk, berbeda dengan sensor 2 dan sensor 3, keduanya berada dalam kategori baik. Hasil pengujian *delay* antara *nodemcu-app inventor* di waktu pagi hari menunjukkan kategori baik dan cukup, sedangkan di waktu siang dan malam hari menunjukkan kategori yang buruk.

Pengujian *delay* NodeMCU-App Inventor hampir semuanya berada dalam kategori buruk. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah data yang ditampilkan pada app inventor, sebelumnya harus sudah dikirim dan diterima melalui firebase realtime database sehingga melalui dua proses pengiriman data yaitu data dikirim dari NodeMCU ke Firebase juga data dikirim dari

Firestore ke App Inventor. *Delay* yang besar berada pada *delay* antara NodeMCU dan firebase realtime database. Waktu tunda antara pengiriman dan penerimaan data NodeMCU-Firebase ini sangat dipengaruhi oleh kinerja jaringan, maka ketika pengujian dijalankan, juga dilakukan pengujian kecepatan jaringan pada saat itu.

Tabel 6. Tabel rata-rata hasil uji kecepatan jaringan

Keterangan	Rata-Rata		
	Pagi	Siang	Malam
Unduh (Mbps)	15.988	37.563	47.506
Unggah (Mbps)	70.247	68.669	12.455

Tabel 6. Tabel rata-rata hasil uji kecepatan jaringan membuktikan bahwa kecepatan jaringan dapat sesuai dengan *delay* pada sensor 1 saat pagi, siang, dan malam hari bahwa besar *delay* sesuai dengan kecepatan jaringan yang terukur yaitu dari pagi hari paling cepat hingga malam hari paling lambat. Sedangkan saat besar *delay* pada sensor 2 dan 3 memiliki nilai *delay* paling besar di waktu siang hari dan kategori cukup dan baik pada sensor 2 dan 3 di malam hari. Pengujian QoS yang lebih detail dapat disarankan agar mengetahui kinerja jaringan sedetail mungkin.

3.3. Pengujian Data Error Rate

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui presentase data error yang terjadi saat data dikirim oleh *nodemcu* dengan data yang diterima pada *firebase realtime database* serta ditampilkan pada aplikasi app inventor pada *smartphone* sehingga dapat mengetahui *data error rate* dari firebase dan app inventor. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan data debit yang memiliki tipe data *float*, pengujian telah direkam dari pengiriman *nodemcu* dengan data yang diterima pada *firebase realtime database* serta data yang ditampilkan pada tampilan aplikasi app inventor. Berdasarkan data yang sudah diamati, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Tabel hasil pengujian *data error rate*

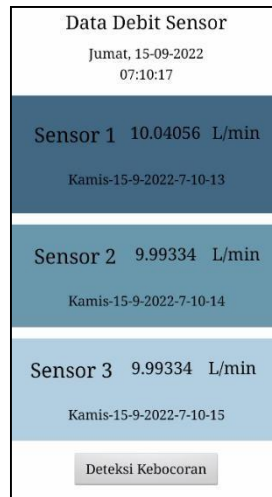
Waktu Pengambilan Data	<i>Data Error Rate Nodemcu-Firebase</i>			<i>Data error rate Firebase-App Inventor</i>		
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3
Pagi	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Siang	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Malam	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Berdasarkan hasil pada tabel 7. Tabel hasil pengujian *data error rate*, semua data pembacaan yang dikirim oleh *Nodemcu* dapat diterima dalam bentuk nilai yang sama oleh *firebase realtime database* sehingga presentase data error adalah 0%. Data pembacaan yang dikirim oleh *nodemcu* adalah data dengan tipe data *float* yang mempunyai ukuran *4bytes* dan *32bit* dengan kemampuan presisi jumlah digit 6-7 digit. Data yang berhasil diterima oleh *firebase realtime database* akan berubah menjadi tipe data JSON.



Gambar 7. Data debit yang diterima pada *firebase realtime database*

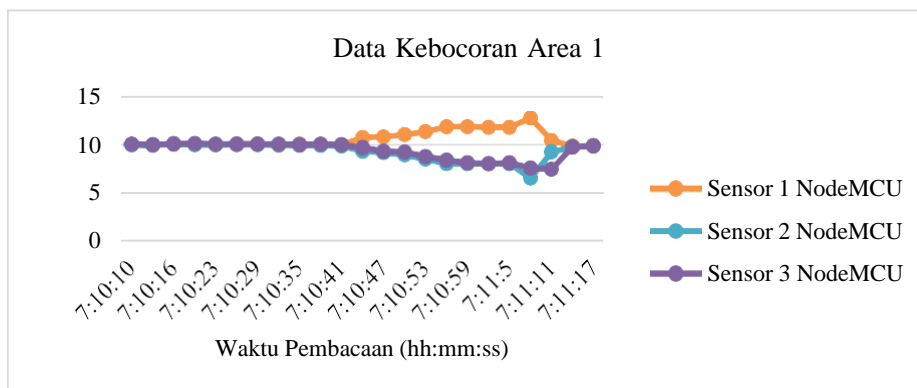
Data pembacaan yang diterima oleh *firebase realtime database* dapat dengan sesuai ditampilkan pada aplikasi app inventor dengan nilai yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi label sebagai penampil data dari *firebase* mampu menampilkan data angka desimal dengan tipe data *float* yang memiliki 5 angka di belakang koma. Gambar 7. Data debit yang diterima pada *firebase realtime database* menunjukkan nilai debit pada sisi *firebase realtime database* dan gambar 8. Data yang ditampilkan pada app inventor menunjukkan data yang ditampilkan pada aplikasi app inventor memiliki nilai yang sama sehingga hal tersebut dapat membuktikan *data error rate* bernilai 0%.



Gambar 8. Data yang ditampilkan pada app inventor

3.4. Pengujian Pendeteksian Kebocoran

Pengujian kebocoran dilakukan dengan variasi dua kebocoran yaitu kebocoran area 1 dan kebocoran area 2. Kebocoran area 1 terletak diantara *node* sensor 1 dan *node* sensor 2, sedangkan kebocoran area 2 terletak diantara *node* sensor 2 dan *node* sensor 3. Sistem mendeteksi adanya kebocoran jika selisih debit antara kedua sensor tersebut sudah lebih dari 3L/min sesuai dengan range debit normal pada saat pengujian kalibrasi sensor.

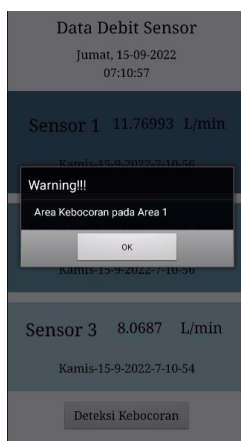


Gambar 9. Grafik kebocoran area 1

Gambar 9. Grafik kebocoran area 1 merupakan grafik yang menunjukkan adanya kebocoran pada area 1. Pada pukul 07.10.10 sampai 07.10.41 pembacaan sensor memiliki nilai debit yang normal (tidak ada indikasi kebocoran) sehingga berada dalam satu garis grafik yang sama. Namun, nilai debit mulai berubah pada jam 07.10.44 yaitu perubahan debit terjadi pada sensor 1

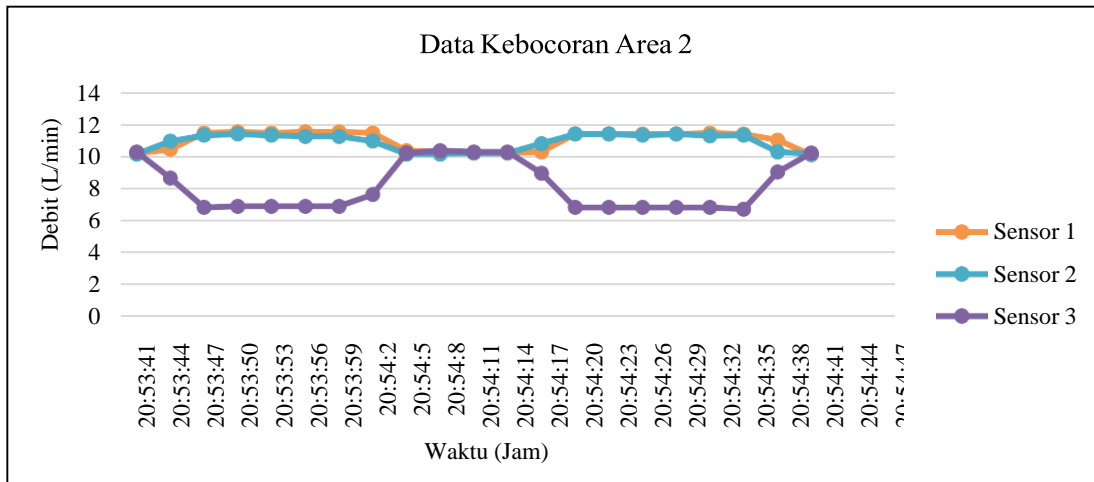
yang mengalami kenaikan sedangkan nilai debit sensor 2 dan sensor 3 menurun. Perbedaan nilai debit antara sensor 1 dan sensor 2, maka dapat mengindikasikan bahwa terjadi kebocoran pada area 1. Nilai debit pada sensor 3 mengukur nilai yang sama dengan nilai debit pada sensor 2 karena sensor 3 menerima keluaran air dari sensor 2.

Nilai perbedaan debit memuncak hingga jam 07.11.08 yaitu nilai debit pada node sensor 1 berubah menjadi lebih besar dari debit normal (grafik meninggi), sedangkan nilai debit pada node sensor 2 dan 3 berubah menjadi lebih kecil dari debit normal (grafik menurun). Program app inventor dapat mendeteksi kebocoran dengan cara menekan button “Deteksi Kebocoran” di antara waktu yang mengindikasikan adanya kebocoran (dalam kasus ini berada di antara jam 07.10.44 hingga jam 07.11.14). Ketika button ditekan maka akan muncul peringatan kebocoran seperti yang ditampilkan pada gambar 10. Peringatan terjadinya kebocoran area 1 di mana peringatan berisi pesan “Area Kebocoran pada Area 1” yang memberikan informasi bahwa telah terjadi kebocoran dengan area kebocoran berada pada area 1.

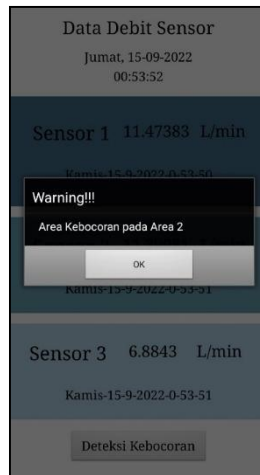


Gambar 10. Peringatan terjadinya kebocoran area 1

Gambar 11. Grafik terjadinya kebocoran area 2 menunjukkan grafik data jika terjadi kebocoran pada area 2. Grafik data kebocoran area 2 menampilkan grafik data dengan 2 kali kebocoran yaitu yang pertama berada di jam 20:53:41 hingga jam 20:54:02 dan yang kedua berada di antara jam 20:54:17 hingga jam 20:54:41. Selisih nilai debit antara sensor 2 dan sensor 3 yang melebihi dari standar selisih debit normal mengindikasikan adanya kebocoran di antara kedua sensor tersebut. Program app inventor dapat mendeteksi kebocoran dengan cara menekan button “Deteksi Kebocoran” di antara waktu yang mengindikasikan adanya kebocoran (dalam kasus ini berada di antara 20:53:41 hingga jam 20:54:02). Ketika button ditekan maka akan muncul peringatan kebocoran seperti yang ditampilkan pada gambar 12. Peringatan terjadinya kebocoran area 2 di mana peringatan berisi pesan “Area Kebocoran pada Area 2” yang memberikan informasi bahwa telah terjadi kebocoran dengan area kebocoran berada pada area 2.



Gambar 11. Grafik terjadinya kebocoran area 2



Gambar 10. Peringatan terjadinya kebocoran area 2

Berdasarkan kedua grafik yaitu grafik kebocoran area 1 dan grafik kebocoran area 2, ketika terjadi kebocoran nilai debit pada sensor 1 dan sensor 2 mengalami kenaikan debit dari debit normal yang seharusnya. Hal ini dapat disebabkan karena faktor eksternal yaitu saluran pipa yang digunakan untuk menyalurkan air tidak rapat (pipa pada setiap sambungan tidak direkatkan dengan baik) sehingga kemungkinan tekanan udara di sekitar aliran pipa mempengaruhi tekanan air di dalam pipa. Faktor lainnya adalah kran air yang memiliki perbedaan luas penampang dengan pipa air utama juga mempengaruhi tekanan air pada daerah sekitar kran sehingga mempengaruhi laju air pada saluran utama.

4. Kesimpulan

Prototipe sistem pendeteksi kebocoran pipa air menggunakan jaringan sensor *waterflow* ini dapat berjalan dengan mendeteksi adanya kebocoran melalui perbedaan nilai debit sensor. Peringatan adanya pendeteksi kebocoran pada pipa air ini menggunakan peringatan dari aplikasi android app inventor. Pemanfaatan teknologi IoT menggunakan jaringan wifi dan *nodemcu* dapat mengurangi kekurangan dari penelitian sebelumnya serta penggunaan *firebase realtime database* sebagai penyimpanan data pembacaan sensor yang dapat digunakan secara realtime. Sistem prototipe ini dapat bekerja dengan baik dan optimal apabila terhubung pada jaringan dengan kualitas yang bagus.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat yang lebih sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dan juga terima kasih diucapkan kepada orang-orang yang terlibat dalam penelitian ini, serta bapak ibu dosen dan teman-teman yang telah membantu penelitian ini.

Referensi

- [1] W. A. Badawi, 2019, *Underground Pipeline Water Leakage Monitoring Based On Iot*, International Journal Of MC Square Scientific Research Vol.11, No.3, Saudi Arabia,.
- [2] N. N. C. Omar, K. N. F. Ku Azir Dan M. F. Kamarudzaman, 2021, *Water Pipeline Leakage Monitoring System Based On Internet*, IOP Publishing, Malaysia.
- [3] A. D. Prasetya, H. Dan K. A. Wibisono, 2020, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan, ElektriKa*, Vol. 12, Pp. 39-47.
- [4] R. G. Manik, 2018, *Rancang Bangun Pendeteksi Kebocoran Dengan Menggunakan Waterflow Sensor Berbasis Wi-Fi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [5] D. Hariyanto, G. A. Pauzi Dan A. Supriyanto, 20 17, *Deteksi Letak Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Menggunakan Teknologi Sensor Flowmeter Berbasis TCP/IP*, Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika, Vol. Vol. 5, Pp. 25-30.
- [6] F. N. Aroeboesman, 2018, *Analisis Kinerja Lora Sx1278 Menggunakan Topologi Star Berdasarkan Jarak dan Besar Data Pada WSN,* Repository Universitas Brawijaya, Malang.
- [7] S. A. A. H. M. Y. Thilagaraj.M, 2020, *Water Leakage Detection And Management System Using IOT*, International Journal Of Advanced Science And Technology, Vol. 29, Pp. 683-689, 2020.
- [8] I. W. S. Nyoman Buda Hartawan, 2019, *Analisis Kinerja Internet of things Berbasis Firebase Real-Time*, Jurnal Resistor, Vol. 1, No. 1, Pp. 6-14.
- [9] A.B. Primawan, "Performance Analysis of Data Transmission Device In Wireless Sensor Network," *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, vol. 68, issue 3, March 2020. [Abstract]. Available: <https://repository.usd.ac.id/36940/> [Accessed Oktober 12, 2022].
- [10] A. R. Hackim, N. Tjahjamoonsih, D. Suryadi And F. Imansyah, "Analisis Kualitas Jaringan Internet dengan Sinyal 4G LTE," 2021.

ID: 21

Perancangan Sistem Penekuk *Plat* Menggunakan Elektro Pneumatik Berbasis PLC Omron CP1E

The Design of Plat Bending System Using Electro Pneumatic Based on PLC Omron CP1E

Feri Rivaldi^{1*}, Taufik Ramadhan², Fadli Afdhalash Adam³, Rina Mardiaty⁴, Agung TriWahyudi⁵, Nanang Ismail⁶

^{1,3,4,5,6} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati
Bandung Jl. A.H. Nasution No. 105A, Cibiru, Bandung, Indonesia

² Departemen Teknik Otomasi

CV. Electrical Blues Creation, Bandung, Indonesia

1197070027@student.uinsgd.ac.id^{1*}, taufikr130198@gmail.com², 1197070021@student.uinsgd.ac.id³,
r_mardiaty@uinsgd.ac.id⁴, 1197070006@student.uinsgd.ac.id⁵, nanang.is@uinsgd.ac.id⁶

Abstrak – Penekukan merupakan suatu metode yang dilakukan untuk membentuk sebuah plat atau lembaran baik logam, aluminium, dan sejenisnya untuk menghasilkan bentuk sesuai dengan yang diinginkan. Sebelumnya dalam membentuk plat masih menggunakan palu dan landasan besi sebagai alasnya yang mana akan memakan waktu dan tenaga yang banyak. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat alat penekuk dengan penekannya menggunakan udara atau pneumatik dan untuk mengendalikannya menggunakan PLC sehingga proses penekukan dapat dilakukan secara otomatis. Komponen utama dalam sistem ini adalah PLC, solenoid valve, push button, kompresor, dan single acting cylinder. PLC (Programmable Logic Controller) adalah suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. Setelah dibuat rancangannya didapatkan hasil yang sesuai dimana piston pada single acting cylinder 1 menekan objek selama 5 detik kemudian kembali ke posisi awal. Piston pada single acting cylinder 2 akan menekan objek selama 3 detik dan hal ini akan terus berulang. Berdasarkan pengukuran waktu secara realtime menggunakan stopwatch, single acting cylinder 1 menekan objek selama 5,16 detik dengan nilai error 3,2% dan silinder 2 selama 3,1 detik dengan nilai error 3,3%.

Kata Kunci: bentuk, penekuk, PLC, pneumatik, silinder.

Abstract – Bending is a method used to form a plate or sheet of metal, aluminum, and the like to produce the desired shape. Previously, in forming the plate, they still used a hammer and an iron anvil as the base which would take a lot of time and energy. To overcome this, a bending device is made with the press using air or pneumatics and to control it using a PLC so that the bending process can be done automatically. The main components in this system are PLC, solenoid valve, push button, compressor, and single acting cylinder. PLC (Programmable Logic Controller) is a control device that can be programmed to control the process or machine operation. Program control from the PLC is to analyze the input signal and then adjust the output state according to the user's wishes. After the design is made, the appropriate results are obtained where the piston in the single acting cylinder 1 presses the object for 5 seconds then returns to its initial position. The piston in the single acting cylinder 2 will press the object for 3 seconds and this will continue to repeat. Based on real time measurement using a stopwatch, single acting cylinder 1 presses the object for 5.16 seconds with an error value of 3.2% and cylinder 2 for 3.1 seconds with an error value of 3.3%.

Keywords: shape, bending, PLC, pneumatic, cylinder

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 98-105

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477



1. Pendahuluan

Penekukan atau *bending* merupakan suatu metode yang dilakukan untuk membentuk sebuah *plat* logam atau sejenisnya sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Sebelumnya dalam membentuk *plat* masih menggunakan palu dan landasan besi sebagai alasnya yang mana akan memakan waktu dan tenaga yang banyak.

Pembentukan *plat* mengalami kemajuan dengan ditemukannya proses penekukan atau *bending* dengan menggunakan penekan sistem hidrolik maupun pneumatik untuk mempercepat proses produksi dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Sebagaimana diketahui bahwa lembaran *plat* dengan bentuk gelombang mempunyai kekakuan yang lebih tinggi daripada lembaran *plat* yang rata [1]. Untuk membuat mesin menjadi otomatis dibutuhkan sebuah rangkaian elektronis yang di dalamnya terdapat sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) [2][3][4]. PLC merupakan sistem mikrokontroler yang khusus digunakan pada industri, dikarenakan kehandalan dan kemudahan dalam pengoperasian [5]. Dalam perancangan alat *bending* ini dikombinasikan dengan sistem pneumatik.

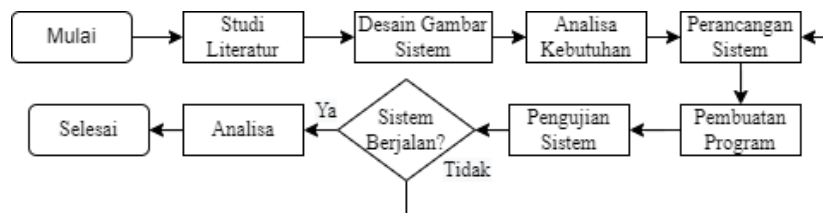
Pneumatik berasal dari bahasa Yunani *pneuma* yang artinya udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimanfaatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut sistem *pneumatik*. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem otomatisasi pada dunia industri, mulai dari penyusunan, pencengkaman, pencetakan, pengaturan arah benda kerja, pemindahan/transfer, penyortiran sampai pengepakan barang [6].

Perancangan *bending* menggunakan komponen utama berupa *Solenoid Valve* atau katup listrik pada sistem pneumatik yang bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*) [7]. Silinder merupakan jenis aktuator yang digerakan oleh fluida, bisa berupa udara (*pneumatic*) ataupun minyak (*hidrolic*). Gerak yang dihasilkan silinder akibat dari gerakan linear atau maju dan mundur dari sebuah piston [8].

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem *bending* secara otomatis menggunakan mikrokontroler yaitu PLC, membuat program ladder menggunakan *software CX-Programmer*, menganalisis cara kerja sistem, dan melakukan pengujian terhadap sistem secara *realtime*.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini disusun dalam diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1.

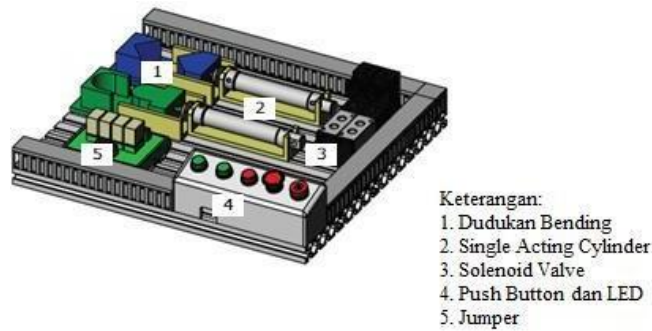


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahap pertama dalam penelitian ini yaitu studi literatur mengenai pokok pembahasan yaitu sistem *bending*. Tahap selanjutnya pembuatan desain gambar sistem *bending* yang dibuat terlebih dahulu menggunakan *software solidworks*. Selanjutnya melakukan analisa kebutuhan baik dari segi *software* maupun *hardware*. Dari hasil analisis tersebut kemudian dilakukan perancangan *hardware* dan perancangan *software* program. Sistem yang telah dibuat kemudian diuji untuk mengetahui apakah sistem tersebut bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Tahap terakhir yaitu melakukan analisis untuk mendapatkan kesimpulan akhir.

2.1. Pembuatan Desain Gambar Sistem

Desain sistem *bending* dibuat menggunakan *software solidworks* sehingga akan mempermudah dalam menganalisis kebutuhan komponen yang akan digunakan. Dari desain tersebut terdapat beberapa komponen yang dibuat dengan printer 3D. Desain sistem *bending* seperti pada Gambar 2.

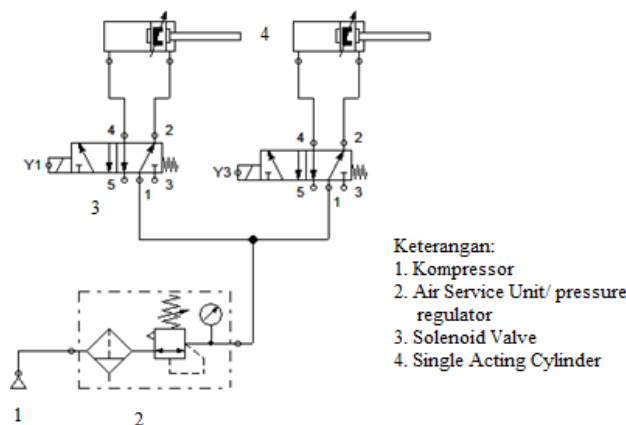


Gambar 2 Desain sistem *bending*

Dalam pembuatan sistem *bending* ini menggunakan elektro pneumatik, yaitu adalah sistem yang menggunakan gabungan komponen pneumatik dan elektrik. Penggunaan ini didasarkan pada kebutuhan atau tujuan untuk mengoptimalkan sistem [9].

2.2. Perancangan Sistem Bergerak

Sistem penggerak ini berfungsi untuk menggerakkan piston pada silinder menggunakan udara bertekanan yang disuplai oleh *solenoid valve 5/2*, dimana piston tersebut yang akan menekuk objek. Skema penggerak pada sistem *bending* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Skema sistem penggerak

Komponen-komponen sistem pneumatik dirancang untuk beroperasi pada tekanan udara 8 – 10 bar maksimum. Dalam praktiknya dianjurkan beroperasi pada tekanan 5 s/d 6 bar (500 s/d 600 kpa) untuk penggunaan yang ekonomis [10].

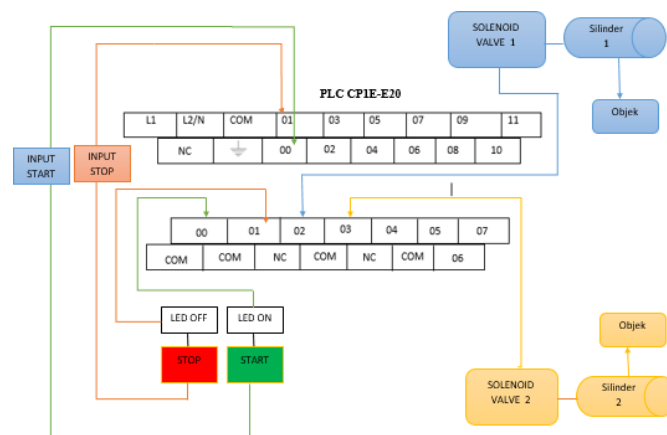
2.3. Perancangan Sistem Elektrik

Sistem elektrik pada sistem *bending* memiliki beberapa komponen yang diperlukan untuk mengoperasikannya. PLC Data pin I/O terhubung ke komponen aktuatur ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Input dan Output Sistem Bending

No	Komponen	Alamat PLC	Label
1	Push Button Start	I0.00	PB Start
2	Push Button Stop	I0.01	PB Stop
3	Lampu On	Q100.00	System on
4	Lampu Off	Q100.01	System off
5	Solenoid Valve 1	Q100.02	SV1
6	Solenoid Valve 2	Q100.03	SV2

Sistem *bending* menggunakan suplai listrik AC 220V dan DC 24V dari *power supply*. Komponen-komponen pada Tabel 1 dihubungkan pada *port* yang tersedia di PLC. Rangkaian sistem elektrik seperti pada Gambar 4.



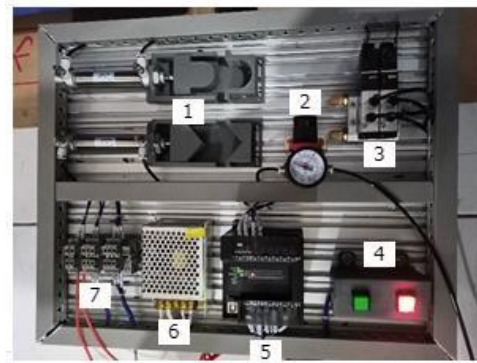
Gambar 4. Skema rangkaian elektrik sistem *bending*

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil implementasi dari sistem *bending plat* dilakukan dengan menganalisis spesifikasi alat dan fungsinya, program *ladder* pada sistem, cara kerja, dan pengujian alat secara *real time*. Pengujian sistem untuk menentukan parameter dan persentase kesalahan yang terjadi pada sistem.

3.1. Sfesifikasi Alat dan Fungsinya

Pada perancangan sistem *bending plat* terdiri atas beberapa komponen yaitu PLC sebagai pengendali kinerja pada sistem ini. *Power supply* berfungsi sebagai sumber daya pada sistem, dimana *power supply* yang digunakan adalah 24V. *Single Acting Cylinder* sebagai aktuator pada sistem dengan piston sebagai penekuk objeknya. *Solenoid valve* sebagai katup yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya udara bertekanan pada *Single Acting Cylinder*. *Air service unit* berfungsi untuk menyaring udara bertekanan dari kompresor karena pada kompresor udara yang dihisap dan ditekan masih bercampur dengan partikel debu yang dapat mengganggu pada *solenoid valve* dan *single acting cylinder*. *Push button* berfungsi untuk mengaktifkan dan mematikan sistem. Lampu *led* sebagai indikator untuk mengetahui sistem aktif atau tidak. Rancangan sistem *bending plat* seperti pada Gambar 5.

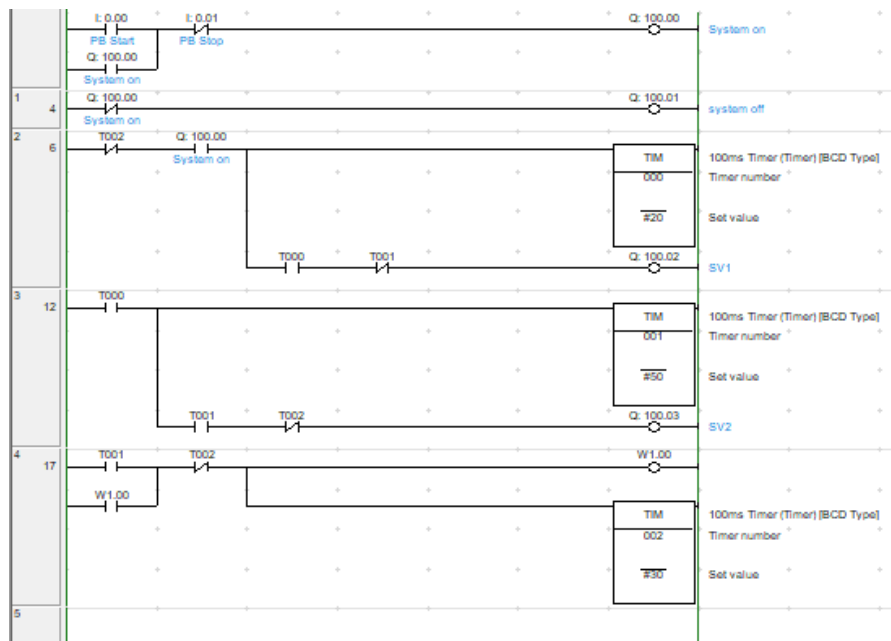


- Keterangan:
1. Single acting cylinder
 2. Air service unit
 3. Solenoid valve
 4. Push button dan Led
 5. PLC
 6. Power supply
 7. Jumper

Gambar 5. Rancangan sistem *bending plat*

3.2. Cara Kerja Sistem

Membuat program pada PLC dapat menggunakan *software CX-Programmer*. Dengan *CX-Programmer user* dapat memprogram aneka PLC buatan omron dan terdapat fitur simulasi tanpa harus terhubung dengan PLC, sehingga dapat melakukan simulasi *ladder diagram* yang telah dibuat. Program *ladder diagram*nya seperti pada Gambar 6.



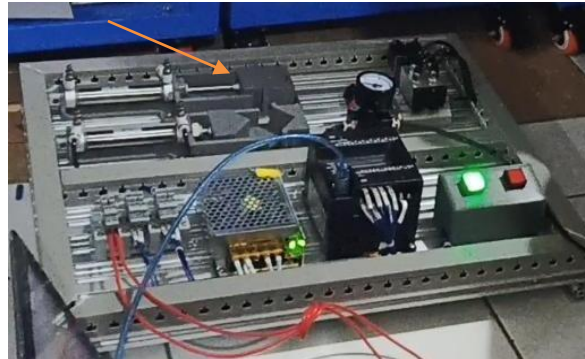
Gambar 6. *Ladder diagram* untuk sistem *bending*

Sistem *bending* ini terdiri dari komponen *input* yaitu *push button on* dan *off*, sedangkan untuk *output* terdiri dari 2 buah *solenoid valve* dan 2 buah *led*. Setiap komponen *input* dan *output* terhubung ke PLC sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Cara kerja sistem saat udara yang dialirkan dari kompresor akan masuk terlebih dahulu ke *pressure regulator* agar tekanan udara menjadi stabil. Dari *pressure regulator* udara dialirkan ke *solenoid valve* yang akan mengatur keluar masuknya udara bertekanan ke *single acting cylinder*. Setelah semua program diunggah ke dalam PLC, maka tampilan awal alat akan seperti pada Gambar 6 dimana lampu *led* merah menyala sebagai indikator bahwa sistem dalam kondisi tidak aktif.

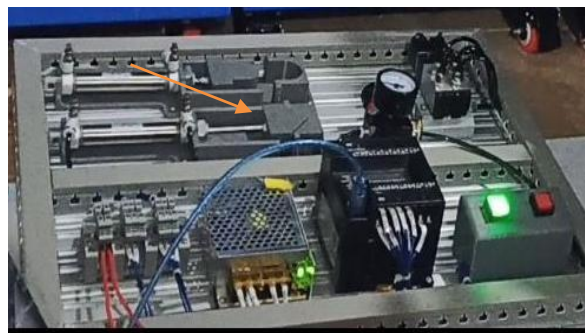
Saat tombol *start* yang berwarna hijau ditekan, lampu indikator hijau akan menyala dan lampu indikator merah akan mati yang menandakan bahwa sistem aktif. Kemudian terjadi *delay*

selama 2 detik. Setelah 2 detik, *Solenoid Valve 1* akan menggerakkan *single acting cylinder 1* dengan memberikan tekanan udara sehingga *piston* pada *single acting cylinder 1* dapat bergerak dan menekan objek selama 5 detik seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. *Piston single acting cylinder 1* menekan objek

Setelah 5 detik *single acting cylinder 1* akan kembali ke posisi awal lalu *solenoid valve 2* akan menggerakkan *single acting cylinder 2* dengan memberikan tekanan udara sehingga *piston* pada *single acting cylinder 2* akan bergerak dan menekan objek selama 3 detik seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. *Piston single acting cylinder 2* menekan objek

Setelah menekan selama 3 detik, *piston single acting cylinder 2* akan kembali ke posisi semula dan *piston single acting cylinder 1* akan menekan kembali selama 5 detik. Hal ini akan berulang secara terus menerus. Saat tombol *Stop* ditekan maka sistem akan berhenti bekerja dan lampu *led* merah akan menyala.

3.3. Pengujian Sistem Secara Real Time

Pada pengujian sistem *bending* dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Data hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Secara *Realtime*

No	Proses <i>Bending Cylinder 1</i>	Proses <i>Bending Cylinder 2</i>
1	5,25 detik	3,18 detik
2	5,25 detik	3,06 detik
3	5,01 detik	3 detik
4	5,08 detik	3,13 detik
5	5,22 detik	3,15 detik

Rata-rata	5,16 detik	3,1 detik
Error	3,2 %	3,3%

Waktu yang diuji adalah lamanya sistem melakukan proses penekukan terhadap objek. Dalam proses penekukan ini terdapat 2 silinder yaitu silinder 1 dan silinder 2. Pada silinder 1 memiliki nilai rata-rata 5,16 detik dengan nilai error 3,2%. Pada silinder 2 memiliki nilai rata-rata 3,1 detik dengan nilai error 3,3%. Waktu yang diperoleh pada percobaan ini dipengaruhi oleh besar tekanan angin yang digunakan. Selain itu dipengaruhi oleh ketepatan pengukuran dalam melakukan pengujian menggunakan *stopwatch* juga mempengaruhi nilai yang dihasilkan.

4. Kesimpulan

Perancangan sistem *bending plat* menggunakan PLC dirancang untuk mempermudah dalam proses penekukan *plat* sehingga dapat bekerja secara otomatis. Komponen dalam sistem *bending* ini adalah PLC Omron CP1E, *Solenoid valve*, *single acting cylinder*, *power supply*, kompresor, *push button*, *led*. Cara kerja dari sistem *bending* sesuai dengan algoritma yang telah dirancang menggunakan *software CX-Programmer* dengan waktu *bending* pada silinder 1 selama 5 detik. Dibandingkan dengan pengukuran secara *realtime* menggunakan *stopwatch* waktu rata-rata yang diperoleh untuk silinder 1 selama 5,16 detik dengan nilai error 3,2% dan silinder 2 selama 3,1 detik dengan nilai error 3,3%.

Referensi

- [1] T. A. Wibowo, W. P. Raharjo, and B. Kusharjanta, "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Konstruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik," *Mekanika*, vol. 12, no. 2, pp. 63–70, 2014.
- [2] S. Alamsyah and A. Saleh, "Perancangan sistem kontrol plc pada mesin bending rol pipa," *Tedc*, vol. 13, no. 3, pp. 228–232, 2019.
- [3] A. Khoryanton, A. Purnomo, F. T. Putri, and M. Nashrullah, "Penerapan Teknologi Mesin Bending guna Mempercepat Proses Bending pada Produk Gantungan Ayam di PT Todda Perkasa Semarang," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 3, p. 417, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i3.3059.
- [4] F. Rahman, A. Natsir, and G. W. W, "Rancang Bangun ATS/AMF Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis Programmable Logic Control," *Dielektrika*, vol. 2, no. 2, pp. 164–172, 2015.
- [5] F. G. Airlangga, A. Triwiyatno, and Sumardi, "Perancangan Sistem Automasi Pada Pengemasan Susu Dalam Botol Dengan Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1E terhadap Purwarupa Filling Bottle and Capping Machine," *Transient*, vol. 6, no. 1, pp. 103–109, 2017.
- [6] Said and Hanif, *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta: Andi, 2012.
- [7] Moliza, Azhar, and S. Hardi, "Rancang Bangun Sistem Pengepresan Kaleng Minuman Otomatis Menggunakan Aktuator Pneumatik Berbasis Arduino Uno," *J. Tekro*, vol. 3, no. 1, pp. 64–69, 2019.
- [8] B. R. M. Iqbal Nur Fahmi, Wahyudi, "Perancangan dan Pembuatan Alat Pelipat Baja Dengan Pengontrol Sistem Elektro Pneumatik dan PLC Untuk Industri Konveksi 1,a," *J Mater.*, vol. 1, no. 2, pp. 46–55, 2017.
- [9] F. I. Anditha, T. Kabul, and W. Ym, "Perancangan dan Simulasi Elektro Pneumatik Holder Machinism Pada Sheet Metal Shearing Machine," *Profisiensi*, vol. 5, no. 1, pp. 51–60, 2018.
- [10] A. Panjaitan, M. Harahap, S. A. Syaputra, and ..., "Rancang Bangun Dan Simulasi Sistem Pneumatik Dengan 1 Silinder Sebagai Media Pembelajaran," *Atds Saintech*, vol. 2, no.2,

pp.38–45, 2021,[Online]. Available:
<https://ojs.atds.ac.id/index.php/atdssaintech/article/view/37%0Ahttps://ojs.atds.ac.id/index.php/atdssaintech/article/download/37/33>

Monitoring dan Control Station untuk Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Internet of Things (IoT) Terintegrasi dengan Teknologi LoRa

Monitoring and Control Station for Flood Mitigation Based Internet of Things (IoT) Integrated with LoRa Technology

Rangga Julfian Hakim^{1*}, Roprop Latiefatul Millah², Ahmad Hafidz Fajrian³, RizkyMahesa Ramadhan⁴, Lia Kamelia⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A.H. Nasution No. 105A, Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia
1207070099@student.uinsgd.ac.id^{1*}, 1192070062@student.uinsgd.ac.id²,
1207070007@student.uinsgd.ac.id³, 1207070112@student.uinsgd.ac.id⁴,
l.kamelia@uinsgd.ac.id⁵

Abstrak – Posisi Indonesia berada tepat di garis khatulistiwa yaitu garis bumi yang terbagi menjadi 2 secara vertikal. Sehingga Indonesia hanya memiliki iklim tropis yang hanya memiliki 2 musim saja yaitu musim kemarau dan penghujan. Dengan adanya 2 musim yang terjadi di Indonesia menyebabkan Indonesia rentan terkena bencana seperti banjir dan kekeringan. Pada musim penghujan, bencana banjir sangat sering terjadi di Indonesia bukan hanya karena faktor musim saja yang mempengaruhi, akan tetapi kurangnya fasilitas penunjang seperti daerah resapan air yang masih kurang. Menurut data kebencanaan Indonesia pada tahun 2021, bencana alam banjir menduduki peringkat ke-2 dengan total kejadian bencana sebanyak 1.794 kali dalam 1 tahun. Dengan perkembangan teknologi tuntutan untuk memberikan informasi secara cepat dan tepat sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang terjadi khususnya pada siaga kebencanaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan dampak bencana terutama banjir kepada penduduk yang tinggal di daerah rawan bencana dan menekan angka kerugian terhadap korban jiwa, ekonomi dan yang lainnya. Jenis penelitian ini adalah kualitatif dan kuantitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan studi pustaka. Analisis yang digunakan ialah analisis deskriptif dan pendekatan empiris. Sistem monitoring dengan menggunakan kontrol station ini terdapat 3 proses dalam sistem kendalinya yaitu input, proses, dan output. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa sistem monitoring banjir dengan menggunakan konsep komunikasi jarak jauh serta IoT memiliki kebermanfaatan yang tinggi. Dibuktikan pula pada sistem yang dirangkai memiliki tingkat keakuratan pengukuran pada tiap sensornya sebesar 100% dan pada sistem pengukuran tegangan listrik pada genangan air memiliki tingkat persentase sebesar 99%.

Kata Kunci: Bencana Banjir, Monitoring, Digital, IoT (Internet of Things), Mitigasi Bencana

Abstract – Indonesia's position is right on the equator, the earth's line which is divided into two vertically. So that Indonesia only has a tropical climate which only has 2 seasons, namely the dry season and the rainy season. With the 2 seasons that occur in Indonesia, Indonesia is vulnerable to disasters such as floods and droughts. In the rainy season, floods often occur in Indonesia, not only because of seasonal factors that affect it, but also the lack of supporting facilities such as insufficient water catchment areas. According to Indonesia's disaster data in 2021, flood natural disasters are ranked 2nd with a total of 1,794 disasters in 1 year. With the development of technology, the demand to provide information quickly and accurately is needed to overcome the problems that occur, especially in disaster preparedness. The purpose of this study is to minimize the impact of disasters, especially floods on residents living in disaster-prone areas and reduce the number of losses to casualties, the economy and others. This type of research is qualitative and quantitative with data collection techniques using literature studies. The analysis used is descriptive analysis and empirical approach. The monitoring system using this control station has 3 processes in the control system, namely input, process, and output. The results of this study state that a flood monitoring

system using the concept of long-distance communication and IoT has high usefulness. It is also proven that the system that is assembled has a measurement accuracy level of 100% for each sensor and the electric voltage measurement system in puddles has a percentage level of 99%.

Keywords: Flood Disaster, Monitoring, Digital, IoT (Internet of Things), Mitigation Disaster

1. Pendahuluan

Bencana alam adalah peristiwa alam yang melalui proses alam atau non alam, menimbulkan kerugian jiwa, harta benda, dan terganggunya tatanan kehidupan. Bencana memiliki berbagai dampak dan memerlukan upaya penanggulangannya yang disebut juga dengan mitigasi bencana. Mitigasi sendiri diartikan sebagai serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana melalui pembangunan fisik, atau membangun kesadaran dan kapasitas untuk menghadapi ancaman bencana [1].

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dalam penelitiannya telah melakukan verifikasi serta validasi data kebencanaan sepanjang tahun 2021 dari seluruh provinsi yang ada di Indonesia. Total dalam persentase selama tahun 2021 telah terjadi 5.402 kejadian bencana dan 99,5% nya bencana alam yang masuk ke dalam kategori hidrometeorologi [2].

Banjir sendiri dalam data BNPB pada tahun 2021 di seluruh provinsi Indonesia telah terjadi sebanyak 1.794 dan merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Hal tersebut dapat terjadi karena di Indonesia hanya memiliki 2 musim saja yaitu musim kemarau dan hujan dimana terjadi setiap 6 bulan sekali setiap tahunnya. Oleh karena itu banjir merupakan bencana alam yang masih sulit di tanggulangi oleh pemerintah dan penyebab terjadinya banjir juga banyak sekali diluar jumlah musim yang dimiliki oleh Indonesia.

Inovasi teknologi yang dapat digunakan pada saat terjadi banjir yaitu sistem deteksi dini banjir. Perangkat ini dimaksudkan untuk memperingatkan penduduk setempat sehingga mereka dapat mengetahui ketinggian banjir di mana kemungkinan banjir akan terjadi. Perangkat pendeteksi banjir berbasis IoT (*Internet of Things*) ini dikembangkan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04, Mikrokontroler Arduino Uno, ESP01, *Water Level Sensor*, dan Sensor Tegangan.

Alasan menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) karena menggunakan teknologi internet, sehingga materi ataupun informasi dapat disajikan dan tersedia secara *online*. IoT pada awalnya merupakan teknologi *remote control* atau *monitoring* melalui koneksi internet, dan pada umumnya IoT (*Internet of Things*) juga menggunakan perangkat sebagai alat *monitoring*, sehingga memudahkan pengguna untuk mengimplementasikannya [3].

Lebih lanjut, bencana alam adalah peristiwa alam yang melalui proses alam atau non alam, menimbulkan kerugian jiwa, harta benda, dan terganggunya tatanan kehidupan. Bencana memiliki berbagai dampak dan memerlukan upaya penanggulangannya yang disebut juga dengan mitigasi bencana. Mitigasi sendiri diartikan sebagai serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana melalui pembangunan fisik, atau membangun kesadaran dan kapasitas untuk menghadapi ancaman bencana.

LoRa (*Long Range*) adalah perangkat yang dapat menciptakan hubungan komunikasi jarak jauh. LoRa memiliki topologi jaringan *star of star*. LoRa memiliki jenis pengiriman data setengah dupleks. LoRa tidak bisa mengirim data langsung ke server, tetapi membutuhkan *gateway*. *Gateway* berfungsi sebagai penghubung dalam pengiriman data dan sebagai pengumpul sementara data yang dikirim dari jaringan ke server [4].

Sistem pemantauan digunakan untuk memantau, memantau, dan mengontrol apakah perangkat jaringan berfungsi. Pentingnya pemantauan adalah untuk secara teratur mengawasi perangkat bermasalah yang dapat mengganggu Internet. Masalah jaringan yang umum adalah perangkat jaringan yang tidak berfungsi atau ketidakstabilan daya ketika monitor jaringan manual atau pemeriksaan jaringan tidak menemukan kesalahan dan memakan waktu terlalu lama [5].

Control Station adalah sebuah stasiun kontrol untuk melakukan komunikasi jarak jauh yang berfungsi sebagai wadah untuk LoRa dalam melakukan pengiriman dan pemrosesan informasi

dari data yang dihasilkan oleh transmitter pada LoRa. Sesuai dengan spesifikasinya, LoRa memiliki jangkauan hingga 5km di perkotaan dengan banyak bangunan dan hingga 15km di daerah pinggiran kota. Faktanya, pengukuran diperoleh pada rekor jarak 832 km dengan memasang pemancar LoRa ke balon udara panas yang melayang 83 km di atas tanah [6].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui inovasi yang tepat untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam mitigasi bencana alam berbasis IoT dan memudahkan pemberian informasi kepada masyarakat untuk bisa diakses oleh siapa saja dan dimana saja, skema kerja strategi mitigasi bencana berbasis IoT dan digitalisasi melalui sistem peringatan dini, dan potensi keberhasilan penerapan bencana terpadu. sistem mitigasi berbasis IoT dan digitalisasi untuk meminimalkan dampak bencana.

2. Metode Penelitian

2.1. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan kuantitatif yang bersumber dari berbagai literatur yang relevan dan beberapa sumber dan referensi yang ada. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, data kualitatif tidak berupa angka-angka tetapi juga diperoleh dari rekaman, observasi, wawancara, atau bahan referensi tertulis. Data kuantitatif dapat diukur atau dihitung secara langsung sebagai angka atau variabel. Sumber-sumber tersebut antara lain data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana sebagai acuan utama data kebencanaan, website pemerintah nasional dan internasional untuk memperoleh informasi yang akurat, jurnal nasional dan internasional, serta buku-buku yang relevan dengan isu yang diangkat.

Penelitian ini menggunakan metode observasi tanpa partisipan atau metode observasi biasa, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti. Beberapa hal yang menjadi objek pengamatan dalam penelitian ini, antara lain fungsi modul dan tingkat akurasi pengukuran sensor yang digunakan pada tahap perancangan.

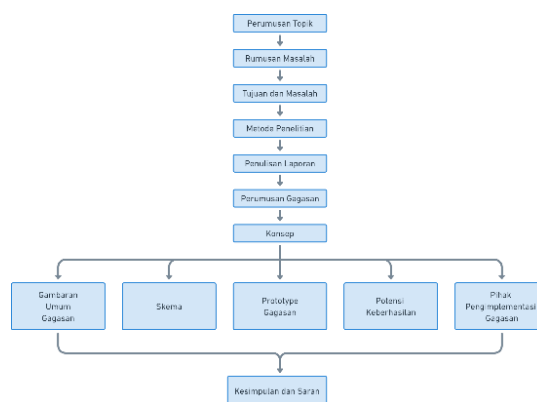
2.2. Teknik Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif analisis. Analisis deskriptif adalah metode untuk memeriksa status sekelompok orang, suatu objek, seperangkat kondisi, sistem pemikiran, atau kelas peristiwa di masa sekarang [7].

Data yang akan dianalisis adalah data yang bersumber dari studi kepustakaan. Studi kepustakaan adalah rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan data perpustakaan, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian [8].

2.3. Kerangka Penelitian

Kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Berpikir

2.4. Luaran Penelitian

Luaran dari penelitian ini berupa website *monitoring* bencana alam banjir yang dapat diakses secara *mobile* dengan menggunakan *website* dengan perubahan data *monitoring* secara *real-time* yang dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung terkait analisis dampak bencana sehingga masyarakat lebih siap menghadapi bencana alam. dan dampak bencana alam dapat diminimalisir melalui optimalisasi *Internet of Things*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Kebencanaan di Indonesia

Pada tahun 2021 terhitung sejak 1 Januari hingga 30 Desember, jumlah bencana alam di Indonesia mencapai 5.402. Dalam bencana tersebut, sedikitnya 7.630.692 orang yang terkena dampak menderita dan mengungsi ke tempat yang disebabkan oleh bencana alam di daerah mereka. Tujuh ratus dua puluh delapan jiwa manusia mati, dan 87 jiwa manusia menghilang. Sebanyak 14.915 orang luka-luka akibat bencana alam di wilayah mereka. Sebanyak 158.658 bangunan atau rumah rusak akibat bencana tersebut, di antaranya 21.335 rumah rusak berat, 27.936 rumah atau bangunan rusak sedang, dan 109.387 rumah atau bangunan rusak ringan.

BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) mencatat total kerusakan fasilitas yang terjadi pada tahun 2021 sebanyak 4.445 diantaranya rusak 1.755 sarana pendidikan, 2.232 sarana ibadah rusak, 458 sarana kesehatan rusak, 664 kantor rusak, dan 505 jembatan rusak.

Jumlah kejadian per jenis bencana alam pada tahun 2021 terdapat delapan jenis kejadian bencana alam yang akan terjadi pada tahun 2021, antara lain gempa bumi 24 kali, letusan gunung berapi satu kali, kebakaran hutan dan lahan 579 kali, kekeringan 15 kali, banjir sebanyak 1.794 kali, erosi 1.321 kali, cuaca ekstrim 1.577 kali, gelombang pasang dan abrasi 91 kali. Dari data yang disajikan, jumlah bencana alam yang paling banyak terjadi adalah banjir, yaitu sebanyak 1.794, dan peristiwa bencana yang paling sedikit terjadi adalah letusan gunung berapi, sebanyak satu kali dalam 1 tahun.

Di dalam sistem pada penelitian ini tentunya menggunakan sensor sebagai komponen utama untuk mendeteksi dan mendapatkan nilai atau data terkait perilaku atau kejadian yang akan dihasilkan dan beresiko mengalami kejadian bencana.

3.2. Konsep *Internet of Things* (IoT) dalam Sistem

Internet of Things (IoT) dalam sistem digunakan sebagai aplikasi *monitoring* yang dilakukan secara *real-time*, sehingga dapat diakses secara massal dengan menggunakan media komunikasi seperti *smartphone* ataupun yang lainnya yang tentu saja perangkat tersebut mudah mengakses internet.

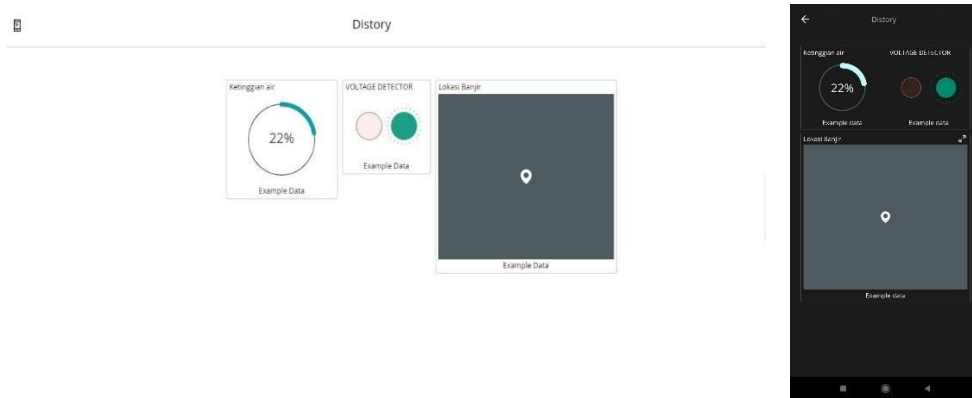
Aplikasi *monitoring* pada sistem ini menggunakan *Arduino Cloud*. *Arduino IoT Cloud* adalah *platform* *Arduino* yang didedikasikan untuk proyek IoT. *Arduino IoT Cloud* adalah produk modul mikrokontroler yang sama dan *open source*. Ini berarti dapat digunakan untuk banyak hal di ruang IoT, mulai dari mengukur suhu, tekanan, kelembaban dan yang lainnya, Seperti menggunakan *Arduino*. Untuk mendukung *platform* ini, *Arduino* juga telah membuat perangkat yang mendukung internet seperti: *Arduino MKR WiFi 1010* atau *Arduino Uno Wifi*. Jadi ketika menggunakan *Arduino Uno*, mereka menambahkan modul Wifi seperti *ESP8266*, yang tidak lagi diperlukan di produk saat ini [9].

3.3. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Menggunakan Website *Arduino Cloud*

Pada aplikasi sistem informasi nilai yang ditampilkan pada *website monitoring* ialah nilai *real-time* dari berbagai sensor yang diukur seperti sensor ultrasonik, sensor level air, sensor pendeteksi tegangan di dalam genangan air. Pada sensor ultrasonik menggunakan jenis *HC-SR04* dimana sensor ini mengukur ketinggian air yang diperkirakan akan tergenang ataupun sudah tergenang. Nilai yang ditampilkan pada sensor ini berupa ketinggian dengan satuan meter (m).

Sensor selanjutnya yaitu *water level sensor* sensor ini digunakan untuk melakukan verifikasi bahwa ketinggian yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik adalah air bukan objek yang lain. Hasil yang ditampilkan pada sensor *water level* adalah notifikasi *true* atau *false* yang menyatakan bahwa apakah yang dideteksi air atau bukan.

Untuk sensor tegangan menggunakan 3 buah transistor BC547 yang berfungsi untuk mendeteksi apakah air mengandung arus listrik AC atau tidak. Kondisi *HIGH* atau *LOW* digunakan oleh sensor untuk membuat informasi apakah air yang diukur pada sistem mengandung aliran listrik atau tidak.



Gambar 2. Mockup Desain Website dan Apps Monitoring

3.4. Implementasi Target

Sasaran implementasi dari pengembangan aplikasi ini adalah masyarakat umum dan dapat diakses oleh masyarakat luas. Segmentasi pengguna yang spesifik adalah masyarakat yang berada di daerah darurat bencana alam, sehingga tindakan mitigasi bencana dapat dilakukan sejak dini sehingga dampak jika terjadi bencana akan lebih mudah untuk diminimalisir.

3.5. Sistem Transmisi untuk Mengirinkan Data Menggunakan LoRa

Teknologi LoRa (*Long Range*) memiliki ketahanan terhadap *noise* atau gangguan dari sinyal-sinyal yang tidak diinginkan yang selalu ada dalam suatu sistem transmisi yang nantinya dapat mengganggu dalam proses penerimaan dan pengiriman data. Teknologi LoRa juga memiliki jangkauan komunikasi lebih dari 2 Km dengan konfigurasi dan lingkungan yang sesuai [10]. Dibawah ini terdapat gambar desain *control station* LoRa untuk sistem transmisi dan *receiver*.



Gambar 3. Desain Alat Receiver dan Transmission menggunakan LoRa

3.6. Proses Prototyping

3.6.1. Alat dan Bahan

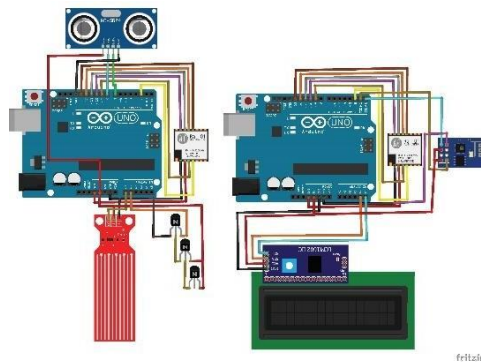
Dalam pembuatan sistem *monitoring* banjir ini menggunakan beberapa alat dan bahan yang familiar digunakan di bidang sistem kendali, sistem telekomunikasi, IoT (*Internet of Things*) dan masih banyak yang lainnya. Sehingga pada pembuatan sistem ini alat dan bahan mudah didapatkan. Berikut beberapa alat dan bahan yang digunakan pada sistem *monitoring* banjir yang telah disediakan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang Dibutuhkan

No	Nama Alat dan Bahan	Kebutuhan dalam Jumlah
1	Arduino Uno	2
2	LoRa SX1278	2
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	1
4	ESP-01	1
5	Sensor Level Air	1
6	Transistor BC 547	3
7	Baterai 9VDC	2

3.6.2. Wiring Diagram

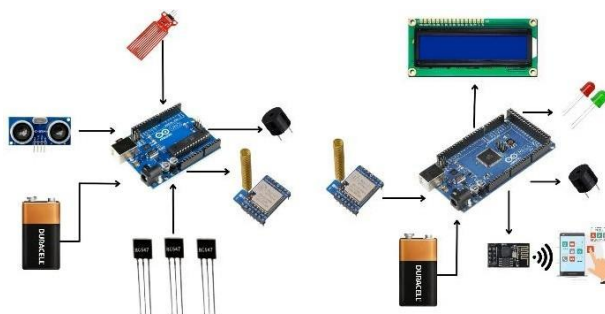
Dibawah ini merupakan proses pengawatan jalur rangkaian atau yang bisa kita sebut dengan *wiring*. Proses ini dibuat dengan tujuan untuk memudahkan peneliti pada saat proses perakitan prototipe sistem yang dirancang sehingga peneliti dapat menyusun dan mengetahui tata letak penempatan sensor, mikrokontroller, aktuator ataupun *output* dengan baik dan benar.



Gambar 4. *Wiring Diagram* dari Sistem

3.6.3. Desain Sistem

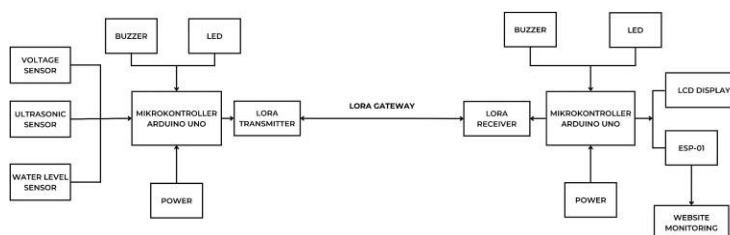
Dibawah ini merupakan konsep desain sistem yang dibuat. Desain sistem ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terkait tata letak sensor yang digunakan sebagai input, mikrokontroller, ataupun output. Desain sistem ini merupakan gambaran persiapan dari desain secara rinci sehingga memudahkan peneliti dalam membuat sistem. Desain sistem biasanya mengidentifikasi seluruh komponen yang digunakan dengan jelas.



Gambar 5. Desain Skematik dari Sistem

3.6.4. Diagram Blok

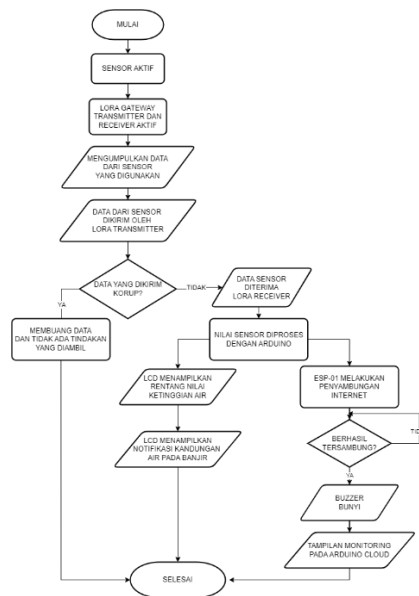
Dibawah ini merupakan konsep atau proses sistem yang di gambarkan dengan menggunakan diagram blok. Diagram blok ini berfungsi untuk menjelaskan proses sistem bekerja. Diagram blok pada umumnya disajikan dalam bentuk kotak dimana didalamnya berisi komponen input, proses dan output yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 6. Diagram Blok dari Sistem

3.6.5. Diagram Alir

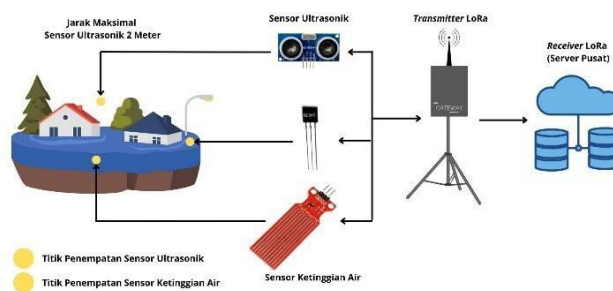
Proses awal dimulai dari aktifnya sensor level air, ultrasonik, dan sensor tegangan yang disusun oleh 3 buah transistiro BC547. *Water level* sensor mendeteksi ketinggian air pada daerah rawan banjir untuk menyimpulkan apakah genangan yang terdeteksi termasuk tanda-tanda banjir akan terjadi ataupun hanya genangan biasa saja. Sensor ultrasonik berperan untuk melakukan perhitungan ketinggian air yang terjadi pada saat air mulai menggenang di tempat stasiun kontrol LoRa terpasang. Transistor BC547 dipasang untuk mendeteksi apakah genangan air yang terjadi mendeteksi terdapat tegangan listrik yang terkandung di dalam air ataupun tidak. Sensor ini digunakan sebagai sistem proteksi untuk mendeteksi awal apakah air yang menggenang berbahaya bagi keselamatan warga sekitar ataupun tidak berbahaya. Setelah sensor mendapatkan nilai nilai dari hasil pengukuran masing-masing, nilai tersebut langsung dikirimkan oleh LoRa transmisi untuk mengumpulkan semua nilai yang telah ditangkap oleh sensor. Selanjutnya LoRa transmisi akan mengirimkan sinyal kepada LoRa *receiver* melalui jalur gateway yang telah di sediakan. Pada LoRa *receiver* data di proses oleh mikrokontroller untuk selanjutnya di tampilkan dengan 2 cara yaitu melalui LCD yang disediakan serta menggunakan konsep IoT (*Internet of Things*) dalam penyampaian informasi yang didapatkan oleh LoRa transmisi di tempat terjadinya bencana. Pada IoT ini menggunakan tampilan *website monitoring* dengan menggunakan bantuan *Arduino Cloud*. Data yang ditampilkan berupa nilai ketinggian air, ketinggian genangan air, dan keterangan apakah genangan tersebut terdapat tegangan listrik ataupun tidak.



Gambar 7. Diagram Alir

3.6.6. Desain Sistem Receiver dan Transmission LoRa Pada Skema Bencana

Kedua alat ini sangat penting sebagai pengirim data berupa sinyal yang nantinya akan diolah menjadi sebuah informasi yang dapat diakses oleh pengguna sehingga dapat memenuhi tujuan dari terciptanya suatu sistem ini. LoRa *transmission* berfungsi sebagai pengirim sinyal yang telah terpasang oleh sensor yang ditempatkan di berbagai titik daerah rawan bencana. Sehingga, ketika sensor menerima sinyal ataupun data dari lingkungan sekitar, nilai atau sinyal tersebut di teruskan oleh LoRa menuju LoRa yang berfungsi sebagai *receiver*, ketika *receiver* sudah mendapatkan sinyal ataupun data yang sebelumnya dikirimkan oleh *transmitter* maka kemudian data tersebut bisa diproses ke sistem digitalisasi *mobile apps* dengan menggunakan konsep *Internet of Things*.

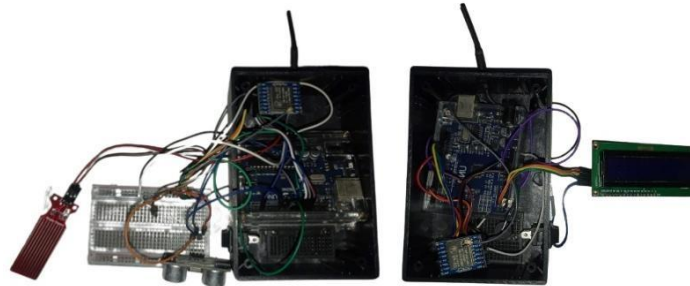


Gambar 8. Sistem LoRa dan Penempatan Sensor di *Control Station* LoRa

3.6.7. Proses Perakitan Sistem LoRa

Kedua alat ini sangat penting sebagai pengirim data berupa sinyal yang nantinya akan diolah menjadi sebuah informasi yang dapat diakses oleh pengguna sehingga dapat memenuhi tujuan dari terciptanya suatu sistem ini. LoRa *transmission* berfungsi sebagai pengirim sinyal yang telah terpasang oleh sensor yang ditempatkan di berbagai titik daerah rawan bencana. Sehingga, Ketika

sensor menerima sinyal ataupun data dari lingkungan sekitar, nilai atau sinyal tersebut di teruskan oleh LoRa menuju LoRa yang berfungsi sebagai *receiver*, ketika *receiver* sudah mendapatkan sinyal ataupun data yang sebelumnya dikirimkan oleh *transmitter* maka kemudian data tersebut bisa diproses ke sistem digitalisasi *mobile apps* dengan menggunakan konsep *Internet of Things*.



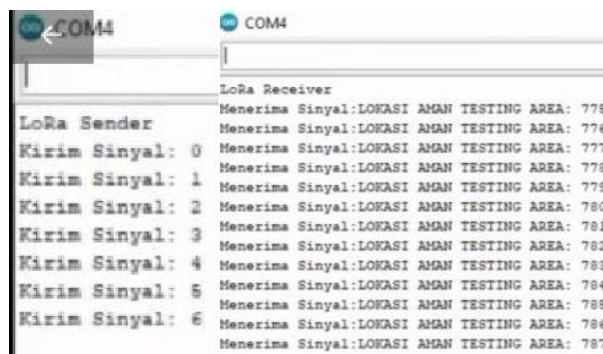
Gambar 9. Bentuk Fisik LoRa untuk Sistem *Receiver* dan *Transmission*

3.6.8. Pengujian Sistem

Pada penelitian ini dilakukan proses pengujian guna mendapatkan nilai hasil pengukuran pada setiap sensor yang digunakan. Pengukuran ini sangat penting dilakukan karena ini merupakan bagian inti dari sebuah penelitian untuk mendapatkan kesimpulan hasil sistem yang digunakan. Beberapa tahap pengujian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya melakukan pengujian terhadap sensor ketinggian air, sensor ultrasonik dan sensor tegangan. Nilai yang dihasilkan oleh masing-masing sensor di tampilkan pada layar sebuah perangkat keras berupa LCD berukuran 16x2 cm.



Gambar 10. Kondisi Alat Peraga untuk mengukur ketinggian Air



Gambar 11. Tampilan *Serial Monitor* pada Sistem LoRa

Saat melakukan komunikasi data pada saat melakukan simulasi salah satu bencana menggunakan *serial monitor* untuk mengetahui proses pengiriman data secara langsung sehingga bisa memantau apa yang terjadi pada saat mengirimkan data yang ditangkap oleh sensor. Pada saat proses uji coba pengiriman data dari LoRa pemancar ke LoRa penerima, LoRa penerima melakukan pengiriman data *counter*, data ini didapatkan oleh sensor yang terpasang pada LoRa pengirim, sehingga pada tampilan LoRa penerima terdapat indikasi “LOKASI AMAN” menandakan tidak ada kegiatan yang mengindikasikan bahwa lokasi tersebut terdapat atau akan terjadi bencana alam. Sehingga LoRa terus mengirimkan data nya selama catu daya dari kedua tiang pemancar ini masih aktif.

Tabel 2. *Delay Antara Transmitter dan Receiver*

No	Jam	Jarak antara pengirim dan penerima (meter)	Waktu data di terima (detik)
1	15.43	2	0,8
2	15.43	3	0,8
3	15.43	3	0,8
4	15.44	4	0,8
5	15.44	4	1,5
6	15.45	4,5	0,9
7	15.49	5	1
8	15.55	7	0,9
9	15.57	7,5	1,2
10	16.00	10	1

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, terdapat *delay* yang artinya terhadap proses pengiriman data yang dilakukan oleh LoRa bergantung dengan letak *control station* yang dipasang. Didapatkan data bahwa *delay* pengiriman dan penerimaan data antara *transmitter* dan *receiver* dapat dikatakan relatif kecil karena waktu data yang diterima *receiver* paling lama adalah 1,5 detik dengan jarak 4 meter. Sedangkan *delay* yang paling kecil adalah 1 detik dengan jarak 10 meter. *Delay* yang dihasilkan bisa memiliki nilai kecil ataupun besar tergantung dengan halangan yang terletak sepanjang *control station* pada *transmisi* dan *receiver* yang terpasang. Semakin dikit halangan yang berada di dalam rentang *control station* maka waktu pengiriman data dari *station* transmisi dan *receiver* akan semakin cepat, begitupun sebaliknya.

Tabel 3. Tabel Data Hasil Pengukuran Ketinggian Air

No	Jam	Penggaris (cm)	Data Sensor setelah di terima (cm)
1	14. 23	5	5
2	14. 25	4	4
3	14. 28	8	8
4	14. 32	9	9
5	14. 35	13	13
6	14. 39	17	17
7	14. 40	20	19
8	14. 43	24	24
9	14. 45	27	27
10	14. 47	30	31
Persentase Tingkat Keakuratan			100%

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa data ketinggian setelah diterima relatif akurat. Hal ini dapat dibuktikan dengan membandingkan data yang telah diperoleh dengan pengukuran menggunakan penggaris dan sensor yang digunakan. Dimana 8 dari 10 pengujian menghasilkan data dengan ketinggian yang sama, sedangkan dua pengujian lainnya hanya menghasilkan data dengan selisih ketinggian 1 cm. Pengujian pada proses ini bertujuan untuk membandingkan sensor dengan alat ukur yang sudah ada untuk mengetahui tingkat keakuratan yang ada pada sensor yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 11. Tabel Data Keakuratan Pendeteksi Listrik

No	Tegangan	pendeteksi
1	ada	Terdeteksi
2	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
3	ada	Terdeteksi
4	Tidak ada	Terdeteksi
5	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
6	ada	Terdeteksi
7	ada	Terdeteksi
8	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
9	ada	Terdeteksi
10	Tidak ada	Tidak Terdeteksi
Persentase Tingkat Keakuratan Deteksi		99%

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa pendeteksi listrik relatif akurat. Ketika terdapat tegangan, maka akan terdeteksi oleh sistem. Hal ini dibuktikan dengan pengujian deteksi tegangan 9 dari 10 sampel pengujian hasilnya sangat akurat. Pengujian terhadap sensor pendeteksi aliran listrik pada genangan air ini menjadi pembaharuan dari sistem yang telah ada. Karena, masih banyak kasus kebocoran listrik yang terjadi pada saat terjadi bencana banjir, sehingga peneliti melakukan pembaharuan untuk memperbaiki sistem yang telah ada sehingga dapat meminimalisir kecelakaan terhadap masyarakat pada saat terkena banjir.

4. Kesimpulan

Penerapan sistem ini dapat menjadi teknologi yang cocok untuk konsep sistem jarak jauh yang terintegrasi dengan IoT dan mengoptimalkan upaya pencegahan bencana. Teknologi ini memadukan aspek digitalisasi sistem informasi dengan pemanfaatan arduino *cloud* sebagai media *monitoring*.

Melalui penelitian ilmiah ini, sistem berjalan lancar sesuai dengan rancangan yang dibuat. Sistem ini dapat digunakan untuk tempat-tempat yang diidentifikasi rawan bencana banjir. Untuk kedepannya sistem ini akan lebih di kembangkan bukan hanya menampilkan nilai sensor yang terukur pada daerah yang dipasangkan oleh sistem, melainkan bisa menampilkan informasi lebih detail seperti letak lokasi pemasangan sistem, notifikasi keamanan daerah rawan bencana yang terkoneksi dengan *handphone* pengguna, sehingga pengguna yang menggunakan sistem ini terus menerus mendapatkan informasi yang lebih akurat dari sistem mitigasi bencana banjir ini.

Referensi

- [1] S. Nurjanah and E. Mursalin, "Pentingnya Mitigasi Bencana Alam Longsor Lahan: Studi Persepsi Mahasiswa," *Jurnal Basicedu*, vol. 6, no. 1, pp. 515–523, Dec. 2021, doi: 10.31004/basicedu.v6i1.1937.
- [2] A. C. Utomo, "BNPB Verifikasi 5.402 Kejadian Bencana Sepanjang Tahun 2021," *BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana)*, Feb. 04, 2022.

- [3] F. D. Hanggara and R. D. E. Putra, “Purwarupa Perangkat Deteksi Dini Banjir Berbasis Internet of Things,” *JIRE (Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronika)*, vol. 4, no. 1, pp. 87–94, Apr. 2021.
- [4] W. A. Permadi, H. P. K. Habibi, and M. H. H. Putri, “Pengembangan Automatic Water Level Recorder (AWLR) Berbasis IoT Sebagai Alat Mitigasi Resiko Potensi Bencana Banjir di Kota Bontang,” *PoliGrid*, vol. 2, no. 1, p. 30, Jun. 2021, doi: 10.46964/poligrid.v2i1.725.
- [5] Biro Teknologi Informasi, “Monitoring Jaringan? Bisa ,” *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, Feb. 23, 2019. <https://bti.ums.ac.id/monitoring-jaringan-bisa/> (accessed Nov. 05, 2022).
- [6] R. Aditya, “Jenis Metode Penelitian, Selain Kualitatif dan Kuantitatif,” *suara*, Sep. 07, 2021.
- [7] Y. Abdhul, “Studi Pustaka: Pengertian, Tujuan dan Metode,” *deepublish*, Nov. 25, 2021.
- [8] Indobot, “Berkenalan dengan Arduino IoT Cloud,” *INDOBOT*, Sep. 11, 2021.
- [9] H. Arijuddin, A. Bhawiyuga, and K. Amron, “Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 1655–1659, Feb. 2019.

ID: 25

Efisiensi Biaya Energi Listrik *Reverse Osmosis System* Menggunakan Metode *Load Shifting Management*

Reverse Osmosis System Electrical Energy Cost Efficiency Using Load Shifting Management Method

Muhamad Fahmi Amrillah^{1*}, Irwan², Fadjrin Wira Perdana³, Dimas Pratama Yuda⁴, Desti Yuvita Sari⁵, Yulia Puspita Sari⁶, Febriyanti Hilmatul Ulya⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyebrangan

Palembang, Indonesia

muhamadfahmiamrillah@poltektranssdp-palembang.ac.id^{1*}

Abstrak – Energi listrik merupakan energi primer yang sangat diperlukan oleh kalangan industri untuk menggerakkan mesin-mesin produksi dan mesin-mesin pendukung untuk kelancaran proses produksi. Salah satu mesin pendukung yang mengkonsumsi energi listrik adalah reverse osmosis system untuk menghasilkan air minum yang digunakan sebagai bahan baku produksi. Penggunaan energi listrik memiliki tarif yang berbeda pada setiap waktunya, dimana biaya di waktu beban puncak memiliki tarif lebih mahal 45% dibandingkan dengan tarif diluar waktu beban puncak. Pada penelitian ini akan membahas efisiensi biaya energi listrik dengan menggunakan metode load shifting management, dimana metode tersebut dilakukan dengan pengaturan jam nyala mesin reverse osmosis system dengan menggunakan timer. Cara kerja yang dari daily timer tersebut adalah dengan cara memindahkan jam nyala yang seharusnya di waktu beban puncak menjadi menyala di waktu luar beban puncak. Dari hasil pengaturan jam nyala mesin reverse osmosis system dengan metode load shifting management menggunakan bantuan timer didapatkan hasil bahwa mesin menyala hanya diluar waktu beban puncak dan mengurangi biaya energi listrik yang dikonsumsi sebesar 32%.

Kata Kunci: daily timer, load shifting management, reverse osmosis system, waktu beban puncak.

Abstract – Electrical energy is the primary energy that is needed by industry to drive production machines and supporting machines for the smooth production process. One of the supporting machines that consume electrical energy is a reverse osmosis system to produce drinking water which is used as raw material for production. The use of electrical energy has a different tariff at any time, where the cost at peak load is 45% more expensive than the tariff outside the peak load time. In this study, we will discuss the efficiency of electrical energy costs by using the load shifting management method, where the method is carried out by setting the reverse osmosis system engine ignition using a timer. The way the daily timer works is by moving the clock that should be at the peak load time to turn on at the time outside the peak load. From the results of setting the reverse osmosis system engine start time with the load shifting management method using the help of a timer, it is found that the engine is running only outside the peak load time and reduces the cost of electrical energy consumed by 32%.

Keywords: daily timer, load shifting management, reverse osmosis system, peak load time.

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi primer yang sangat diperlukan oleh sektor industri karena untuk menggerakkan mesin-mesin produksi untuk menghasilkan produk tepat guna untuk kebutuhan masyarakat. Kebutuhan energi listrik tersebut akan berbanding lurus dengan biaya yang harus dibayarkan oleh industri kepada perusahaan penyedia energi listrik[1]. Biaya energi listrik yang harus dibayarkan sangatlah bervariasi tergantung dengan jenis golongan yang diambil.

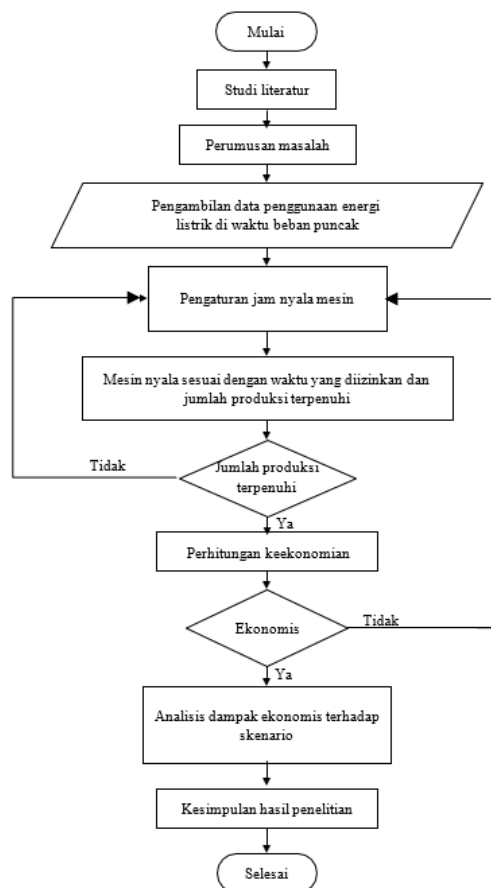
Selain dari jenis golongan pelanggan yang diambil, biaya atau tarif energi listrik juga terbagi kedalam dua waktu, yaitu ketika waktu beban puncak dan waktu diluar beban puncak. Waktu beban puncak memiliki tarif yang lebih mahal sekitar 40% dibandingkan tarif diluar waktu beban puncak. Perbedaan tarif yang signifikan antara waktu beban puncak dan waktu diluar beban puncak tersebut menjadi perhatian serius dari kalangan industri. Salah satu industri yang menaruh perhatian serius terhadap perbedaan tarif tersebut adalah perusahaan makanan dengan produksi kecap di daerah Kota Bekasi.

Strategi kreatif sangat diperlukan untuk menyiasati perbedaan tarif tersebut. Salah satu strategi yang diterapkan oleh penulis dan diaplikasikan di salah satu perusahaan kecap adalah dengan menggunakan metode *load shifting management*. Metode tersebut digunakan dengan cara memindahkan beban energi listrik pada waktu beban puncak menuju luar waktu beban puncak. Dalam penelitian ini akan dibahas terkait dengan penerapan metode *load shifting management* untuk melakukan efisiensi biaya energi listrik dengan pengujian kepada mesin *reverse osmosis system* tanpa mengurangi produktivitas mesin tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1. Flowchart Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



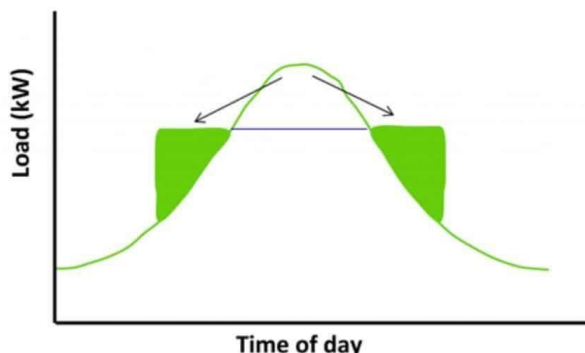
Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian

2.2. Demand Side Management

Demand Side Management (DSM) merupakan suatu metode dalam pengelolaan penggunaan energi listrik. Konsep DSM awalnya diperkenalkan untuk mengurangi permintaan energi listrik pada beban puncak sehingga perusahaan penyedia energi listrik dapat mengatur permbangkit

listrik lebih efisien dan mengelola investasi pembangunan pembangkit baru agar lebih terukur[2]. Metode DSM umumnya terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, dan pemantauan kegiatan penggunaan energi listrik dimasing-masing beban yang bertujuan untuk mengubah pola penggunaan energi listrik pada beban.

Penerapan DSM dapat dilakukan dengan beberapa metode yakni : *peak clipping*, *valley filling*, *load shifting*, *strategic conservation*, *strategic load growth* dan *flexible load shape* [3]. Dari beberapa metode DSM yang dapat diterapkan, metode *load shifting* dapat digunakan untuk menekan biaya penggunaan energi listrik paling efektif. Hal tersebut disebabkan karena penerapan *load shifting* merupakan pemindahan beban pada periode beban puncak ke diluar waktu bebabn puncak tanpa mengurangi kegiatan sehari-hari.



Gambar 2. *Curva load shifting*

2.3. Profil Tarif Energi Listrik

Industri merupakan salah satu beban yang mengkonsumsi energi listrik terbesar setelah rumah tangga. Dalam proses operasionalnya, industri sangat memerlukan energi listrik untuk menghasilkan suatu prodak yang bermanfaat bagi masyarakat. Salah satu komponen industri yang mengkonsumsi energi listrik terbesar adalah jenis industri food and baverage.

Industri kecap merupakan salah satu bagian dari jenis insustri food and baverage, dalam proses produksinya, industri tersebut menggunakan energi listrik untuk menggerakkan motor-motor listrik, mesin-mesin produksi dan kebutuhan lainnya yang mendukung proses produksi kecap. Dalam memenuhi kebutuhan energi listrik, industri tersebut menjadi pelanggan tetap PT PLN dan mengalokasikan biaya tagihan energi listrik sebagai variable cost. Tarif konsumsi energi listrik yang dibebankan oleh PT PLN kepada industri tersebut masuk kedalam golongan tarif bisnis 3 dengan rincian tarif seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Tarif energi listrik

Tarif / Daya	B3 / 1,110,000 VA
LWBP	Rp. 1,035.78
WBP	Rp. 1,553.67
kVarh	Rp. 1,114.74

Jenis langganan energi listrik kepada PT PLN menggunakan tegangan menengah 20 kV sehingga dilakukan proses penurunan tegangan dengan trafo step down kapasitas 2,200,000 VA menjadi 380 Volt sehingga sesuai dengan kebutuhan motor dan mesin-mesin industry yang digunakan. Pembagian konsumsi beban industri kecap dibagi kedalam tiga kataegori utama, yaitu beban mesin-mesin proses produksi sebesar 26% dari total konsumsi, mesin-mesin utility yang mendukung proses produksi 47 % dari total konsumsi, dan support penerangan refrigasi mengkonsumsi 27% dari total konsumsi.

Penggunaan energi listrik untuk menjalankan mesin-mesin produksi sangatlah besar, hal tersebut dapat terlihat pada tabe 2. Secara jumlah energi listrik akan sangat sulit untuk dilakukan efisiensi karena terkait dengan target produksi, namun demikian secara tarif masih dapat dikontrol dengan menggunakan metode *load shifting* menggunakan pengaturan jam nyala mesin sehingga mesin dapan dimaksimalkan menyala pada luar waktu beban puncak tanpa mengurangi kapasitas produksi.

Tabel 2. Penggunaan energi listrik dan biaya energi listrik

Bulan	Pemakaian Kwh		Total	Biaya Pemakaian	
	LWBP	WBP		LWBP	WBP
Januari	247,328	50,384	297,712	256,177,396	78,280,109
Februari	220,240	44,240	264,480	228,120,187	68,734,361
Maret	223,120	46,368	269,488	231,103,234	72,040,571
April	211,856	44,944	256,800	219,436,208	69,828,144
Mei	223,472	45,776	269,248	231,467,828	71,120,798
Juni	182,480	37,680	220,160	189,009,134	58,542,286
Juli	242,544	50,560	293,104	251,222,224	78,553,555

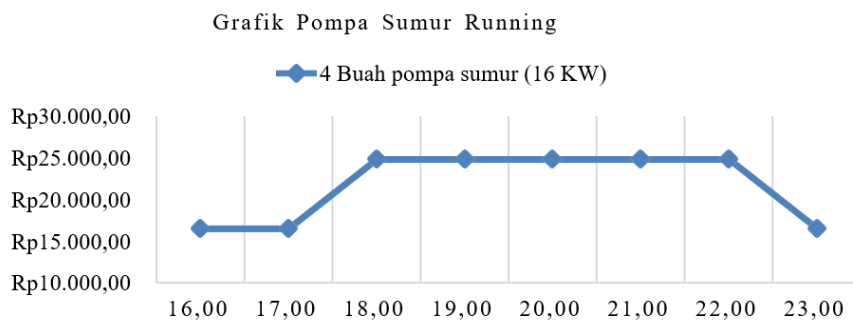
2.4. Konsumsi Listrik Reverse Osmosis System

Reverse osmosis system merupakan sistem untuk melakukan pengolahan air minum untuk bahan baku produksi. Sumber air baku atau *feed water* yang diolah berasal dari sumur bor dengan kedalaman 120-150 m dibawah permukaan tanah. Pengolahan tersebut diperlukan untuk memastikan bahan baku air sesuai dengan standar air minum. Untuk memenuhi kebutuhan pabrik, mesin harus menyala selama waktu yang telah ditentukan sesuai dengan kapasitas mesin. Detail dari profil kapasitas dan jam nyala mesin tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

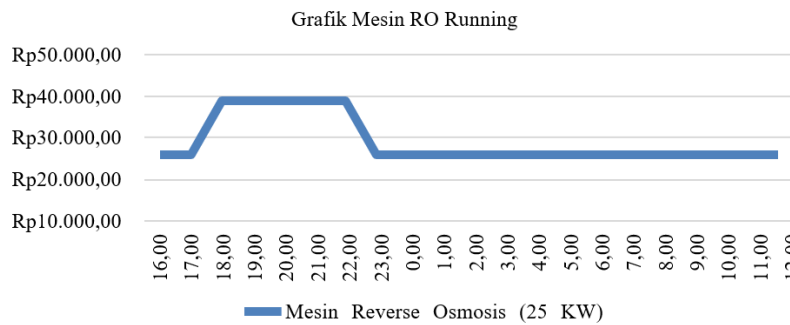
Tabel 3 . Kapasitas dan jam nyala mesin

Plant	Kapasitas	Kebutuhan	Jam Nyala
Mesin Ro	10 m3/jam	200 m3/hari	20 Jam
Pompa Sumur	36 m3/jam	300 m3/hari	8 - 9 Jam

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata jam nyala dari *reverse osmosis system* tersebut adalah kurang dari 24 jam, sehingga minimal ada 4 jam untuk menghindari waktu beban puncak. Kegiatan untuk menghindari waktu beban puncak penting dilakukan untuk menekan biaya tarif energi listrik yang digunakan. Jika disimulasikan *reverse osmosis system* tersebut menyala di waktu beban puncak dan luar waktu beban puncak, akan sangat terlihat biaya yang signifikan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Grafik tarif energi listrik pompa sumur



Gambar 4. Grafik tarif energi listrik mesin RO

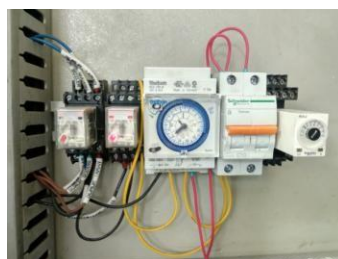
3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, diterapkan metode *load shifting management* dengan menggunakan timer sebagai pengatur jam nyala dan mati untuk mesin *reverse osmosis system* sehingga waktu mengkonsumsi beban energi listriknya dapat dipilih diluar waktu beban puncak dengan tanpa mengurangi produktivitas mesin tersebut. Skenario nyala dan mati *reverse osmosis system* tersebut dijelaskan dalam tabel 4.

Tabel 4. Skenario jam nyala *reverse osmosis system*

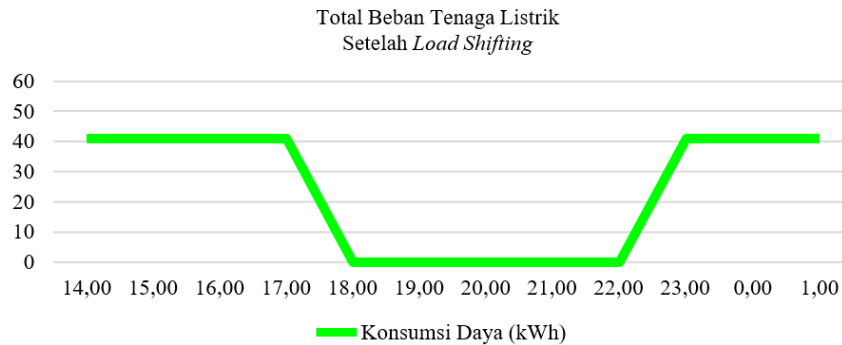
No	Waktu	Status	No	Waktu	Status
1	00.00	Standby ON	13	12.00	Standby ON
2	01.00	Standby ON	14	13.00	Standby ON
3	02.00	Standby ON	15	14.00	Standby ON
4	03.00	Standby ON	16	15.00	Standby ON
5	04.00	Standby ON	17	16.00	Standby ON
6	05.00	Standby ON	18	17.00	OFF
7	06.00	Standby ON	19	18.00	OFF
8	07.00	Standby ON	20	19.00	OFF
9	08.00	Standby ON	21	20.00	OFF
10	09.00	Standby ON	22	21.00	OFF
11	10.00	Standby ON	23	22.00	OFF
12	11.00	Standby ON	24	23.00	Standby ON

Penggunaan timer bertujuan untuk memastikan skenario jam nyala dan mati *reverse osmosis system* dapat berjalan sesuai dengan rencana yang sudah dibuat. Hal tersebut dilakukan guna menghindari *reverse osmosis system* tersebut nyala pada waktu beban puncak. Timer yang digunakan untuk mengatur jam dan nyala *reverse osmosis system* menggunakan timer Omron tipe theben SUL181D dan logika NO/NC dengan bantuan relay MY4N. Penggunaan timer dan relay tersebut dibuat menjadi satu rangkaian sistem yang akan disambungkan dengan sensor dan kontaktor motor *reverse osmosis system*.



Gambar 5. Rangkaian pengatur waktu nyala dan mati *reverse osmosis system*

Setelah dilakukan pengujian rangkaian dengan skenario yang telah ditentukan, rangkaian pengatur waktu tersebut dapat berfungsi sesuai dengan rencana yang sudah dibuat. Pada jam beban puncak, *reverse osmosis system* tidak dapat menyala dan mengkonsumsi energi listrik. Hasil pengujian tersebut disampaikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik beban setelah penerapan *load shifting management*

Penggunaan pengatur waktu mengakibatkan pada jam waktu beban puncak *reverse osmosis system* tidak dapat menyala dan mengkonsumsi energi listrik. Hal tersebut berimplikasi pada tarif energi listrik dapat ditekan karena terhindar dari waktu beban puncak yang memiliki tarif lebih dari 40% lebih tinggi dibandingkan diluar waktu beban puncak. Penurunan tarif tersebut dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik tarif setelah penerapan *load shifting management*

Total tarif energi listrik pada waktu beban puncak sesuai dengan beban listrik yang digunakan adalah sebesar Rp. 63.714/jam WBP. Sementara itu, setelah dilakukan pengaturan jam nyala *reverse osmosis system* diluar waktu beban puncak yang memiliki tarif Rp. 42.476/jam LWBP sesuai dengan jumlah nilai beban, sehingga dapat dilakukan penghematan yang sangat signifikan sebesar Rp. 21.238/jam selama waktu beban puncak atau sama dengan 32.%.

Penghematan yang terdapat pada *plant reverse osmosis system* dapat berpengaruh kepada tagihan total pabrik, sehingga pada total tagihan antara sebelum penerapan dan setelah penerapan *load shifting management* terjadi penurunan yang cukup baik khususnya pada tagihan energi listrik diwaktu beban puncak.

WBP		
Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total
50,384	1,553.67	78,280,109

WBP		
Pemk kWh	Biaya Pemk	Sub Total
46,176	1,553.67	71,742,266

Gambar 8. Total tagihan tarif penggunaan energi listrik

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dari penerapan metode *load shifting management* untuk melakukan efisiensi biaya energi listrik, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan sistem pengatur waktu dengan bantuan *daily timer* dapat melakukan pengaturan jam nyala dan mati *reverse osmosis system* untuk menghindari penggunaan energi listrik pada saat waktu beban puncak
2. Penerapan metode *load shifting management* dengan cara menggeser penggunaan energi listrik pada waktu beban puncak menuju luar waktu beban puncak dapat menghemat biaya akibat penggunaan energi listrik sebesar 32% tanpa mempengaruhi produktivitas dari *reverse osmosis system*.

Referensi

[1] Edy Hilmawan, “Energy efficiency standard and labelling in Indonesia”. International Cooperation for Energy Efficiency Standard and Labelling Policy. Tokyo. Japan, 2009.

[2] Vashishtha, S. and Ramachandran, M, “Multicriteria evaluation of Demand Side Management (DSM) Implementation strategies in the Indian power sector”. Energy 31pp. 2210-2225, 2006.

[3] Mulyono, “Implementasi Demand Side Management (DSM) pada Instalasi Pengolahan Air PDAM Mulia Baru”. Jurnal Ilmiah Energi dan Kelistrikan Vol. 12, No.1, Januari –Juni 2020, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042, 2020.

ID: 26

Pengembangan Sistem Informasi Perekapan Nilai Kedisiplinan Taruna Di Lingkungan Pusbangkar Poltektrans SDP Palembang

Development Of An Information System For Record Cadets Discipline In Pusbangkar Poltektrans SDP Palembang

Raden Muhamad Firzatullah^{1*}, Yulia Puspita Sari^{1a}, Irwan^{1b}, Broto Priyono^{1c}, NoorSulistiyono^{1d}, Fadjrin Wira Perdana^{1e}, Dimas Pratama Yuda^{1f}

¹Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyeberangan Palembang
Jl. Sabar Raya No.116, Mariana, Kec.Banyuasin, Kab.Banyuasi I, Sumatri Seltan 30952. 0711-7537264
firzatullah@poltektranssdp-palembang.ac.id^{1*}, yulia.puspita.sari@polektranssdp-palembang.ac.id^{1a},
irwan@poltektranssdp-palembang.ac.id^{1b}, boroto.priyono@poltektranssdp-palembang.ac.id^{1c},
noor.sulistiyono@poltektranssdp-palembang.ac.id^{1d}, fadjrin.wira@poltektranssdp-palembang.ac.id^{1e},
fadjrin.wira@poltektranssdp-palembang.ac.id^{1f}

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi perekapan poin kedisiplinan taruna di lingkungan Politeknik Transportasi Sungai Danau dan penyeberangan (Poltektrans SDP) Palembang berbasis website. Pengembangan sistem informasi menggunakan kerangka kerja scrum dengan prinsip model Agile. Pengujian perangkat lunak dilakukan memanfaatkan metode blackbox pada aspek fungsionalitas, efisiensi, reliabilitas dan usability. Hasil dari penelitian ini diantaranya Sistem Informasi Perekapan Poin Kedisiplinan Taruna di Lingkungan Poltektrans SDP Palembang yang dikembangkan dengan menggunakan kerangka kerja Codeigniter 3 dengan fitur diantaranya manajemen data taruna, manajemen data program studi, manajemen data tahun ajaran akademik, manajemen data pelanggaran dan penghargaan taruna, manajemen data izin sakit dan pemeriksaan psikologi taruna, pelaporan rekap poin penghargaan dan pelanggaran taruna, pelaporan rekap status taruna. Dari hasil pengujian sistem informasi didapatkan nilai fungsionalitas sebesar 5/5, pengujian efisiensi sebesar 4.36/5, pengujian reliabilitas sebesar 4.12/5 dan usability sebesar 4.84/5. Berdasarkan analisis dan pengujian pada sistem informasi didapatkan hasil bahwa sistem informasi layak untuk digunakan.

Kata Kunci : Sistem Informasi, Kedisiplinan Taruna, Berbasis Website

Abstract- This research aims to develop an information system based on a website for recording cadet discipline points at the Palembang River and Lake Transportation Polytechnic (Poltektrans SDP). Development of information systems using the Scrum framework with the principles of the Agile model. Software testing is carried out using the BlackBox method on functionality, efficiency, reliability, and usability. The results of this study include the Cadets Disciplinary Point Recruitment Information System in the SDP Palembang Polytechnic Environment which was developed using the CodeIgniter 3 framework with features including cadet data management, study program data management, academic year data management, cadet violation, and award data management, management data on sick leave and psychological examination of cadets, reporting of a recap of award points and cadet violations, reporting of a recap of cadet status. From the results of testing the information system, the value of functionality is 5/5, efficiency testing is 4.36/5, reliability testing is 4.12/5 and usability is 4.84/5. Based on the analysis and testing of the information system, the results show that the information system is feasible to use.

Keywords : Information System, Cadet Discipline, Web Based

1. Pendahuluan

Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang adalah perguruan tinggi dibawah kementerian perhubungan yang memiliki tugas menyelenggarakan Pendidikan

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 125-133

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

125

vokasi, penelitian, dan pengabdian masyarakat di bidang transportasi sungai, danau, dan penyeberangan. Dalam pelaksanaan unsur akademik, Poltektrans SDP Palembang menerapkan pembangunan karakter taruna dengan melakukan pembinaan karakter taruna sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Dimana unsur pelaksana pembangunan karakter taruna merupakan Pusat Pengembangan Karakter (PUSBANGKAR). Dimana dalam pelaksanaan pengembangan karakter, nilai pelanggaran dan penghargaan taruna direkap dan diakumulasikan setiap semesternya sebagai evaluasi penilaian sikap dan karakter taruna dalam menempuh pendidikan. Hasil evaluasi penilaian sikap dan karakter taruna dijadikan pedoman dalam memberikan penghargaan dan hukuman bagi taruna. Selain itu, nilai pengembangan karakter yang meliputi sikap dan kesemampuan dijadikan pertimbangan dalam penentuan kenaikan tingkat dan kelulusan studi taruna [1].

Proses perekapan nilai pengembangan karakter taruna masih dilakukan secara konvensional, dimana setiap pelanggaran yang dilakukan oleh taruna dicatat dalam buku catatan pelanggaran. Sementara, perekapan prestasi taruna dilakukan dengan mengumpulkan dokumen fisik bukti penghargaan yang diperoleh. Berdasarkan penelitian [2] perekapan secara konvensional menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya data yang tercatat pada kertas biasanya mudah tercecer sehingga pada saat data tersebut akan digunakan sangat sulit menemukan kembali atau memerlukan waktu untuk menemukannya [3]. Perekapan data yang bersifat paper-based menimbulkan potensi tingkat akurasi data yang rendah karena berpotensi data yang hilang atau rusak [4]. Selain itu, Sistem paper based memerlukan ruang penyimpanan untuk menyimpan dokumen, dimana dalam bila merujuk pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 1979 Pasal 8 Tentang Penyusunan Arsip, Pelaksanaan pemusnahan arsip yang mempunyai jangka 10 (sepuluh) tahun atau lebih [5]. Sistem perekapan yang bersifat paper based juga menimbulkan potensi rawan terjadinya kesalahan pencatatan serta rentan tindak kecurangan dan manipulasi data [6].

Dalam upaya meningkatkan efisiensi, usabilitas dan realibilitas pencatatan data yang bersifat paper-based, beberapa penelitian terkait menggantikan pencatatan yang bersifat paper-based dengan sistem informasi berbasis website [7]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi berbasis website dalam melakukan perekapan nilai kedisiplinan taruna di Lingkungan PUSBANGKAR Poltektrans SDP Palembang. Dalam pengembangan sistem informasi, model yang digunakan sebagai pedoman adalah prinsip model agile dengan kerangka kerja scrum. Sementara bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan sistem informasi adalah bahasa pemrograman PHP (Hypertext Preprocessor) dengan kerangka kerja Codeigniter 3. Pada tahapan akhir, program akan diuji dan dievaluasi dengan metode *blackbox*, guna menguji fungsionalitas fitur sistem informasi serta mengukur tingkat efisiensi, usabilitas dan realibilitas.

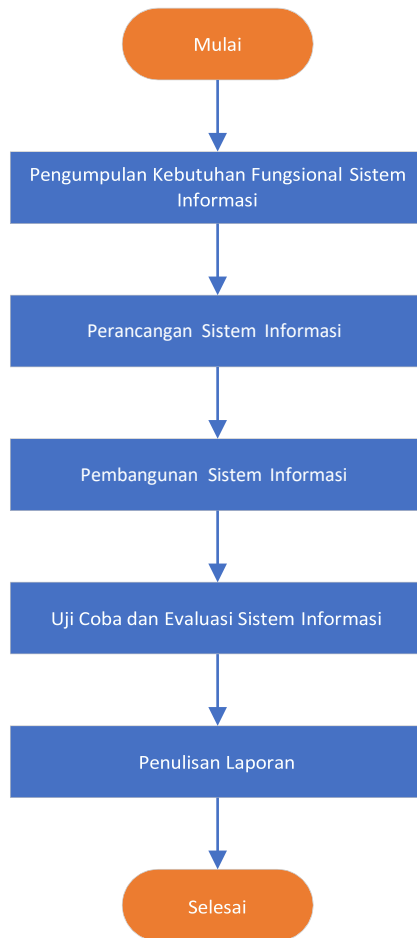
2. Metode Penelitian

Bagian ini menjelaskan tahapan pengembangan dan pengujian sistem informasi melalui diagram alir, gambaran rancangan sistem informasi serta gambaran umum rancangan kuesionair yang digunakan pada tahapan pengujian dan evaluasi sistem informasi.

2.1. Diagram Alir Pengembangan Sistem Informasi

Tahapan pengembangan sistem informasi dapat dilihat pada Gambar 1, dimana tahapan awal merupakan pengumpulan kebutuhan fungsional sistem informasi dari *stakeholder* yang terlibat. Selanjutnya tahapan perancangan sistem informasi berdasarkan kebutuhan fungsional sistem yang didapat yang diantaranya pembuatan *Entity Relationship Diagram* (ERD), *Usecase Diagram* dan *mockup* antarmuka pengguna sistem informasi. Selanjutnya adalah tahapan pembangunan sistem informasi yang meliputi pembangunan *database* dan penulisan kode program berpedoman pada rancangan yang sudah dibuat. Setelah sistem informasi dikembangkan, selanjutnya sistem informasi akan diuji dengan menggunakan metode *blackbox*

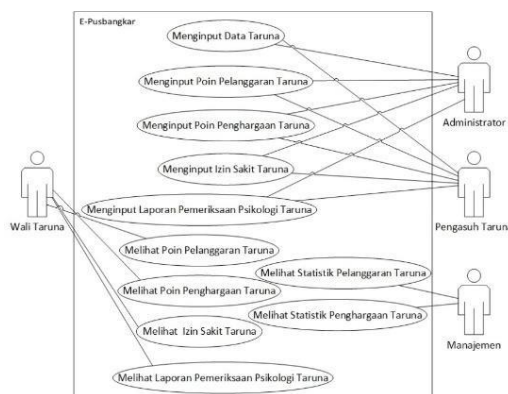
untuk mengukur fungsionalitas serta tingkat efisiensi sistem informasi. Tahapan akhir adalah penulisan laporan berdasarkan tahapan-tahapan yang telah dipaparkan sebelumnya.



Gambar 1. Tahapan pengembangan sistem informasi

2.2. Use Case Diagram

Usecase diagram digunakan untuk untuk memodelkan sistem informasi yang meliputi interaksi antara aktor dengan sistem informasi [8]. Pada penelitian ini terdapat 4 (empat) orang aktor yang meliputi wali taruna, administrator, pengasuh taruna dan manajemen. Dimana interaksi antar aktor tersebut digambarkan pada Gambar 2.

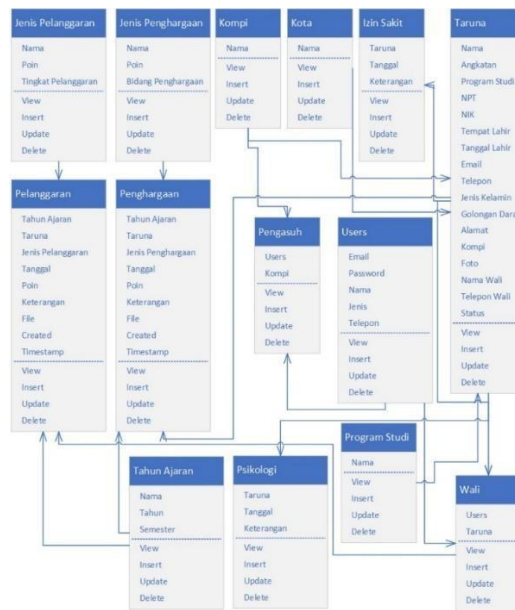


Gambar 2. Usecase Diagram Sistem Informasi

Dimana aktivitas yang dapat dilakukan oleh masing-masing aktor pada sistem informasi meliputi penginputan data taruna, penginputan poin pelanggaran dan penghargaan taruna, penginputan izin sakit dan laporan psikologi, melihat laporan pelanggaran dan penghargaan taruna, melihat laporan izin sakit dan psikologi taruna dan melihat statistika pelanggaran serta penghargaan taruna.

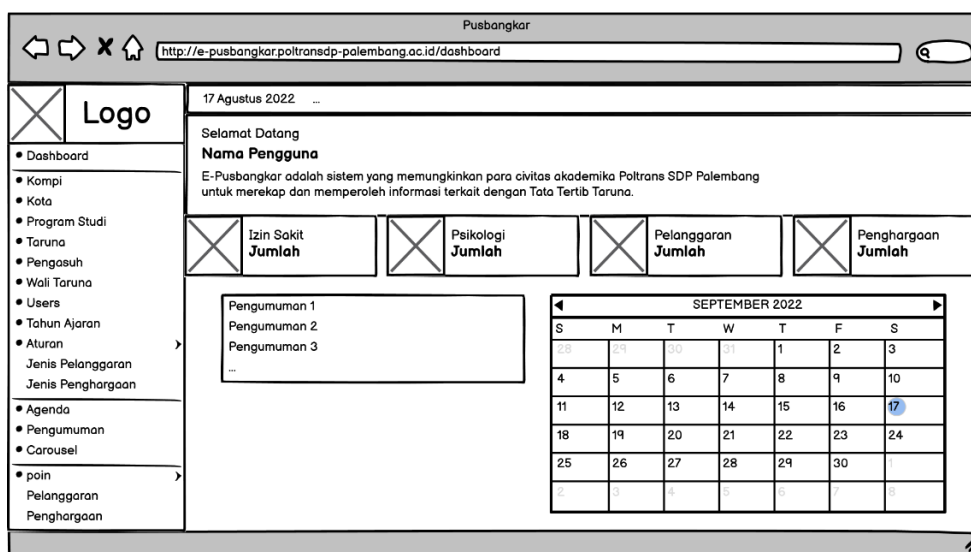
2.3. Entity Relationship Diagram

Entity Relationship Diagram (ERD) dibuat untuk menggambarkan keterkaitan antar data pada sistem informasi yang dibangun. Dimana beberapa entitas data yang digunakan pada sistem informasi meliputi data pelanggaran, data penghargaan, data taruna, data izin sakit, data psikologi, data program studi dan data wali taruna dimana masing-masing data memiliki keterkaitan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Usecase diagram sistem informasi

2.4. Mockup Antarmuka Pengguna



Gambar 4 Mockup antarmuka pengguna halaman dashboard

Mockup antarmuka pengguna dibuat untuk dijadikan acuan dalam membangun antarmuka pengguna dari sistem informasi. Dimana mockup antarmuka pengguna halaman dashboard digambarkan pada Gambar 4.

2.5. Skenario Pengujian dan Evaluasi Sistem Informasi

Pengujian dan evaluasi sistem informasi dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox*, dimana responden pengujian merupakan stakeholder yang terlibat langsung dalam bisnis proses sistem informasi perekapan nilai kedisiplinan taruna di lingkungan Poltektrans SDP Palembang. Jumlah responden yang dilibatkan sejumlah 25 (dua puluh lima) orang yang meliputi 4 (empat) jenis pengguna. Sementara instrumen skenario pengujian tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Intrumen skenario pengujian dan evaluasi

No	Unit Pengujian	Hasil
1.	Program dapat menampilkan halaman <i>dashboard</i> sesuai dengan <i>role users</i> .	Berhasil / Tidak Berhasil
2.	Program dapat menampilkan agenda kegiatan pada halaman <i>dashboard</i> .	Berhasil / Tidak Berhasil
3.	Program dapat menampilkan pengumuman pada halaman <i>dashboard</i> .	Berhasil / Tidak Berhasil
4.	Program dapat menampilkan taruna secara keseluruhan bagi <i>role user administrator</i> .	Berhasil / Tidak Berhasil
5.	Program dapat menampilkan taruna berdasarkan kompi bagi <i>role user</i> pengasuh bersangkutan.	Berhasil / Tidak Berhasil
6.	Program dapat menambahkan data taruna.	Berhasil / Tidak Berhasil
7.	Program dapat mengupdate data taruna.	Berhasil / Tidak Berhasil
8.	Program dapat menghapus data taruna.	Berhasil / Tidak Berhasil
9.	Program dapat menampilkan jenis pelanggaran bagi <i>role user administrator</i> .	Berhasil / Tidak Berhasil
10.	Program dapat menambahkan jenis pelanggaran bagi <i>role user administrator</i> .	Berhasil / Tidak Berhasil

Untuk evaluasi efisiensi, usabilitas dan realibilitas sistem informasi maka dilakukan evaluasi menggunakan kuesionair dalam skala likert seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Instrumen *kuesionair evaluasi*

No	Unit Evaluasi	Nilai				
		1	2	3	4	5
1.	Efisiensi manajemen data taruna.					
2.	Efisiensi manajemen data pelanggaran.					
3.	Efisiensi manajemen data penghargaan.					
4.	Efisiensi manajemen data program studi.					
5.	Efisiensi manajemen data pleton.					
6.	Efisiensi manajemen pengguna.					
7.	Realibiitas akses data taruna serta laporan pelanggaran, penghargaan, izin sakit dan psikologi oleh wali taruna.					
8.	Realibiitas laporan pelanggaran taruna.					
9.	Realibiitas laporan penghargaan taruna.					
10.	Realibiitas laporan status taruna.					

No	Unit Evaluasi	Nilai				
		1	2	3	4	5
11.	Realibiitas laporan data taruna.					

Sementara penghitungan hasil evaluasi dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$\Sigma NE = \frac{\Sigma NR}{JR} \tag{1}$$

Dimana toal penilaian evaluasi (ΣNE) didapatkan dari hasil penghitungan nilai evaluasi dari masing-masing responden (ΣNR) dibagi dengan jumlah responden (JR). Sementara range penilaian evalasi menggunakan standar likert seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Standar penilaian likert

Skala Likert	Tahap
0,00 – 1,00	Sangat Kurang
1,01 – 2,00	Kurang
2,01 – 3,00	Cukup
3,01 – 4,00	Baik
4,01 – 5,00	Sangat Baik

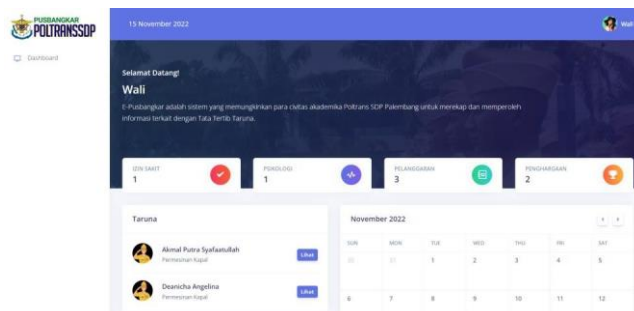
2.6. Implementasi Antarmuka Pengguna Halaman Dashboard

Tampilan awal setelah pengguna melakukan login, sistem informasi akan mengarahkan pengguna menuju halaman *dashboard*. Dimana halaman *dashboard* menampilkan statistik dan menu utama pada halaman website seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Antarmuka pengguna halaman *dashboard* administrator, manajemen dan pengasuh

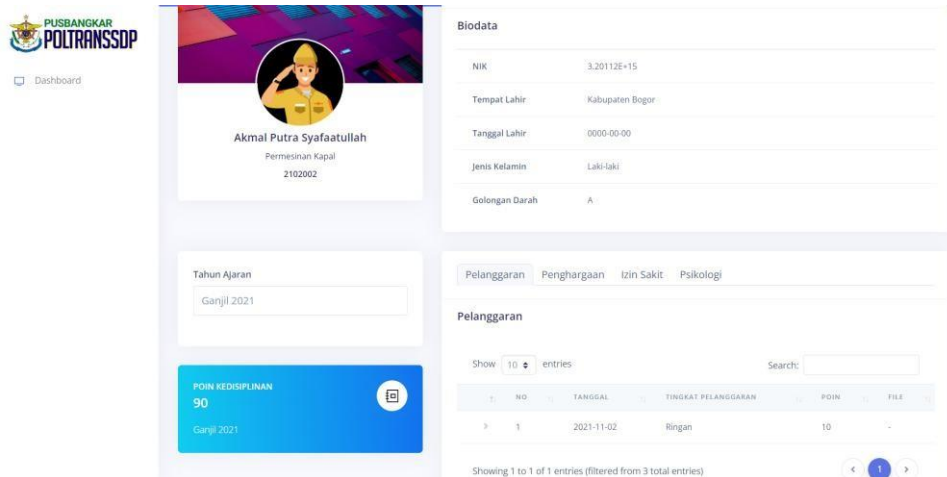
Dimana tampilan halaman dashboard sendiri dibedakan berdasarkan jenis pengguna, namun umumnya halaman dashboard menampilkan statistik izin sakit, laporan psikologi, jumlah pelanggaran dan jumlah penghargaan. Halaman dashboard juga menampilkan kalender kegiatan besar taruna beserta pengumuman. Sementara pada jenis pengguna wali taruna akan menampilkan pilihan taruna yang diwalikan untuk selanjutnya mengarahkan ke halaman taruna yang dipilih seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Antarmuka pengguna halaman *dashboard* wali taruna

2.7. Implementasi Antarmuka Pengguna Halaman Profil Taruna

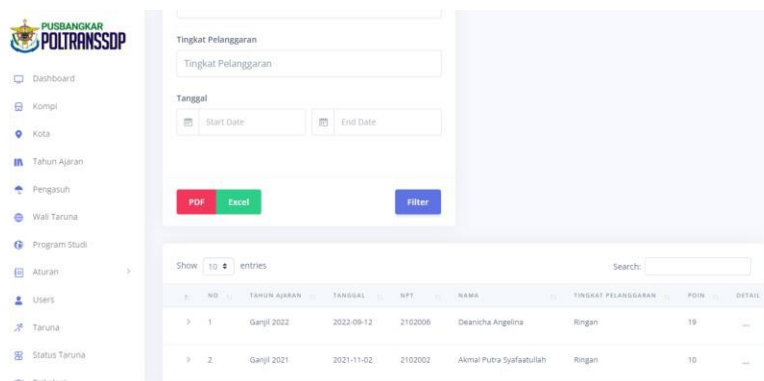
Halaman profil taruna menampilkan nilai kedisiplinan, rekap pelanggaran, rekap penghargaan serta biodata masing-masing taruna yang dipilih seperti yang ditampilkan pada Gambar 7. Dimana profil taruna hanya dapat diakses oleh wali taruna bersangkutan.



Gambar 7 Antarmuka pengguna halaman profil taruna

2.8. Implementasi Antarmuka Laporan Pelanggaran Taruna

Halaman laporan pelanggaran taruna menampilkan keseluruhan data pelanggaran yang telah disimpan dan dapat difilter berdasarkan kondisi tertentu untuk melakukan pencarian data. Semisalnya pengguna dapat memfilter laporan berdasarkan pleton, program studi maupun tingkat pelanggaran yang dilakukan seperti pada Gambar 8. Antarmuka laporan pelanggaran taruna hanya dapat diakses menggunakan account dengan jenis pengguna administrator, manajemen dan pengasuh.



Gambar 8 Antarmuka pengguna halaman laporan pelanggaran taruna

Yang dimana pada halaman antarmuka laporan pelanggaran taruna, pengguna dapat mencetak rekap pelanggaran dalam bentuk PDF maupun Excel seperti pada contoh laporan rekap pelanggaran pada Gambar 9.

Rekap Pelanggaran

Tanggal	NPT	Program Studi	Kompi	Nama	Tingkat	Poin
2022-09-12	2102006	Permesinan Kapal		Deanicha Angelina	Ringan	19
2021-11-02	2102002	Permesinan Kapal		Akmal Putra Syafaatullah	Ringan	10
2022-03-25	2102002	Permesinan Kapal		Akmal Putra Syafaatullah	Ringan	19

Gambar 9 Laporan rekap pelanggaran dalam bentuk PDF

2.9. Implementasi Antarmuka Manajemen Data Taruna

Halaman manajemen data taruna hanya dapat diakses oleh account dengan jenis pengguna administrator. Dimana fitur-fitur manajemen data taruna diantaranya proses input, update dan delete data taruna seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.

Gambar 10 Antarmuka update data taruna

2.10. Hasil Pengujian dan Evaluasi Sistem Informasi

Pengujian sistem informasi dilakukan menggunakan metode *blackbox* menggunakan instrument unit pengujian di table 1. Dimana pengujian dilakukan oleh 25 (dua puluh lima) orang penguji pada masing-masing jenis pengguna. Selanjutnya pengguna menguji fungsionalitas dan daidapatkan hasil 5/5 dalam skala likert, yang berarti tidak ada fungsi galat pada sistem informasi. Sementara efisiensi, efektivitas dan realibilitas fitur sistem informasi diukur dengan menyebarkan kuesioner kepada 25 (dua puluh lima) orang pengguna menggunakan instrumen kuesionair evaluasi pada Tabel 2. Dari hasil evaluasi didapatkan nilai efisiensi 4.36/5 sementara usability 4.84/5 dan realibilitas 4.12/5. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan, sistem informasi yang dikembangkan sudah layak untuk digunakan.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil dari penelitian ini berbentuk produk sistem informasi perekapan nilai kedisiplinantaruna di lingkungan Poltektrans SDP Palembang berbasis website.
- Proses pengembangan sistem informasi berbasis website dengan menggunakan metode pengembangan agile dan kerangka kerja dalam kasus pengembangan sistem informasi nilai kedisiplinan taruna di lingkungan Poltektrans SDP Palembang memperoleh nilai kualitas yang bagi dari segi efektivitas, efisiensi dan realibilitas.
- Sistem informasi perekapan Poltektrans SDP Palembang telah diuji dengan menggunakan metode *blackbox* dan intrumen pengujian, sehingga diperoleh kesimpulan sistem informasi layak untuk dijadikan tolak ukur pengembangan sistem serupa.

Referensi

- [1] Menteri Perhubungan, Peraturan Menteri Nomor 62 Tahun 2018 tentang Organisasi dan Tata Kerja. Jakarta: Kementerian Perhubungan, 2018
- [2] M.Totok, Sistem Informasi E-Office Sebagai Pendukung Program Paperless Korespondensi Perkantoran," *Jurnal Scienza*, Vol.2, No.2, Mar., 107 – 122, 2018.
- [3] Dewi, NLPE.Sulistia. "Evaluasi Diri Berbasis Kombinasi Traditional Paper-based dan Electronic Portfolio untuk Meningkatkan Kemampuan Menulis Mahasiswa." *Prasi: Jurnal Bahasa, Seni, dan Pengajarannya*, Vol.6, No. 11., 2010.
- [4] Rosyidhana, Akbar. "Sistem Informasi Inventori Dan Penjualan Berbasis Web Di Toko Bangunan Enggal Jaya Klaten." PhD diss., Universitas Gadjah Mada, 2014.
- [5] Mumpuni, Retno, FT.Anggraeny, and MN.Fadillah. "Perancangan Sistem Informasi Pendataan Anggota Poliklinik UPN Veteran Jawa Timur." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, Vol.1, No. 1., 46 – 54,2019.
- [6] Putri, C.Septiani. "Pembuatan Sistem Informasi Produksi Dan Sub Kontrak Pada Perusahaan Garmen 'X'." *CALYPTRA* Vol.3, No. 1., 1-13, 2014.
- [7] Pakpahan, Roida, Yuni Fitriani, and A.Asriani. "Sistem Informasi Perancangan Aplikasi Data Record Training Karyawan." *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, Vol.4, No. 2.,13-17, 2018.
- [8] Gemino, Andrew, D.Parker. "Use Case Diagrams In Support Of Use Case Modeling: Deriving Understanding From The Picture." *Journal of Database Management (JDM)* Vol.20, No.1,1-24, 2009.

Perancangan Antena *Monopole Planar* dengan Metamaterial untuk Peningkatan *Bandwidth*

Design of Monopole Planar Antenna with Metamaterial for Bandwidth Enhancement

Lutfianne Rafasari^{1*}, Daniel Christian², Levy Olivia Nur³ Harfan Hian Ryanu⁴

^{1,2,3,4}Telkom University

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu, Bojongsoang, Sukapura, Dayeuhkolot, Bandung, Bandung, Jawa Barat, 40257, (022) 7564108

lutfianne@student.telkomuniversity.ac.id¹, danielchr@student.telkomuniversity.ac.id²,

levyolivia@telkomuniversity.ac.id³ harfanhr@telkomuniversity.ac.id⁴

Abstrak – Perkembangan teknologi sangatlah pesat sehingga komunikasi wireless menjadi salah satu kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari mulai dari hal kecil seperti penggunaan remote control hingga aplikasi medis. Antena yang sangat populer untuk komunikasi wireless adalah antena microstrip karena pabrikasinya yang mudah dan harganya cukup terjangkau, tetapi antena microstrip sendiri memiliki beberapa kekurangan salah satunya adalah bandwidth yang kecil sehingga tidak dapat bekerja pada banyak frekuensi. Antena monopole planar merupakan salah satu solusi dari rendahnya bandwidth pada antena microstrip dengan struktur yang sederhana sehingga mudah dipabrikasi dengan harga yang terjangkau. Agar antena dapat bekerja pada frekuensi 3,1-10,6 GHz (ultra-wideband), maka antena dapat ditambahkan metamaterial. Selain untuk memperbesar bandwidth, metamaterial juga memiliki keuntungan seperti biaya pabrikan yang rendah serta dapat menjadi salah satu metode miniaturisasi. Dalam penelitian ini, dirancang antena monopole dengan patch heksagonal dengan penambahan metamaterial yaitu Electromagnetic Band Gap (EBG) berbentuk heksagonal untuk meningkatkan bandwidth antena. Rentang minimal frekuensi kerja antena adalah 3,1 – 10,6 GHz (ultra-wideband) dengan bahansubstrat yaitu FR-4 serta bahan untuk patch dan groundplane adalah copper. Bandwidth antena sebelum ditambahkan struktur EBG yaitu sebesar 14,0324 GHz dan setelah ditambahkan struktur EBG menjadi 15,0324 GHz.

Kata Kunci: monopole planar, Antena UWB, Struktur EBG, Peningkatan Lebar Pita

Abstract – The development of technology is very rapid so that wireless communication has become one of the necessities in everyday life, ranging from small things such as the use of remote control to medical applications. Antennas, that are very popular for wireless communication, are microstrip antennas because they are easy to manufacture, and the price is quite affordable. However, the microstrip antenna itself has several drawbacks. One of which is a small bandwidth so that it cannot work on many frequencies. Planar monopole antenna is one solution to the low bandwidth of microstrip antennas with a simple structure that makes it easy to manufacture at an affordable price. In order for the antenna to work at a frequency of 3.1-10.6 GHz (ultra-wideband), metamaterials can be added to the antenna. In addition to increasing bandwidth, metamaterials also have advantages such as low manufacturing costs and can be a method of miniaturization. In this study, a monopole antenna with a hexagonal patch was designed with the addition of a metamaterial, namely Electromagnetic Band Gap (EBG) in a hexagonal shape to increase the bandwidth of the antenna. The minimum working frequency range of the antenna is 3.1 – 10.6 GHz (ultra-wideband) with the substrate material namely FR-4 and the material for the patch and groundplane is copper. The bandwidth of the antenna before adding the EBG structure is 14.0324 GHz and after adding the EBG structure it becomes 15.0324 GHz.

Keywords: planar monopole, UWB Antenna, EBG Structure, Increased Bandwidth

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi sangatlah pesat sehingga komunikasi wireless menjadi salah satu kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari mulai dari hal kecil seperti penggunaan *remote control* hingga aplikasi medis. Komunikasi wireless adalah cara untuk mengirimkan data atau informasi tanpa menggunakan kabel/saluran transmisi. Salah satu hal yang paling menjajikan dari komunikasi wireless adalah rendahnya biaya untuk menggabungkan antar pengguna dan luasnya daerah yang dapat dijangkau oleh komunikasi wireless [1].

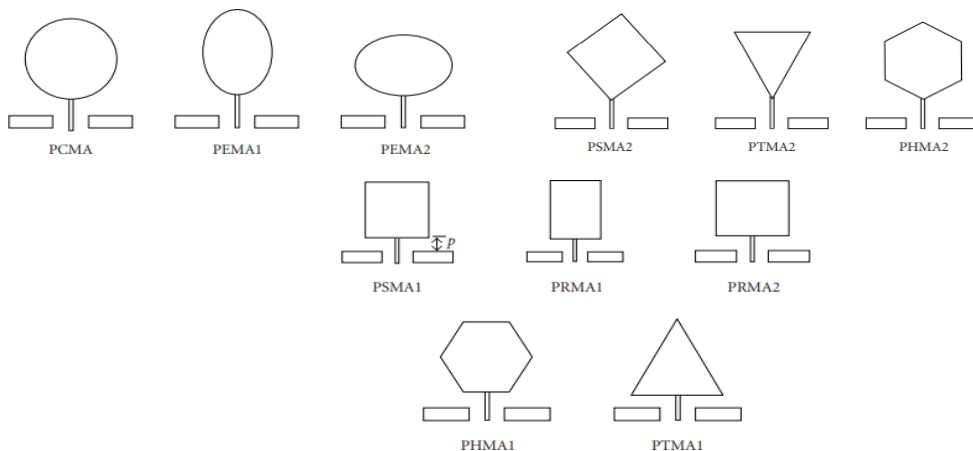
Antena yang paling sering digunakan untuk komunikasi wireless adalah antena microstrip [2]. Namun, antena microstrip memiliki banyak kelemahan seperti lebar pita yang sempit sehingga antena *monopole planar* menjadi salah satu solusi dari sempitnya lebar pita antena microstrip. Antena *monopole planar* merupakan salah satu antena Ultra-Wideband (UWB) dan memiliki keunggulan yaitu *bandwidth* yang lebar, pola radiasinya mendekati omnidireksional, memiliki struktur yang sederhana serta harga yang terjangkau [3]. Antena *monopole planar* bisa menjadi salah satu solusi untuk memenuhi perkembangan komunikasi wireless dimana komunikasi wireless membutuhkan antena yang dapat beroperasi pada beberapa pita sekaligus [4]. Pada tahun 2002, Federal Communication Commission (FCC) telah merilis pita frekuensi kerja Ultra-Wideband (UWB) yang digunakan untuk kebutuhan komersil dan kebutuhan medis pada 3,1-10,6 GHz [4]. Untuk mencapai lebar pita Ultra-Wideband (UWB) seperti yang diinginkan bahkan lebih, dapat ditambahkan metode metamaterial.

Metamaterial adalah material buatan dengan permitivitas dan permeabilitas negatif sehingga menjadi material dengan karakteristik yang tidak ada di alam [5]. Metode yang dapat digunakan untuk metamaterial sendiri salah satunya adalah *electromagnetic band gap*. *Electromagnetic band gap* dapat diartikan sebagai objek buatan yang periodik atau non-periodik untuk mencegah atau membantu perambatan dari gelombang elektromagnetik dalam pita frekuensi tertentu pada semua sudut datang dan keadaan polarisasi [6]. Hal yang paling menguntungkan dari penggunaan metamaterial adalah antena dapat bekerja pada banyak pita frekuensi, biaya rendah, dapat menjadi salah satu metode miniaturisasi, serta kecepatan untuk mentransmisikan data dianggap sangat menjanjikan [7].

2. Metode Penelitian

2.1. Antena Monopole Planar

Antena *monopole planar* merupakan salah satu antena yang bagus untuk pengaplikasian komunikasi *Ultra-Wideband* (UWB). Hal ini dikarenakan antena *monopole planar* memiliki bentuk dan ukuran yang sederhana, termasuk antena yang ringan, serta mudah dipabrikasi dengan biaya yang terhitung rendah [4]. Bentuk antena *monopole planar* sendiri bermacam-macam. Ada yang berbentuk persegi panjang atau disebut dengan PRMA, segitiga atau PTMA, heksagonal atau PHMA, melingkar atau PCMA, serta berbentuk elips PEMA.



Gambar 1 Macam-Macam Bentuk Antena *Monopole Planar* [8]

Secara umum, penentuan nilai frekuensi bawah pada antenna *monopole planar* dapat menggunakan rumus [8]:

$$f_l = \frac{7.2}{(L + r + p) \times k} \text{ GHz} \tag{1}$$

L merupakan tinggi patch, r merupakan jari-jari efektif antenna dengan ekuivalensi *monopole* silinder, p merupakan jarak antara patch dengan groundplane, dan k merupakan nilai permitivitas efektif (*effective permittivity*). Nilai L, r, dan k dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut [8]:

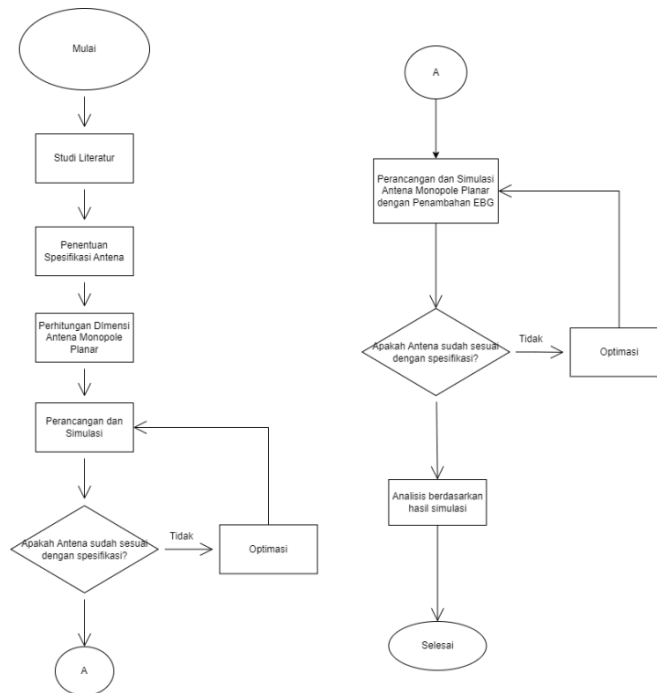
$$L = \sqrt{3H} \tag{2}$$

$$r = \frac{3H}{4\pi \sqrt{\epsilon_r + 1}} \tag{3}$$

$$k = \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} \tag{4}$$

2.2. Model dan Sistem Perancangan

Untuk merancang antenna *monopole planar* dengan patch heksagonal tanpa penambahan struktur EBG dan dengan penambahan struktur EBG dibutuhkan beberapa tahapan sebagai berikut:



Gambar 2 Diagram Alir

2.3. Spesifikasi Antena

Antena *monopole planar* dengan metamaterial dan tanpa metamaterial yang dirancang merupakan antenna *Ultra-Wide Band* (UWB) dimana antenna tersebut memiliki *bandwidth* yang lebar untuk mencakup banyak frekuensi kerja. Selain itu, diharapkan kedua antenna menunjukkan karakteristik yang baik terutama dengan penambahannya metamaterial. Berdasarkan penjelasan

dias, maka spesifikasi atau batasan untuk antenayang akandisimulasikan serta dirancang adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Antenna

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	Minimal 3.1 – 10.6 GHz
Bandwidth	>7.5 GHz
VSWR	≤ 2
Gain	> 1 dB

2.4. Pemilihan Bahan

Berikut adalah spesifikasi bahan yang akan digunakan untuk perancangan dan realisasiantena *monopole planar* dengan metamaterial:

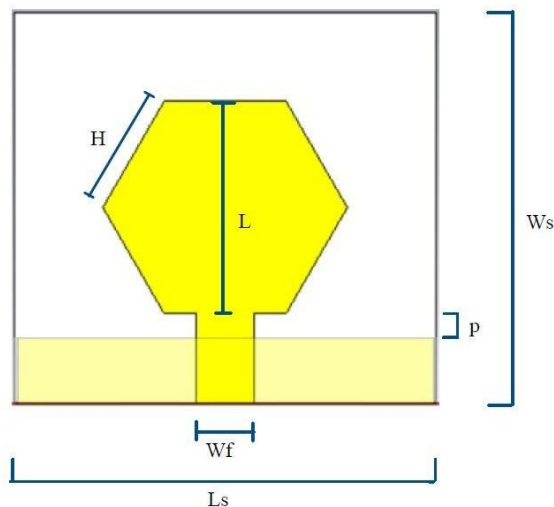
Tabel 2 Spesifikasi Bahan

Bahan	Spesifikasi
Tembaga (Copper)	Ketebalan (h) = 0.035 mm
FR-4	$\epsilon_r = 4.3$
	Ketebalan (h) = 1.6 mm

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perancangan dan Simulasi Antena *Monopole Planar* sesuai Perhitungan

3.1.1. Desain Awal Antena *Monopole Planar* sesuai Perhitungan



Gambar 3 Dimensi Antena sesuai Perhitungan Tampak Depan dan Belakang

Tabel 3 Dimensi Antena sesuai Perhitungan

Nama	Simbol	Nilai
Tinggi Patch	L	11,432 mm
Jarak antar patch dengan groundplane	p	1,2 mm
Panjang sisi patch heksagonal	H	6,6 mm
Lebar <i>microstrip feedline</i>	Wf	3,11423 mm
Lebar substrat	Ws	21,032 mm
Panjang substrat	Ls	22,8 mm

3.1.2. Hasil Simulasi Antena *Monopole Planar* sesuai Perhitungan

Setelah dimensi antena telah diperhitungkan dan dirancang pada aplikasi 3D, maka dapat dilakukan simulasi pada antena monopole planar dengan patch heksagonal tersebut untuk mengetahui parameter yang dimiliki oleh antena. Lalu, hasilnya dapat dibandingkan dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Hasil simulasi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

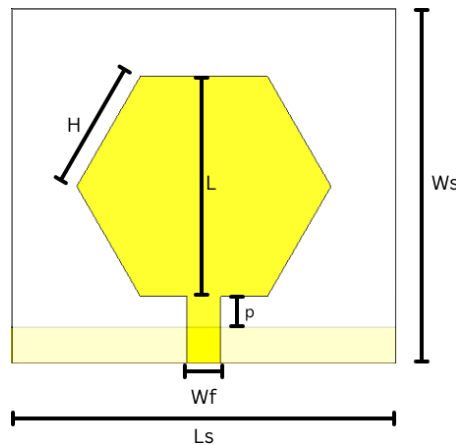
Tabel 4. Hasil Simulasi sesuai Perhitungan

Parameter	Hasil
Frekuensi Kerja	3,5013 – 10,499 GHz
Bandwidth	6,9977 GHz
Gain	>1 dB

Terlihat dari tabel diatas, hasil simulasi menunjukkan bahwa parameter belum sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Nilai frekuensi bawah dari antena *monopole planar* sesuai dengan perhitungan belum menunjukkan angka 3,1 GHz dan nilai frekuensi atas belum menunjukkan angka 10,6 GHz sehingga *bandwidth* antena belum terpenuhi.

3.2. Perancangan dan Simulasi Antena *Monopole Planar* setelah Optimasi

3.2.1. Desain Antena *Monopole Planar* setelah Optimasi



Gambar 4. Dimensi Antena sesudah Optimasi Tampak Depan dan Belakang

Tabel 5. Dimensi Antena setelah Optimasi

Nama	Simbol	Nilai
Tinggi Patch	L	11,432 mm
Jarak antar patch dengan groundplane	p	2,59 mm
Panjang sisi patch heksagonal	H	7,55 mm
Lebar <i>microstrip feedline</i>	Wf	2 mm
Lebar substrat	Ws	21,032 mm
Panjang substrat	Ls	22,8 mm

3.2.2. Hasil Simulasi Antena *Monopole Planar* sesudah Optimasi

Setelah dilakukan optimasi pada antena *monopole planar* sesuai perhitungan, maka hasil simulasi dapat dilihat pada tabel dibawah:

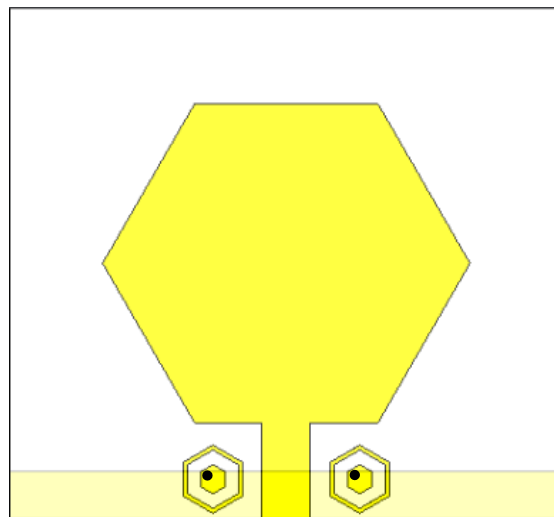
Parameter	Hasil
Frekuensi Kerja	2,9556 – 16,988GHz
Bandwidth	14,0324 GHz
Gain	>1 dB

Tabel 6. Hasil Simulasi setelah Optimasi

3.3. Perancangan dan Simulasi Antena *Monopole Planar* dengan Penambahan EBG

3.3.1. Desain Antena *Monopole Planar* dengan Penambahan EBG

Untuk meningkatkan kualitas kerja dan *bandwidth* dari antena, maka antena *monopole planar* yang telah dioptimasi selanjutnya ditambahkan metode *Electromagnetic Band Gap* (EBG) dengan struktur *Mushroom-like* pada bagian depan antena sejajar dengan feedline.



Gambar 5. Dimensi Antena dengan Penambahan EBG Tampak Depan dan Belakang

Tabel 7. Dimensi Antena dengan Penambahan EBG

Nama	Simbol	Nilai
Tinggi Patch	L	11,432 mm
Jarak antar patch dengan groundplane	p	2,59 mm
Panjang sisi patch heksagonal	H	7,55 mm
Lebar <i>microstrip feedline</i>	Wf	2 mm
Lebar substrat	Ws	21,032 mm
Panjang substrat	Ls	22,8 mm
Lebar EBG luar	a	0,2 mm
Radius EBG tengah	c	0,6 mm
Radius via	d	0,25 mm

3.3.2. Hasil Simulasi Antena *Monopole Planar* dengan Penambahan EBG

Setelah dilakukan penambahan metode EBG dengan struktur *Mushroom-like*, maka hasil simulasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Parameter	Hasil
Frekuensi Kerja	3,0277 – 18,692GHz
Bandwidth	15,0324 GHz
Gain	>1 dB

4. Kesimpulan

Hasil dari perancangan dan simulasi antenna *monopole planar* dengan patch heksagonal tanpa dan dengan penambahan metode *electromagnetic band gap* (EBG) dengan struktur *mushroom-like* menunjukkan bahwa penambahan struktur EBG terbukti meningkatkan *bandwidth* dari antenna. Antena *monopole planar* tanpa adanya penambahan EBG memiliki *bandwidth* sebesar 14,0324 GHz, sedangkan antenna *monopole planar* sesudah ditambahkan EBG memiliki *bandwidth* sebesar 15,0324 GHz. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan *bandwidth* sebesar 1,8696 GHz. Selain penambahan metode EBG, perubahan dimensi pada patch dan groundplane juga mempengaruhi besar *bandwidth* pada antenna.

Referensi

- [1] U. Kose and A. Kavas, "Design and Performance Analysis of Split Ring Resonator Based Microstrip Antenna With Defected Ground Structure," in *2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Istanbul, Turkey, 2020.
- [2] R. S. M. Purba, L. O. Nur and H. H. Ryanu, "Antena Wearable Patch Triangular Ultra Wideband Untuk Aplikasi Kesehatan," *SENTER VI 2021: Seminar Nasional Teknik Elektro VI 2021*, pp. 286-294, 2021.
- [3] M. Sun and Y. P. Zhang, "Miniaturization of Planar Monopole Antennas for Ultrawide-Band Applications," in *2007 International workshop on Antenna Technology: Small and Smart Antennas Metamaterials and Applications*, Cambridge, UK, 2007.
- [4] H. H. Ryanu, D. P. Setiawan and Edwar, "Desain Antena Mikrostrip UWB dengan Peningkatan Lebar Pita dan Karakteristik Triple Notch Band," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 3, pp. 249-256, 2021.
- [5] N. Ardelina, E. Setijadi and P. H. Mukti, "Perancangan Antena Dual Band Berbasis Metamaterial pada Frekuensi 2.3/3.3 GHz," *JURNAL TEKNIK POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2014.
- [6] F. Yang and Y. Rahmat-Samii, *Electromagnetic Band Gap Structures in Antenna Engineering*, New York: Cambridge University Press, 2009
- [7] T. Ali, R. C. Biradar and M. S. A W, "A Double Negative Metamaterial Antenna for WiMAX application," in *2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)*, Bengaluru, India, 2017.
- [8] K. P. Ray, "Design Aspects of Printed Monopole Antennas for Ultra-Wide Band Applications," *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Antennas and Propagation*, vol. 2008, pp. 1-8, 2008

ID: 28

Perancangan Antena *Ultra-wideband* Monopol Planar dengan Struktur UC-EBG

Design of Monopole Planar Ultra-wideband Antenna with UC-EBG Structure

Muhammad Kinan Ibrahim^{1*}, Harfan Hian Ryanu², Levy Olivia Nur³

^{1*,2,3} Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No. 1,

Terusan Buah Batu – Bojongsoang, Bandung, Jawa Barat 40257

muhammadkinan@student.telkomuniversity.ac.id^{1*},

harfanhr@telkomuniversity.ac.id², levyolivia@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak – Teknologi *Ultra-wideband* atau biasa dikenal *UWB* merupakan sebuah teknologi *wireless* yang digunakan untuk mengirim data pada tingkat di atas jarak pendek dengan menggunakan daya yang relatif kecil. Pengaplikasian *WBAN* menggunakan antena *wearable* karena memiliki bahan yang fleksibel dan cocok untuk teknologi *telemedis* serta memiliki banyak keunggulan seperti ukuran yang kecil, ringan, mampu bekerja pada frekuensi yang cukup lebar, dan pabrikan yang mudah serta membutuhkan biaya yang terjangkau. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan antena *wearable* monopol planar patch heksagonal dengan frekuensi *ultra wide-band* rentang 3.1-10.6 GHz dan menggunakan bahan tekstil *Cordura Delinova 2000* untuk bagian substrat, *copper tape* untuk bahan konduktor *groundplane* dan patch. Ditambahkan metode *UC-EBG* pada perancangan antena monopol planar pada penelitian ini yang bertujuan untuk meningkatkan parameter antena, meningkatkan gain, dan mengurangi *back radiation*. Pada penelitian ini dilakukan analisis performansi pada antena dengan melakukan beberapa perubahan posisi *UC-EBG* untuk mendapatkan antena dengan spesifikasi paling baik. Setelah dilakukan simulasi dengan perhitungan yang ada, diperoleh hasil parameter antena yang ditinjau di frekuensi 5GHz dengan *Return Loss* sebesar -16.55, nilai *VSWR* sebesar 1.349, nilai gain sebesar 4.754 dBi, dan nilai *SAR* sebesar 1.277 W/Kg.

Kata Kunci: *Monopol Planar, Antena Wearable, Ultra-Wideband, UC-EBG.*

Abstract – *Ultra-wideband technology* or commonly known as *UWB* is a *wireless technology* that is used to transmit data at rates over short distances using relatively little power. The application of *WBAN* uses a *wearable antenna* because it has flexible materials and is suitable for *telemedicine technology* and has many advantages such as small size, lightweight, able to work on a fairly wide frequency, easy manufacturing and requires affordable costs. In this research, the design of a hexagonal planar patch *wearable monopole antenna* with an *ultra wide-band frequency* range of 3.1-10.6 GHz was carried out and used *Cordura Delinova 2000 textile material* for the substrate, *copper tape* for the *groundplane* and patch conductors. The *UC-EBG method* is added to the planar monopole antenna design in this study which aims to increase the antenna parameters, increase gain, and reduce *back radiation*. In this study, performance analysis was carried out on the antenna by making several changes to the position of the *UC-EBG* to get the antenna with the best specifications. After performing the simulation with the existing calculations, the results of the antenna parameters that are reviewed at the 5GHz frequency are obtained with a *Return Loss* of -16.55, a *VSWR* value of 1.349, a gain value of 4.754 dBi, and a *SAR* value of 1.277 W/Kg.

Keywords: *Monopole Planar, Wearable Antenna, Ultra-Wideband, UC-EBG.*

1. Pendahuluan

Di era ini teknologi berkembang sangat pesat di masyarakat, dari teknologi terdahulu masyarakat masih menggunakan teknologi dengan kabel hingga saat ini teknologi *wireless*.

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 141-148

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477



Teknologi wireless menjadi hal penting seiring berkembangnya sistem komunikasi wireless. Bahkan di lingkungan sekitar kita, dari kebutuhan peralatan rumah, gaya hidup, dan kesehatan tidak akan lepas dari teknologi komunikasi wireless. Teknologi komunikasi wireless saat ini banyak dimanfaatkan dalam pemantauan beberapa parameter pada wireless sensor network (WSN) yang terdiri dari beberapa sensor yang bertugas mengirimkan data melewati gelombang radio [1]. Wireless body area network (WBAN) merupakan cabang dari WSN yang secara khusus berkaitan dengan tubuh manusia [2]. Wireless body area network memiliki banyak pengembangan yang dapat memantau parameter penting dalam tubuh manusia yang berkaitan dengan kesehatan tubuh. WBAN juga dapat memberikan layanan pemantauan dari jarak jauh, diagnosis penyakit, dan lainnya [3]. WBAN kerap kali digunakan untuk mendapatkan beberapa data mengenai respirasi, denyut jantung, tekanan darah, temperatur tubuh, dan lainnya menggunakan perangkat chip sensor [4].

Wearable antenna memiliki banyak keunggulan dari berbagai aspek, seperti dimensinya yang kecil, bobotnya yang ringan, fabrikasi yang cukup mudah dan membutuhkan biaya yang terjangkau. Tidak hanya itu, wearable antenna juga mampu bekerja pada frekuensi yang cukup lebar [5]. Memiliki kemampuan untuk dibengkokkan dan terbuat dari bahan yang fleksibel dan tipis juga menjadi keunggulan wearable antenna. Dengan sifatnya yang fleksibel, antena akan menyesuaikan perubahan dari bentuk tubuh sehingga akan bekerja dengan baik dalam pengaplikasian WBAN.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dilakukan perancangan dan realisasi *wearable antenna ultra-wideband* dengan *patch* triangular pada frekuensi 2.4 GHz untuk aplikasi kesehatan dengan metode defected ground structure. Dari hasil simulasi diperoleh bandwidth sebesar 1403.9 MHz dengan nilai VSWR 1.004 dan gain 2.355 dBi. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan phantom pergelangan tangan didapatkan bandwidth dengan nilai 1354.1 MHz VSWR 1.36, gain 7.35 dBi, serta SAR 0.4 W/Kg pada jarak 30 mm dari *phantom*. Dari proses pengukuran diperoleh bandwidth sebesar 684.3 MHz dengan nilai VSWR 1.1045 dan gain 2.01 dBi. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan *phantom* pergelangan tangan didapatkan bandwidth dengan nilai 615.2 MHz VSWR 1.4027, pada jarak 30 mm dari Phantom. Dari hasil simulasi, antena tersebut dapat dilakukan dengan frekuensi yang diinginkan.

Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis pengaruh bending dari sebuah *wearable antenna ultra-wideband* yang bekerja pada rentang frekuensi 3.1-10.6 GHz dengan menggunakan bahan substrat yang fleksibel pada antena monopole planar dengan penambahan struktur UC-EBG guna meningkatkan parameter, nilai *gain*, dan mengurangi *back radiation*. Antena ini akan digunakan dalam pengaplikasian wireless body area network atau WBAN yang akan berguna dalam sektor kesehatan. Pengujian akan dilakukan pada area pergelangan tangan untuk aplikasi WBAN dengan nilai SAR (Specific Absorption Rate) yang sesuai dengan regulasi. Adapun parameter antena yang dibahas adalah gain, bandwidth, pola radiasi, dan VSWR.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, struktur dari antena monopole planar konvensional yang diusulkan terdiri patch, substrat, dan groundplane. Antena pada penelitian ini nantinya akan digunakan pada tubuh, maka dari itu bahan substrat dan patch memiliki karakteristik tersendiri.

Tabel 1. Karakteristik Bahan

Komponen	Bahan	Permitivitas Relatif	Massa (Kg/m ²)	Ketebalan (mm)
Substrat	Cordura Delinova 2000	1.6	0.370	0.5
Patch dan Groundplane	Copper Tape	-	-	0.1

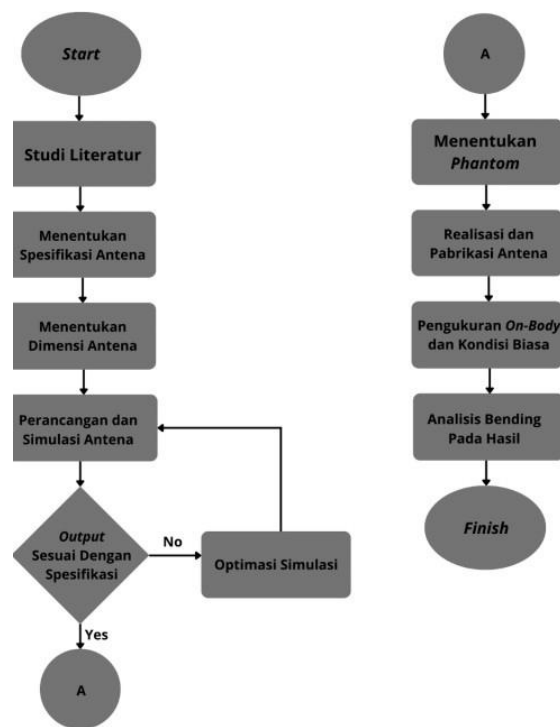
Pada penelitian ini, spesifikasi antenna *ultra-wideband* yang diinginkan berpacu pada nilai Specific Absorption Ratio (SAR) yang menjadi acuan referensi batas efek radiasi dari sebuah gelombang elektromagnetik yang baik untuk tubuh manusia. Adapun spesifikasi dari antenna yang dimaksudkan adalah:

Tabel 2. Spesifikasi Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	3.1 – 10.6 GHz
Gain	≥ 1 dB
VSWR	1-2
Fractional Bandwidth	≥ 50%
SAR	≤ 1.6 W/Kg
Impedansi Input	51 .

2.1. Model dan Sistem Perancangan

Dilakukan perancangan antenna *wearable ultra-wideband* berjenis monopul planar. Berikut merupakan metode perancangan antenna dalam penelitian ini pada Gambar 1 dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 1. Flowchart

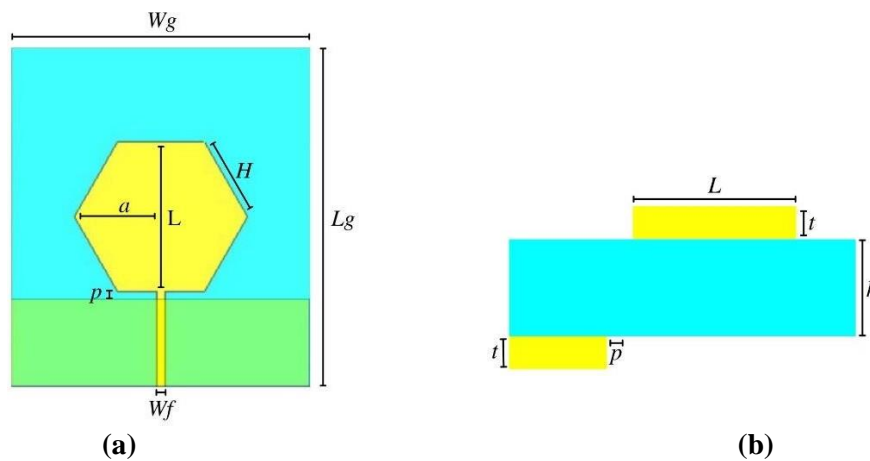
Untuk merealisasikan antenna *ultra-wideband* akan dilakukan beberapa tahap yang penting untuk menunjang proses perancangan. Hal pertama yang dilakukan adalah melaksanakan studi literatur terhadap topik yang diinginkan serta memahami teori dasar dan juga konsep dari antenna *ultra-wideband*. Tahap kedua yang harus dilakukan adalah menentukan spesifikasi dari antenna yang diinginkan. Parameter antenna yang dipilih adalah VSWR, *gain*, pola radiasi, dan *bandwidth*. Sesudah menentukan spesifikasi yang diinginkan dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan yang dimaksudkan untuk menentukan dimensi yang diperlukan untuk proses simulasi antenna.

Setelah diperoleh dimensi yang diinginkan, tahap selanjutnya adalah melakukan rancang bangun dan simulasi dari *software 3d modeler*.

Akan dirancang sebuah antenna konvensional dan antenna dengan UC-EBG di beberapa posisi berbeda. Begitu proses simulasi mendapatkan hasil, harus dilakukan identifikasi spesifikasi, apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum memenuhi ekspektasi. Jika hasil simulasi belum mencapai spesifikasi, maka dilakukan optimasi yang dimaksudkan untuk mendapatkan parameter sesuai dengan ketentuan dengan merubah beberapa dimensi dari antenna yang dimaksud. Simulasi dikatakan tuntas, jika optimasi menghasilkan output yang sesuai denganspesifikasi.

2.2. Perancangan Antena Tanpa UC-EBG

Berikut merupakan antenna konvensional yang dirancang pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Struktur Antena Tampak Depan dan Belakang (b) Tampak Samping

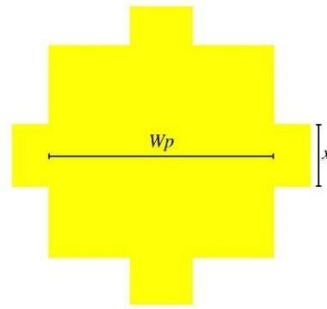
Hasil dimensi dari antenna yang terdapat pada Gambar 2 dirancang dengan perhitungan dan rumus dimensi sehingga menghasilkan parameter sebagai berikut:

Tabel 3. Dimensi Antena Tanpa UC-EBG

No	Parameter	Ukuran (mm)	Keterangan
1	a	11.25	Outer Radius
2	H	13	Lebar Patch
3	Wg	41.6	Lebar Groundplane
4	Lg	47.108	Tinggi Groundplane
5	Wf	1	Lebar Feedline
6	p	1	Jarak Groundplane dengan Patch
7	L	58	Tinggi Patch

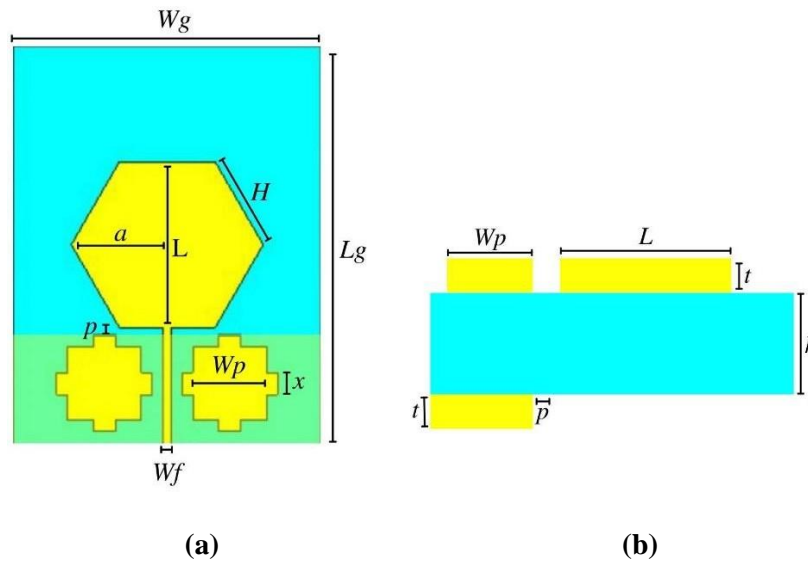
2.3. Struktur Unitcell UC-EBG

UC-EBG dikatakan dapat meningkatkan nilai *gain* dan mengurangi *back radiation*. Berikut merupakan rancangan struktur *unitcell* UC-EBG yang digunakan dalam penelitian ini dengan W_p merupakan lebar *unitcell* dan x merupakan lebar *gap*.



Gambar 3. Unitcell UC-EBG

2.4. Perancangan Antena Dengan UC-EBG Superstrate



Gambar 4. (a) Struktur Tampak Depan dan Belakang (b) Tampak Samping

Tabel 4. Dimensi Antena UC-EBG

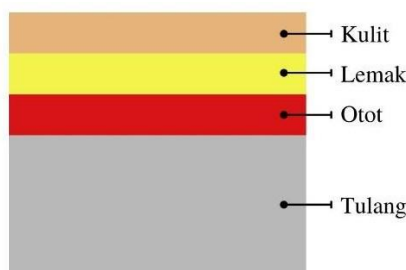
No	Parameter	Ukuran (mm)	Keterangan
1	a	11.25	Outer Radius
2	H	13	Lebar Patch
3	Wg	41.6	Lebar Groundplane
4	Lg	54.108	Tinggi Groundplane
5	Wf	1	Lebar Feedline
6	p	1	Jarak Groundplane dengan Patch
7	L	58	Tinggi Patch
8	Wp	10	Lebar Unitcell UC-EBG
9	x	3	Lebar Gap UC-EBG

2.5. Phantom

Pada penelitian ini menggunakan *phantom* pergelangan tangan untuk pengukuran nilai SAR seperti yang tertera pada tabel berikut[13]

Tabel 4. *electrical properties Phantom bone, muscle, skin, dan bone cortical*

Tissue	Permittivity	Density (km/m ³)	Conductivity (S/m)
<i>Bone Cortical</i>	18.606	1920	0.78
<i>Muscle</i>	52.791	1050	1.705
<i>Skin</i>	38.063	1090	1.4407
<i>fat</i>	5.2853	930	0.10235



Gambar 5. *Phantom Tangan*

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah merancang antenna konvensional tanpa struktur UC-EBG, dilakukan simulasi untuk mendapatkan parameter antenna seperti VSWR, return loss, bandwidth, gain, dan SAR dengan menggunakan *phantom* pergelangan tangan.

3.1. Hasil Simulasi Antena Tanpa UC-EBG

Hasil parameter dari simulasi antenna konvensional tanpa struktur UC-EBG terdapat dalam tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Simulasi Antena Konvensional di Frekuensi 3.5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
3.5	45	1.662	-12.08	7.2337	2.967	1.5841

Tabel 6. Hasil Simulasi Antena Konvensional di Frekuensi 5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
5	45	1.389	-15.75	7.2337	4.110	1.566

3.2. Hasil Simulasi Antena Dengan UC-EBG

Hasil parameter dari simulasi antena dengan struktur UC-EBG terdapat dalam tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Simulasi Antena UC-EBG di Frekuensi 3.5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
3.5	45	1.504	-13.911	7.32	3.345	1.356

Tabel 8. Hasil Simulasi Antena UC-EBG di Frekuensi 5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
5	45	1.349	-16.55	7.32	4.754	1.277

4. Kesimpulan

Perancangan dan simulasi antena monopol planar *ultra-wideband patch* heksagonal dengan penambahan struktur UC-EBG telah dilaksanakan. Penambahan struktur UC-EBG pada antena dapat meningkatkan parameter antena serta mengurangi nilai SAR sebesar 0.2281 pada frekuensi 3.5 GHz dan pengurangan SAR sebesar 0.289 pada frekuensi 5 GHz. Dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini penambahan struktur UC-EBG pada antena monopol planar dapat meningkatkan nilai parameter antena dan dapat menjadi solusi untuk antena monopol planar *ultra-wideband* untuk aplikasi *wireless body area network*.

Referensi

- [1] I Tomic, JA McCann. 2017. "A Survey of Potential Security Issues in Existing Wireless sensor network Protocols". IEEE Internet of things Journal (Volume: PP, Issue: 99)
- [2] Kiran, P Ahlawat. 2015. "A Review on Wireless body area network". IJSER Volume 3 Issue 6 pp 72-75
- [3] SMR Islam, et al. 2015. "The Internet of things for Health Care: A Comprehensive Survey". IEEE Access Volume 3 pp 678-708
- [4] D. P. Wulandari, H. Wijanto, and E. Edwar, "Design Of An Ultra Wideband Antenna For Noncontact Respiratory Monitoring," 2018, pp. 4–5.
- [5] A. Tariq, Vital Signs Monitoring using Doppler Radar and on-body Antennas. 2012.
- [6] Augustine, Robin. 2009. "*Electromagnetic modeling of human tissues and its application on the interaction between antenna and human body in the BAN context*". Universite – Paris–Est.
- [7] R. Retdiwalgi, A. Muayyadi, and Ali, *Antena Ultra Wideband Mikrostrip SegiEmpat untuk Aplikasi Medis*. Bandung, 2019.
- [8] K. P. Ray, "Design Aspects of Printed Monopole Antennas for Ultra-Wide Band Applications," Int. J. Antennas Propag., vol. 2008, pp. 1–8, 2008, doi: 10.1155/2008/713858.
- [9] Y. Manwal, S. Bisht, S. Kumari, S. Rai, and B. Chauhan, "Literature Review On Wearable Textile Antennas," pp. 35–39, 2016.
- [10] Susilawati, T. Yunita, and L. N. Olivia, "ANTENA MIKROSTRIP BAHAN TEKSTIL PATCH SEGI EMPAT PADA FREKUENSI 5-6 GHz," vol. 5, no. 3, pp. 4597–4604, 2018

- [11] S. K. Kamepally, B. P. Kumar, and C. S. Paidimarry, "FDTD estimation for accurate specific absorption rate in tumor," 2013.
- [12] H. Hamouda, P. Le Thuc, R. Staraj, and G. Kossiavas, "Small antenna embedded in a wrist-watch for application in telemedicine," *8th Eur. Conf. Antennas Propagation, EuCAP2014*, no. EuCAP, pp. 876–879, 2014, doi: 10.1109/EuCAP.2014.6901902.
- [13] "An Internet resource for the calculation of the Dielectric Properties of Body Tissues in the frequency range 10 Hz - 100 GHz." <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>.
- [14] V. A. Ridho, S. B. Utomo and D. Setiabudi, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700MHz Model Patch Circular Dengan Metode Linear Array Sebagai Penerima TV Digital," *Elektronik Jurnal Arus Elektro Indonesia*, p. 5.
- [15] Monirujjaman Khan, Mohammad, "Antenna and Radio Channel Characterisation for Low-Power Personal and Body Area Networks", Thesis, United Kingdom : Queen Mary, University of London, February 2012.
- [16] K.P. Ray, "Design Aspects of Printed Monopole Antennas for Ultra-Wide Band Applications," *International Journal of Antennas and Propagations*, p. 8, 2008.
- [17] M. S. Alam, N. Misran, B. Yatim, and M. T. Islam, "Development of electromagnetic band gap structures in perspective of microstrip antenna design," *Int. J. Antennas Propag.*, vol. 2013, 2013, doi: 10.1155/2013/507158.
- [18] Cripps, Steve C. *Electromagnetic Band Gap Structures in Antenna Engineering*, (2009).

ID: 29

Sistem Informasi Perjalanan Surat pada Poltektrans SDP Palembang Berbasis Web

Web-Based Letter Travel Information System at the SDP Palembang Polytechnic of Transmigration

Desti Yuvita Sari

Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan
Palembang, Indonesia

desti.yuvita.sari@poltektransdp-palembang.ac.id

Abstrak - Perjalanan surat pada Politeknik Transportasi Sungai, Danau dan Penyeberangan Palembang saat ini masih menggunakan sistem manual atau belum dapat di akses secara online. Pengolahan data surat menyurat masih lambat dan kurang terdata dengan baik, sehingga informasi perjalanan surat masih sangat sulit untuk diakses. Tujuan dibuatnya sistem informasi perjalanan surat ini adalah untuk mempermudah pegawai dan pimpinan dalam mendata proses perjalanan surat menyurat. Dengan adanya sistem informasi perjalanan surat ini dapat digunakan dalam pemanfaatan informasi yang optimal dengan memberikan ide yang inovatif dan dapat diakses oleh pegawai terutama pimpinan dengan cepat sesuai dengan yang dibutuhkan. Pimpinan tidak lagi harus mendapatkan informasi tersebut dengan datang langsung ke bagian kepegawaian, tetapi cukup dengan mengakses website Sistem Informasi Perjalanan Surat dengan mudah dan tidak memerlukan waktu yang lama. Dalam penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem Rational Unified Process (RUP). Berdasarkan hasil pengujian, disimpulkan bahwa memungkinkan terjadinya keterlambatan dalam proses data surat dan keterlambatan pada setiap tampilan data yang muncul hal tersebut dikarenakan kemampuan dan kecepatan akses internet. Sedangkan berdasarkan pengamatan menyimpulkan bahwa sistem dinilai sudah cukup baik, dapat dipelajari, mudah digunakan. Sistem yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan pegawai dan pimpinan.

Kata kunci : Berbasis Web, Perjalanan Surat, dan Sistem Informasi.

Abstract - The journey of letters at the Palembang River, Lake and Crossing Transportation Polytechnic is currently still using a manual system or cannot be accessed online. Correspondence data processing is still slow and not properly recorded, so that travel information is still very difficult to access. The purpose of making this mail travel information system is to make it easier for employees and management to record the travel process of correspondence. With this letter travel information system, it can be used in optimal use of information by providing innovative ideas and can be accessed by employees, especially management, quickly as needed. Management no longer has to get this information by coming directly to the personnel department, but simply by accessing the Surat Travel Information System website easily and does not require a long time. In this study, using the Rational Unified Process (RUP) system development method. Based on the test results, it is concluded that it is possible for delays in processing mail data and delays in each data display that appears due to the ability and speed of internet access. Meanwhile, based on observations concluded that the system is considered good enough, can be learned, easy to use. The system created is in accordance with the needs of employees and management.

Keyword : Web-Based, Mail Travel, and Information Systems

1. Pendahuluan

Di era globalisasi dan teknologi saat ini, penggunaan komputer sebagai bagian dari teknologi informasi sudah menjadi keharusan hampir di segala bidang. Penggunaan perangkat komputer sebagai perangkat untuk mendukung pengelolaan dan pengolahan data sangat rasional mengingat



kuantitas dan kualitas data. Dengan demikian, peralatan komputer digunakan untuk memastikan efektivitas, efisiensi, dan keamanan penyimpanan, modifikasi, perlindungan, pemrosesan, transmisi data dan pengambilan informasi. [1] Dalam memenuhi tuntutan zaman era revolusi industry 4.0 menuju 5.0 yang selalu mengutamakan digitalisasi dalam setiap proses disuatu pekerjaan, meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam berbagai hal, serta mempermudah kedepannya untuk mendapatkan informasi mengenai perjalanan surat masuk dan surat keluar pada Poltektrans SDP Palembang. [3]

Perjalanan surat pada Poltektrans SDP Palembang saat ini masih menggunakan sistem manual dan belum dapat di akses secara online. Selama ini sistem pelacakan dalam penanganan perjalanan surat masuk dan surat keluar tidak tersusun dan terdata dengan baik. Pengelolaan surat-menyurat baik internal maupun eksternal belum terdapat pencatatan proses perjalanan surat yang menyebabkan sering terjadi surat hilang maupun terselip. Selain itu, tidak adanya pencatatan proses disposisi surat menyebabkan pencairan keberadaan surat menjadi sulit dan memakan waktu yang lama. Ketika pegawai dan pimpinan bertanya mengenai informasi surat, suratnya sering hilang, sehingga pimpinan kesulitan pada saat pengambilan keputusan.

Dengan pesatnya perkembangan teknologi, sistem informasi berbasis web digunakan sebagai sarana peningkatan informasi.[4] Penggunaan ini membuat tugas lebih mudah, pengolahan data lebih cepat, pengambilan keputusan lebih akurat, serta penghematan biaya dan waktu. Selain itu, semakin banyak pengguna Internet, sistem informasi berbasis web dapat menjadi sumber informasi yang mudah diakses. Oleh karena itu, dengan adanya sistem informasi perjalanan surat ini memungkinkan pemanfaatan informasi secara optimal dan memberikan ide-ide inovatif untuk pengembangan. [4] Sistem informasi perjalanan surat yang dapat diakses dengan cepat oleh pegawai dan pimpinan sesuai kebutuhan.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh gambaran mengenai data yang dibutuhkan dalam pembuatan jurnal ini metode yang digunakan yaitu :

- a. Wawancara
Untuk memperoleh data dari informasi yang lebih lengkap dan benar maka dilakukan wawancara melalui tanya jawab dengan pihak terkait untuk memperoleh data yang diinginkan.
- b. Observasi
Melakukan pengamatan dan terlibat langsung ke tempat penelitian di Poltektrans SDP Palembang.
- c. Dokumentasi
Mencari dokumen-dokumen seperti struktur organisasi yang ada hubungannya dengan pembahasan masalah serta melengkapi data-data yang diperlukan dalam penulisan jurnal ilmiah ini.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem menggunakan metodologi berorientasi objek yaitu *Rational Unified Process (RUP)* terdiri dari beberapa tahapan :

- a. *Inception*
Tahap ini dengan modelkan proses bisnis yang dibutuhkan dan mendefinisikan kebutuhan akan sistem yang akan dibuat.
- b. *Elaboration*
Tahap ini lebih difokuskan pada perencanaan arsitektur sistem seperti analisis dan desain.
- c. *Construction*
Tahap ini mengembangkan komponen dan fitur-fitur sistem seperti implementasi dan pengujian sistem.
- d. *Transition*

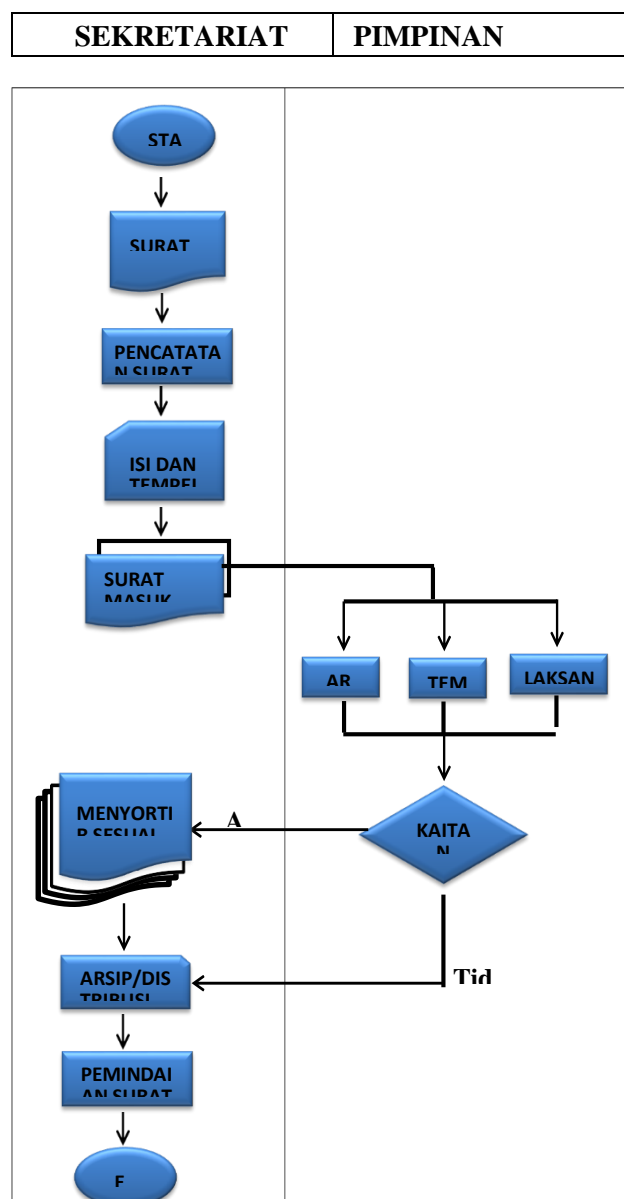
Tahap ini dengan instalasi (*deployment*) sistem agar dapat dimengerti oleh *user*. Tahap ini termasuk pada pelatihan *user* dan pemeliharaan. [2]

3. Hasil dan Pembahasan

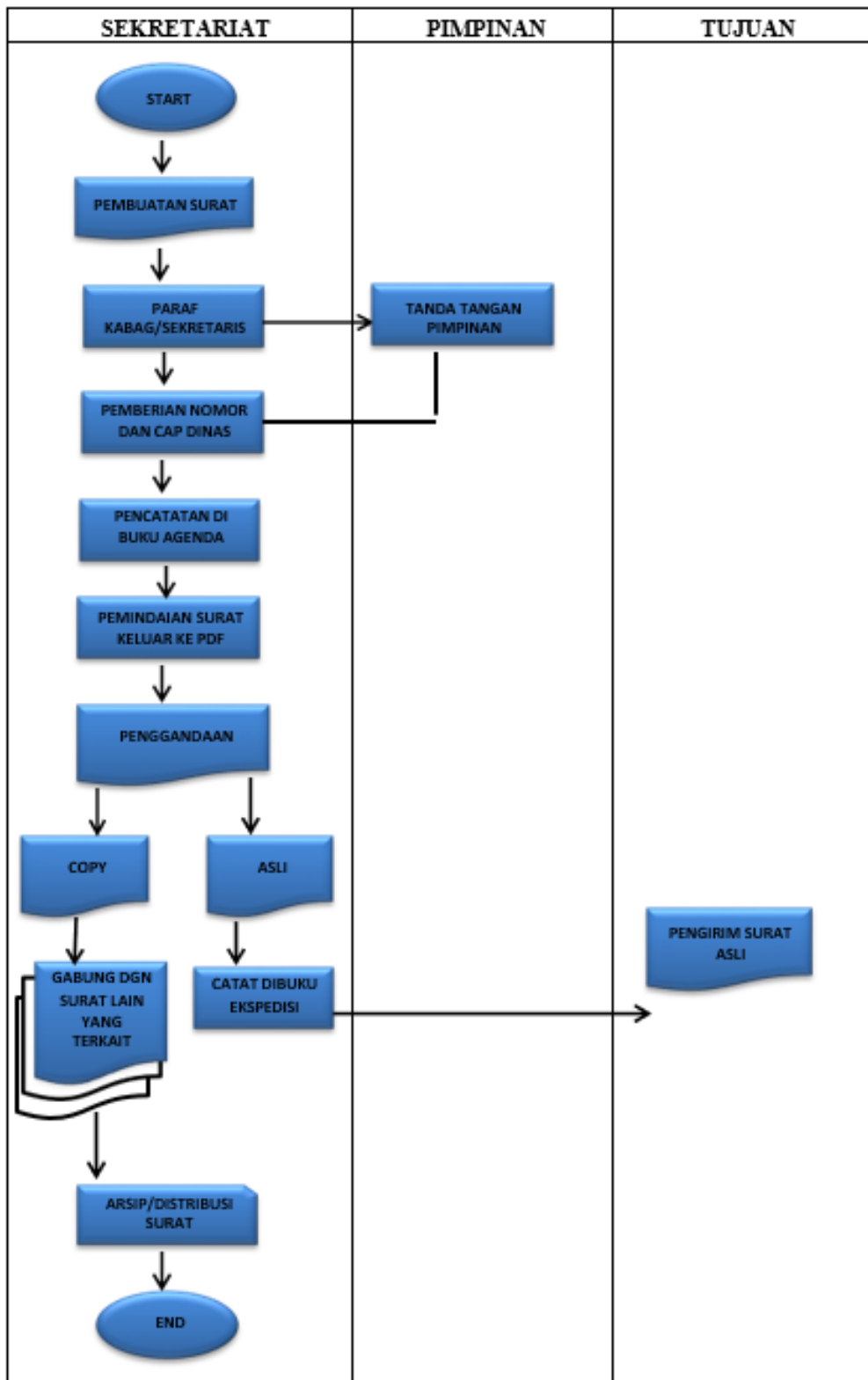
Pada bagian ini, membahas tentang hasil analisis rancangan sistem dan tampilan halaman *web* pada Sistem Informasi Perjalanan Surat pada Poltektrans SDP Palembang.

3.1. Flowchart Sistem

Perancangan sistem, desain atau rancangan sistem yang baik, langkah-langkah kerja dalam pengolahan data dan cara pengoperasian sistem tersebut. [3] Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah merancang atau mendesain sistem yang baik, merancang pemodelan sistem yang baik, mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah, merancang sistem ini sehingga ada solusi alternatif jika terjadi kegagalan untuk dilakukan. Perancangan sistem mencakup alur untuk proses perjalanan surat masuk dan keluar. Pada gambar 1 dan 2 di bawah menunjukkan bagaimana surat masuk dan keluar.



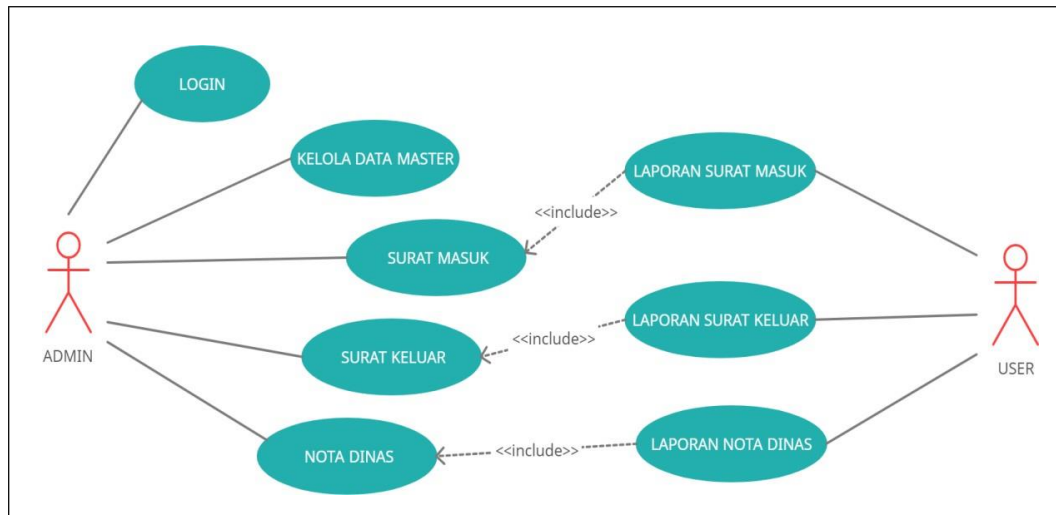
Gambar 1. Flowchart Surat Masuk



Gambar 2. Flowchart Surat Keluar

3.2. Use Case Diagram

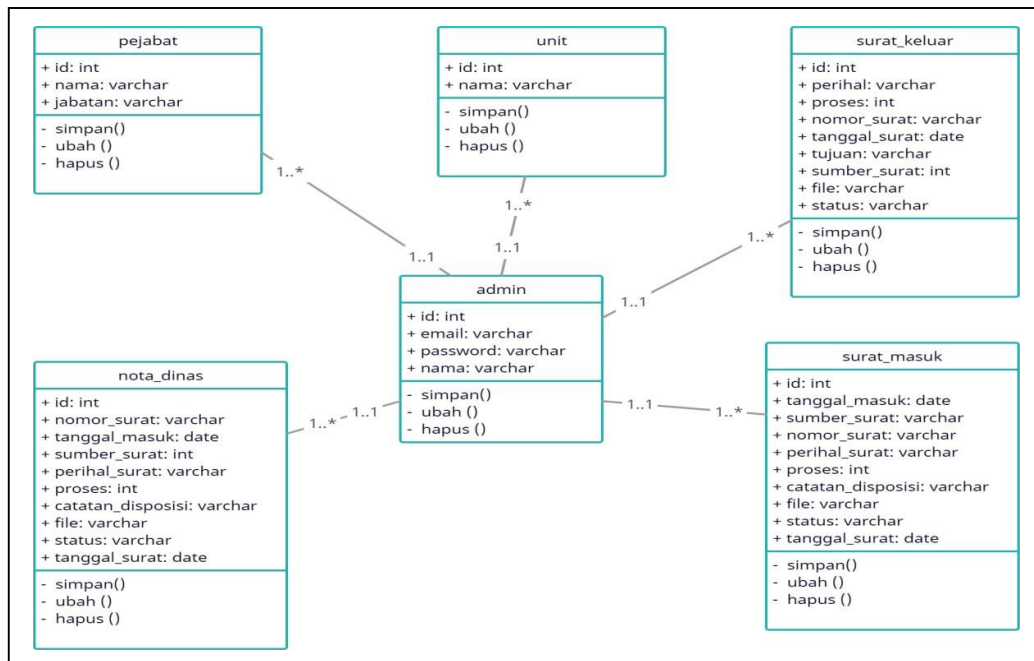
Use case diagram adalah sekumpulan atau deskripsi dari grup-grup yang saling berhubungan dan membentuk sistem yang teratur yang dijalankan oleh aktor. [1] Pada diagram use case dapat dilihat bahwa Sistem Informasi Perjalanan Surat Politeknik SDP Palembang memiliki dua user yaitu admin dan user/pimpinan.



Gambar 3. Use Case Diagram

3.3. Class Diagram

Class Diagram adalah spesifikasi yang ketika diinstal pada objek, merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. [2] Class diagram menggambarkan keadaan (atribut atau karakteristik) dari suatu sistem, dan layanan ada untuk memanipulasi keadaan (fungsi). Berikut adalah class diagram pada sistem informasi perjalanan surat yaitu:

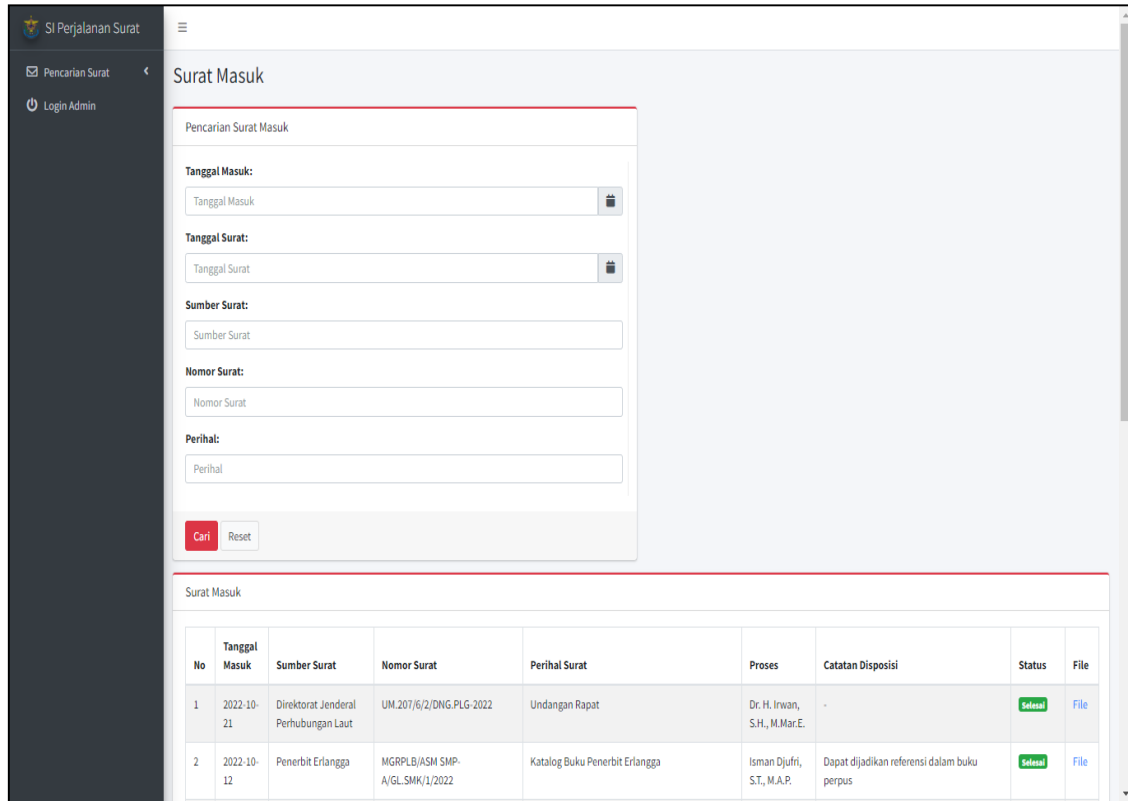


Gambar 4. Class Diagram

3.4. Interface

3.4.1. Tampilan Halaman Home Utama

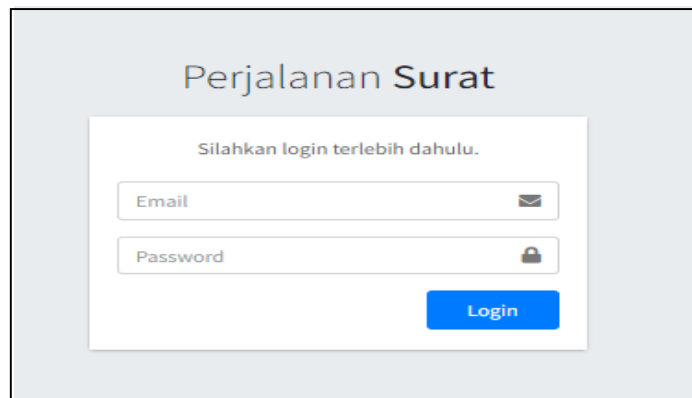
Halaman ini merupakan halaman yang paling utama, terdapat halaman pencarian surat masuk, keluar dan nota dinas dan *button login* admin. Hanya admin yang bisa mengakses halaman login admin.



Gambar 5. Tampilan Halaman Home Utama

3.4.2. Tampilan Halaman Menu Login Admin

Halaman ini merupakan halaman untuk login admin. User terlebih dahulu harus mengisi *username* dan *password* untuk dapat masuk ke menu home admin.



Gambar 6. Tampilan Halaman Login Admin

3.4.3. Tampilan Halaman Menu Utama Admin

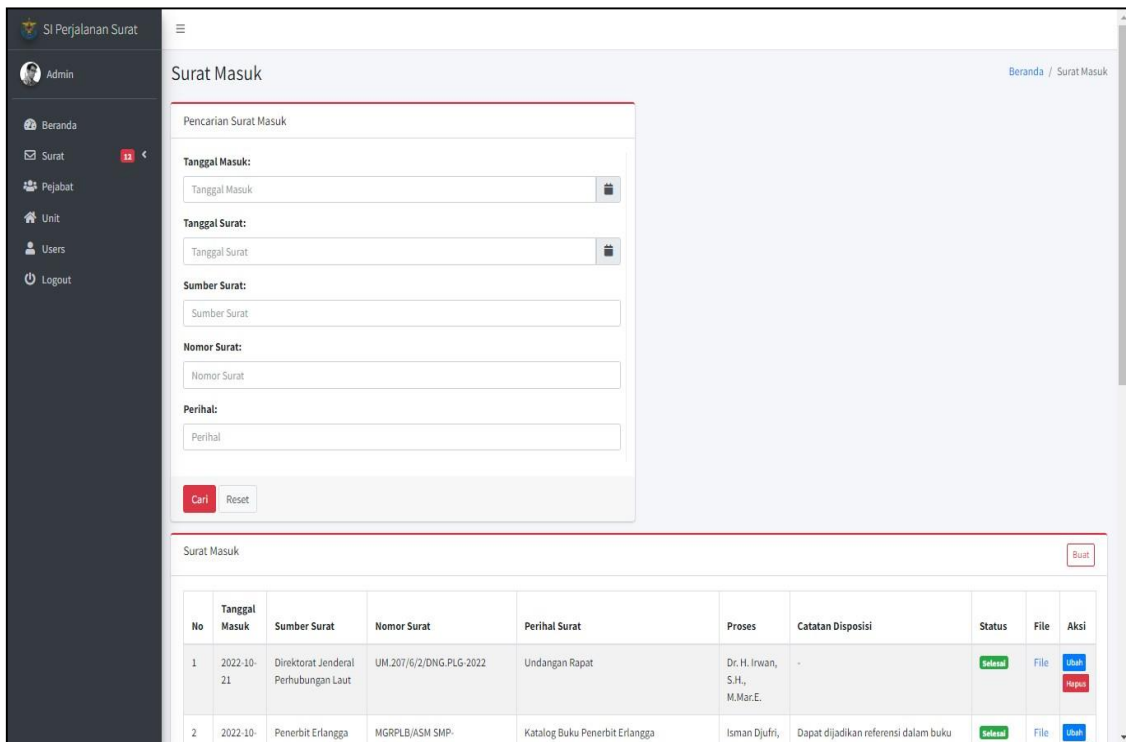
Halaman ini merupakan halaman utama admin. Hanya admin yang dapat mengakses halaman ini.



Gambar 7. Tampilan Halaman Menu Utama Admin

3.4.4. Tampilan Halaman Pengolahan Surat

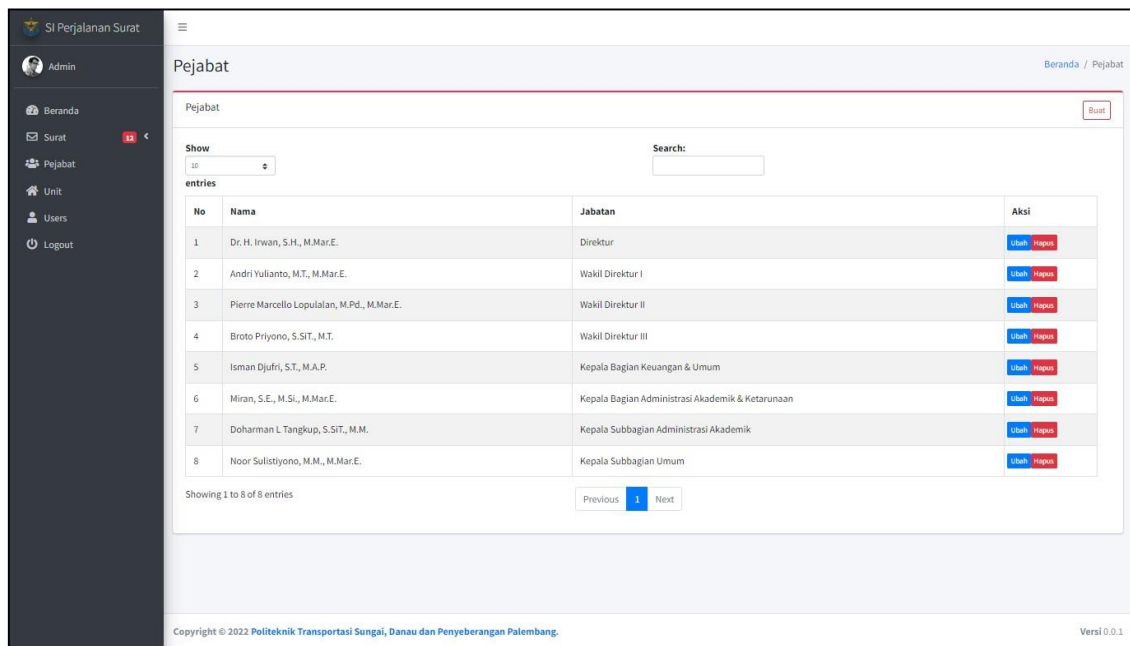
Halaman ini merupakan halaman pengolahan surat masuk. Semua proses surat masuk hanya admin yang dapat mengelolanya.



Gambar 8. Tampilan Halaman Pengolahan Surat

3.4.5. Tampilan Halaman Daftar Nama Pejabat

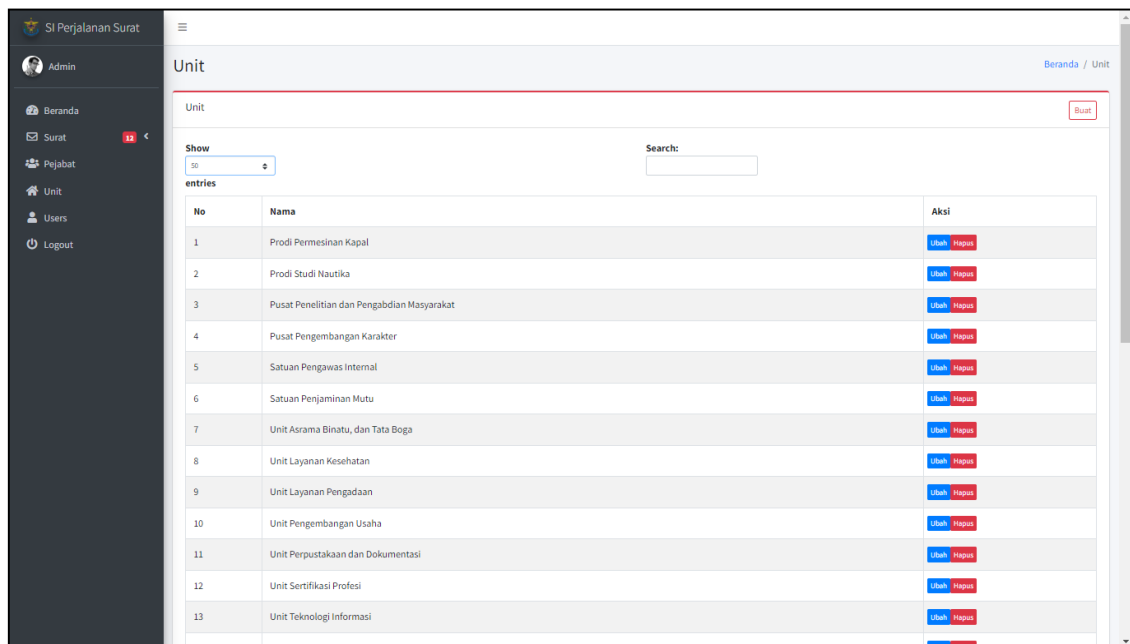
Halaman ini merupakan halaman daftar nama pejabat. Surat menyurat akan di disposisi oleh pejabat yang berwenang pada Poltektrans SDP Palembang.



Gambar 9. Tampilan Halaman Daftar Nama Pejabat

3.4.6. Tampilan Halaman Daftar Unit Organisasi

Halaman ini merupakan halaman daftar nama unit organisasi. Surat menyurat akan di disposisi oleh pejabat yang berwenang dan akan diteruskan kepada unit-unit terkait pada Poltektrans SDP Palembang.



Gambar 10. Tampilan Halaman Daftar Unit Organisasi

3.5. Pengujian Sistem *Black Box Testing*

Pengujian *black box* adalah pengujian yang hanya memverifikasi fungsionalitas perangkat lunak dengan mengamati hasil eksekusi menggunakan data pengujian. [5] Jadi, seperti melihat kotak hitam, dengan hanya bisa melihat bagian luarnya saja tanpa mengetahui apa yang ada di balik cangkang hitam tersebut. Mirip dengan pengujian *black box*, hanya tampilan (antarmuka) dan fungsionalitas yang dievaluasi. tanpa mengetahui apa yang sebenarnya terjadi dalam proses detail (*input* dan *output* saja). Berikut adalah hasil pengujian Sistem Informasi Perjalanan Surat pada Poltektrans SDP Palembang dengan menggunakan metode *black box*.

Tabel 1. Pengujian *Black Box* Perjalanan Surat

No	Fungsi yang di uji	Cara Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Halaman <i>Login</i>	Pada website ini menampilkan halaman <i>login user</i> untuk admin.	Menampilkan halaman <i>login</i> dan berhasil masuk.	Sesuai
2.	Kelola surat masuk	Pada halaman admin, klik menu surat masuk	Menampilkan halaman surat masuk, jika data telah berhasil dikelola maka data akan tersimpan di <i>database</i> .	Sesuai
3.	Kelola surat keluar	Pada halaman admin, klik menu surat keluar	Menampilkan halaman surat keluar, jika data telah berhasil dikelola maka data akan tersimpan di <i>database</i> .	Sesuai
4.	Kelola nota dinas	Pada halaman admin, klik menu nota dinas	Menampilkan halaman nota dinas, jika data telah berhasil dikelola maka data akan tersimpan di <i>database</i> .	Sesuai
5.	Kelola data master	Pada halaman admin, klik menu kelola data master yang terdiri dari daftar nama pimpinan/pejabat dan unit organisasi	Menampilkan halaman data master, jika data telah berhasil dikelola maka data akan tersimpan di <i>database</i> dan terintegrasi pada pengolahan surat-menyerurat.	Sesuai
6.	Laporan surat masuk	Pada halaman <i>user</i> , klik menu laporan surat masuk	Menampilkan halaman laporan surat masuk	Sesuai
7.	Laporan surat keluar	Pada halaman <i>user</i> , klik menu laporan surat keluar	Menampilkan halaman laporan surat keluar	Sesuai
8.	Laporan nota dinas	Pada halaman <i>user</i> , klik menu laporan nota dinas	Menampilkan halaman laporan nota dinas	Sesuai

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan adanya sistem perjalanan surat ini, dapat mengatasi berbagai masalah pengolahan perjalanan surat yang dilakukan secara manual seperti pelacakan dalam penanganan perjalanan surat masuk, surat keluar, dan nota dinas, dengan ini akan memudahkan pegawai untuk mengelola arsip surat dari tahun ke tahun dan mencegah kerusakan arsip

dan mudah dilacak secara *online* sehingga dapat lebih efektif dan efisien bagi pimpinan dalam mengambil keputusan tanpa harus mencari berkas satu persatu dalam berkas arsip.

Referensi

- [1] Badiyanto, Buku Pintar Framework Yii Cara Mudah Membangun Aplikasi Web PHP, Yogyakarta : Mediakom, 2013.
- [2] N. Adi, Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Menggunakan Metode USDP (Unified Software Development Process), Yogyakarta : Andi Offset, 2010.
- [3] N. Ida, Manajemen Administrasi Perkantoran, Yogyakarta : PT Kanisius, 2014.
- [4] S. Tata, Analisis Sistem Informasi, Yogyakarta : Andi Offset, 2012.
- [5] A. Darlianto, I. Permana, “ Sistem Informasi Pencatatan Surat Masuk (Studi Kasus : Kantor Camat Kampar Kiri Kabupaten Kampar Provinsi Riau),” Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi, vol. 2, no. 1, pp. 37-43, 2016.
- [6] F. Masykur, I. M. P. Atmaja, “Sistem Administrasi Pengelolaan Arsip Surat Masuk dan Surat Keluar Berbasis Web,” Indonesian Journal of Network & Security, vol. 4, no. 3, pp. 1-7, 2015.
- [7] H. T. Sihotang, “Sistem Informasi Pengagendaan Surat Berbasis Web Pada Pengadilan Tinggi Medan,” Journal Of Informatic Pelita Nusantara, vol. 3, no. 1, pp. 6-9, 2018.
- [8] J. A. Prawono, A. R. Pamungkas, “Sistem Informasi Pengelolaan Surat Masuk dan Keluar di STMIK Surakarta,” Jurnal Of Information Management, vol. 2, no. 1, pp. 26-33, 2015.
- [9] S. Ramadhani, M. R. Asyari, “Sistem Informasi Arsip Surat Menyurat,” Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis, vol. 3, no. 1, pp. 175-184, 2021

ID: 31

Analisa Perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Serapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film

Comparison Analysis Of PLTS Monocrystalline And Polycrystalline To Sun Absorption Using Glass Film

Partaonan Harahap^{1*}, Riki Handoko², Benny Oktrialdi³, Rahmat Fauzi Siregar⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Mukhtar Basri No. 3 Medan Telp. 061-6622400

partaonharahap@umsu.ac.id^{1*}, rikihandokoumsu@gmail.com², bennyoktrialdi@umsu.ac.id³,
rahmatfauzisiregar@umsu.ac.id⁴

Abstraks- Temperatur kerja optimal pada panel surya pada kisaran 30⁰C, setiap kenaikan temperatur penurunan daya output pada panel surya. Kaca film merupakan suatu bahan material yang banyak digunakan untuk ngeblok panas namun tetap mampu melewati cahaya matahari. Karakteristik utama kaca film yang dapat memblok panas dikenal dengan istilah IRR (Infra Red Rejected) dan kemampuan melewati cahaya dikenal dengan istilah VLT (Visible Light Transmittance). Semakin besar VLT maka semakin kecil kemampuan memblok, demikian juga sebaliknya. Dalam penulisan ini diuraikan hasil pengujian 2 jenis kaca film dengan VLT yang berbeda yaitu: 45% dan 60%, kedua kaca film tersebut diaplikasikan dengan cara di tempelkan pada permukaan panel surya monocrystalline dan polycrystalline serta membandingkan keadaan standart (tanpa kaca film) dengan di lapis kaca film. Pada cuaca cerah pada pukul: 09:00 sampai dengan pukul 16:00 Wib. Pada panel surya polycrystalline menghasilkan daya rata-rata 6,9 watt dan menggunakan kaca film 45% daya yang dihasilkan sebesar 4,7 watt. Daya yang dihasilkan rata-rata pada panel surya monocrystalline tanpa kaca film sebesar 7,7 watt sedangkan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,8 watt pada jenis polycrystalline tanpa kaca film menghasilkan daya rata-rata sebesar 6,6 watt dan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,6 watt.

Kata kunci: Panel Surya, Kaca Film, Tegangan, Arus, Daya

Abstract The optimal working temperature on solar panels is in the range of 30⁰C, every increase in temperature decreases the output power of the solar panels. Window film is a material that is widely used to block heat but is still able to pass through sunlight. The main characteristics of window films that can block heat are known as IRR (Infra Red Rejected) and the ability to pass light that can be seen with the term VLT (Visible Light Transmittance). The bigger the VLT, the smaller the blocking ability, and vice versa. In this paper, the results of testing 2 types of window films with different VLTs are described, namely: 45% and 60%, the two window films are applied by attaching them to the surface of monocrystalline and polycrystalline solar panels and comparing standard conditions (without window film) with coated glass film. In sunny weather at: 09:00 to 16:00 WIB. Polycrystalline solar panels produce an average power of 6.9 watts and use 45% window film, the power generated is 4.7 watts. The average power generated on monocrystalline solar panels without window film is 7.7 watts while using 60% window film is 4.8 watts on polycrystalline types without window films produces an average power of 6.6 watts and uses 60% of 4.6 watts.

Keywords: Solar Panel, Window Film, Voltage, Current, Power

1. Pendahuluan

Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai permukaan bumi. Dengan mengubah cahaya matahari terutama intensitas matahari

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 159-167

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

dengan solar sel dapat dibuat sumber energi listrik untuk konsumsi manusia. Di Indonesia melimpahnya cahaya matahari yang merata dan dapat di tangkap di seluruh kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun merupakan sumber energi listrik yang sangat berpotensi. Energi yang bersifat terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi mengingat sumber tersebut sangat melimpah. Hal ini disebabkan pengaruh bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang mungkin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, salah satu upaya yang telah dikembangkan adalah pembangkit tenaga surya (PLTS).

Pada kondisi sekarang kebutuhan listrik untuk warung PKL dan penerangan lampu di Pantai Labu khususnya pada malam hari masih dirasa sangat kurang, karena keterbatasan pasokan listrik PLN di daerah tersebut. Untuk membantu mengatasi hal tersebut perlu dimanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi dengan melakukan Studi Kelayakan Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya[1]. Pesisir pantai labu yang merupakan daerah jika di lihat secara kasap mata merupakan daerah dengan intensitas matahari yang cukup tinggi dengan suhu maksimum mencapai 34°C dan minimum 23°C serta hebusan angin yang cukup kuat menjadi daerah yang potensial untuk di kembangkan sebagai alternatif pembangkit listrik. Selain dari potensi energi terbarukannya pantai labu juga merupakan daerah dengan perputaran ekonomi yang cukup bagus baik dari segi pariwisata maupun industri kecil menengah[2].

Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis panel surya yaitu monocrystalline dan polycrystalline untuk melakukan perbandingan pada panel surya yang tidak di lapis kaca film dan di lapis kaca film, Jenis panel surya silikon polycrystalline merupakan jenis piranti panel surya yang banyak di temukan di pasaran, karena ekonomis dan memiliki tingkat kestabilan yang baik dalam menghasilkan energy listrik. Riset-riset yang menggunakan panel surya juga banyak dilakukan bertujuan untuk menghasilkan suatu pengukuran yang sangat efisien dan bermanfaat terhadap memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat. Salah satu upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan penggunaan panel surya sehingga memiliki daya keluaran yang lebih tinggi adalah menggunakan reflektorcermin datar. Sedangkan dalam penelitian ini menggunakan panel surya yang dilapisi kaca film berbahan dasar polyester, pada kaca film itu sendiri berfungsi melindungi lapisan panel surya dari debu dan korosi pada panel surya. Walaupun di lapis kaca film tidak terpengaruh pada energi listrik yang dikeluarkan pada panel surya maka dari itu penelitian ini akan menguji coba panel surya di lapis kaca film dengan berbeda-beda kegelapannya (VLT) yaitu dengan kegelapan 45%, 60% dan 75%. sehingga dengan menggunakan panel surya diharapkan kebutuhan listrik di berbagai daerah di indonesia dapat terpenuhi[3].

VLT atau penerusan cahaya (tampak) merupakan besaran yang menunjukkan besarnya cahaya yang diteruskan. Semakin kecil nilai VLT maka kaca film semakin terlihat gelap. Di pasaran, konsumen kaca film mengelompokkan kaca film berdasarkan tingkat kegelapannya, yang sebenarnya angkanya berkebalikan dengan data spesifikasi kaca film yang menggunakan VLT. Berikut ini beberapa tingkat VLT

1. VLT 61% - 75% : Kegelapan kaca film 20%
2. VLT 50% - 60% : Kegelapan kaca film 30%
3. VLT 30% - 49% : Kegelapan kaca film 40%
4. VLT 11% - 29% : Kegelapan kaca film 60%
5. VLT 2% - 10% : Kegelapan kaca film 80%

Seperti misalnya VKOOL75 mempunyai VLT sebesar 75 % yang berarti 75% dari cahaya tampak yang dapat menembus kaca film. Di pasaran, kaca film ini dikatakan mempunyai kegelapan 20%. Semakin besar angka VLT ini, berarti semakin bening kaca film tersebut. Panel surya di lapis kaca film memiliki pengaruh pada serapan panel surya, yang dimana kaca film menghambat cahaya matahari menyentuh langsung pada panel surya dan mengakibatkan daya serapan pada panel surya berbeda tanpa menggunakan kaca film.



Gambar 1. Panel Surya yang dilapis kaca film

Dalam mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik, PLTS menggunakan panel surya. Panel surya merupakan piranti semikonduktor yang dapat merubah cahaya secara langsung menjadi arus listrik searah (DC) dengan menggunakan kristal silikon (Si) yang tipis. Untuk melihat performa panel surya dengan panel surya yang lain umumnya dengan melihat efisiensinya. Efisiensi panel surya yang semakin baik maka akan membuat daya keluaran panel yang semakin besar. Jika daya keluaran panel rendah, salah satu penyebabnya adalah tingginya temperatur pada panel. Untuk bekerja maksimal, panel membutuhkan jumlah cahaya yang masuk banyak dan suhu panel yang optimum. Dalam realisasinya, intensitas cahaya yang semakin tinggi juga akan menyebabkan temperatur yang semakin tinggi pula. Salah satu alternatif untuk mengurangi temperatur panel adalah dengan cara melapisi permukaan panel dengan penggunaan kaca film.

Peningkatan Daya Output Photovoltaik Dengan Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya menghasilkan pengujian 3 jenis kaca film dengan VLT yang berbeda, dipilih kaca film dengan VLT tertinggi, sedang dan rendah sesuai yang ada di pasaran, yaitu VLT: 90%, 72% dan 60%. Ketiga kaca film tersebut diaplikasikan dengan cara ditempelkan pada permukaan photovoltaik. Pengujian dilakukan dengan membandingkannya dengan photovoltaik standar (tanpa kaca film) pada cuaca cerah dari jam 10.00 hingga jam 14.00 masing-masing selama 3 hari. Hasilnya menunjukkan photovoltaik dilapisi kaca film dengan VLT 90% mampu meningkatkan daya output rata-rata 49,36%, sementara yang dilapisi kaca film dengan VLT 72% dan 60 % mengalami penurunan daya berturut-turut -6,53 % dan -26,20% [4].

Perhitungan daya keluaran dari panel surya jenis silikon polikristal juga dilakukan memakai pelapis kaca film dengan tingkat kegelapan yang berbeda yaitu, 40%, 60%, dan 80%. Pengukuran menggunakan susunan *array* paralel selama 3 (tiga) hari untuk masing masing kaca film, Produksi daya keluaran panel surya yang dilapisi kaca film mengalami peningkatan sebesar 23,53% sampai 24,39 % dibandingkan dengan produksi daya keluaran tanpa pelapis. Perhitungan peningkatan daya keluaran panel surya menggunakan persamaan dimana P_k dan P_{nk} adalah daya keluaran rata-rata menggunakan kaca film dan tanpa kaca film. Pola daya keluaran panel surya yang dilapisi kaca film terhadap waktu pengamatan memiliki pola yang sama dengan pola daya keluaran panel surya tanpa lapisan kaca film. Daya maksimum terjadi pada waktu pengamatan jam 10.00 WIB dan menurun seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan.[3].

Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan isolasi harian rata-rata 4,5- 4,8 KWh/m² / hari. Akan tetapi energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem. Saat tengah hari yang cerah radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt permeterpersegi. Jika sebuah piranti semikonduktor seluas satu meter persegi memiliki efisiensi 10%, maka modul sel surya ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 watt. Modul sel surya komersial memiliki efisiensi berkisar antara 5% hingga 15% tergantung material penyusunnya. Tipe silikon kristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif lebih mahal dibandingkan jenis sel surya lainnya. Masalah yang paling penting untuk merealisasikan sel surya sebagai sumber energi alternatif adalah efisiensi piranti

sel surya dan harga pembuatannya. Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara tenaga listrik yang dihasilkan oleh piranti sel surya dibandingkan dengan jumlah energi cahaya yang diterima dari pancaran sinar matahari[5].

Perbandingan 2 merk panel sel surya dilakukan pengukuran berdasarkan intensitas 1225 dan temperatur 41,1°C. Pengukuran yang dimaksud adalah melihat besarnya tegangan Merk A 20,3 Volt dan B 3,5 volt , arus Merk A 1,17 Amper dan B 1,68 Amper, daya output Merk A 19,21 Watt dan B 16,94 Watt, daya input Merk A 183 Watt dan B 226 Watt antara tiap panel sel surya. Pada pengukuran dua panel surya jenis merk A dan B, dapat disimpulkan bahwa dari kinerja pada panel sel surya dari merk A dan B yang lebih bagus adalah B dikarenakan nilai penyerapan pada B lebih besar dibandingkan dengan surya dikarenakan nilai Imp penyerapan yang berbeda tiap jenis dan tipe. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan daya yang dihasilkan yaitu temperatur permukaan panel sel surya sangat berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan dari panel surya yang artinya semangkin rendah suhu permukaan maka efisiensi Pv akan semangkin meningkat begitupun sebaliknya.[6]

2. Metode Penelitian

Pemilihan Kaca film Pemilihan kaca film dilakukan dengan mengacu pada nilai VLT dan IRR dari kaca film yang ada di pasaran. Untuk penerapan sebagai pendingin photovoltaik diperlukan kaca film dengan nilai VLT dan IRR yang tinggi keduanya. Kaca film yang ada di pasaran dengan nilai VLT tinggi memiliki IRR yang rendah, begitu juga sebaliknya, oleh karena itu dalam penelitian ini dipilih 3 jenis kaca film yang berbeda dengan tingkat VLT yang berbeda yaitu menggunakan VLT 45%, 60% dan 75%.

Dalam Pengujian yang dilakukan dengan cara membandingkan daya keluaran panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film (Standart) dan menggunakan kaca film, pengukuran Pengambilan data 1 jam dari pukul 09:00 sampai dengan pukul 16:00 data-data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data tegangan, arus dan daya dari panel surya 50wp tanpa kaca film dan dilapis kaca film. Analisa yang dilakukan dengan cara menghitung hasil pengukuran untuk mencari daya pada panel serya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan dilapis kaca film dengan menggunakan persamaan 1.

$$P = V.I \tag{1}$$

Perhitungan dilakukan setiap 1 jam, selanjutnya nilai rata-rata dihitung setiap per 2 hari percobaan, analisa yang sama dilakukan terhadap data dari ke 3 jenis kaca film yang digunakan. Untuk mencari rata-rata menggunakan persamaan 2.

$$P_{(rata - rata)} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n)}{n} \tag{2}$$

Dengan :

- P rata rata = Daya rata rata (Watt)
- P_1 = Daya pada titik pengujian ke satu (Watt)
- P_2 = Daya pada titik pengujian ke dua (Watt)
- P_3 = Daya pada titik pengujian ke tiga (Watt)
- p_n = Daya pada titik pengujian ke n

Efisiensi dapat kita cari melalui perbandingan antara daya listrik yang keluar (output) dengan daya listrik yang masuk (input) oleh karena itu bisa kita menggunakan persamaan 2.3.[15].

$$n = \frac{P_{in}}{P_{out}} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan:

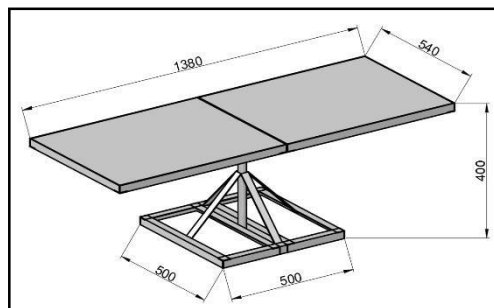
n = efisiensi

P_{in} = Daya input (Watt)

P_{out} = Daya output (Watt)

Dalam pelaksanaan penelitian ada beberapa langkah dalam melaksanakan penelitian sebagai berikut:

1. Perancangan peralatan monocrystalline dan polycrystalline untuk media penelitian
 - a. Desain Alat Penelitian



Gambar 2. Desain alat penelitian

Desain pada alat penelitian adalah untuk mengetahui ukuran dudukan panel surya dan panjang panel surya monocrystalline dan polycrystalline bisa kita lihat pada gambar 2.



Gambar 3. Pengujian PLTS Monocrystalline dan polycrystalline dengan kaca film

Rangkaian alat penelitian adalah untuk mengetahui cara atau proses pengukuran pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film, pengukuran di lakukan secara bergantian menggunakan multimeter digital dengan cara positif pada panel surya di letakan di positif multimeter digital dan begitu juga pada negatif panel surya.

- b. Diagram Blok Alat

Diagram blok dari pembangkit listrik tenaga surya dapat di lihat pada gambar berikut:

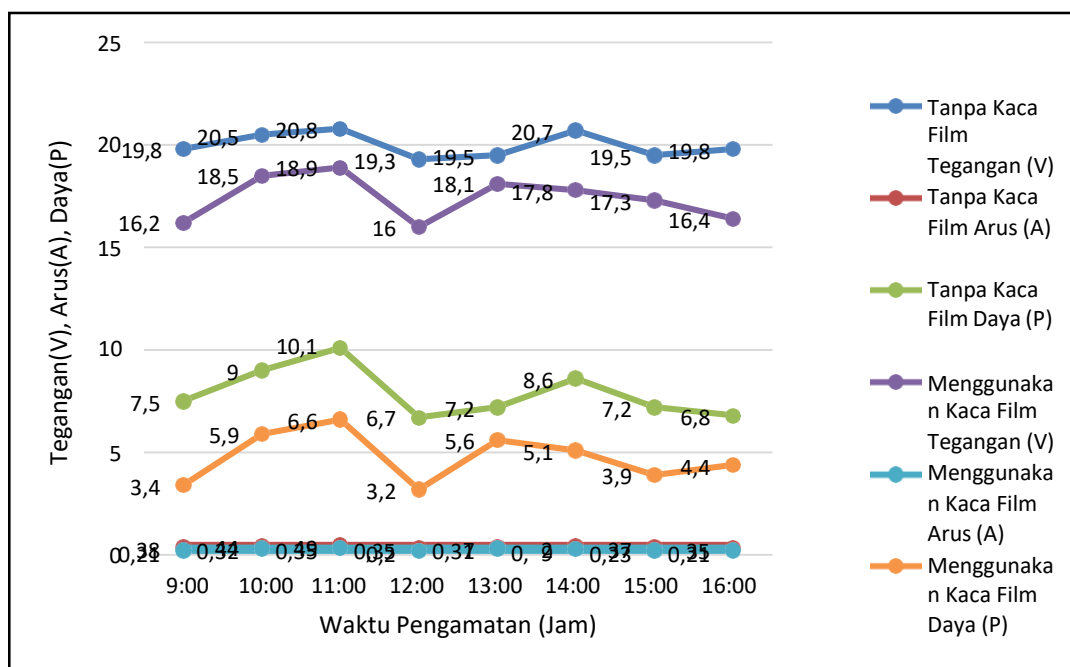


Gambar 4. Diagram blok PLTS

Pada diagram blok di atas panel surya yang di gunakan ialah jenis monocrystalline dan polycrystalline yang kapasitas 50 wp yang dimana sebagai sumber pembangkit energi listrik, kemudian kaca film sebagai alat pelapis pada permukaan panel surya yang dimana sebagai penghambat sinar matahari menyentu langsung mengenai permukaan panel surya, dan alat ukur yang digunakan ialah multimeter digital yang dimana berfungsi sebagai mengukur tegangan dan arus yang di keluarkan panel surya.

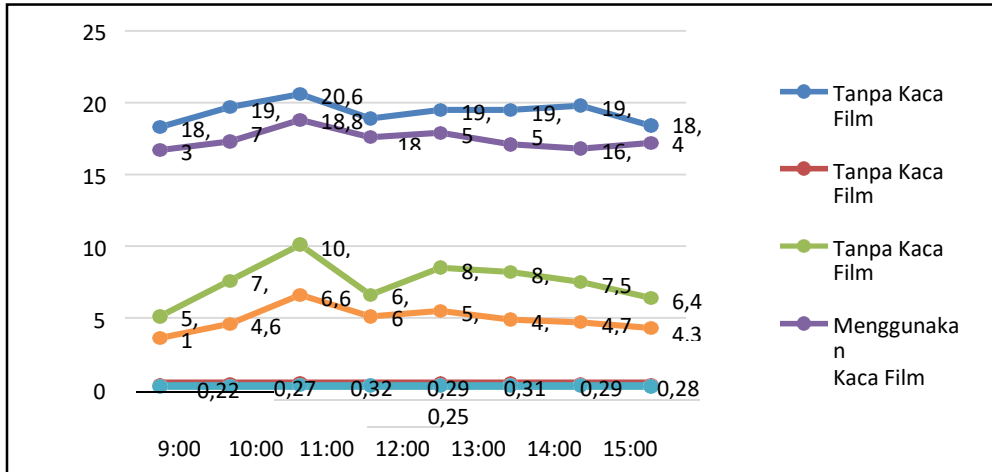
3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data 1 jam sekali data-data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data tegangan, arus dan daya dari panel surya 50 Wp tanpa kaca film dan dilapis kaca film. Data tanpa kaca film sebagai data dasar dan sebagai pembandingan dengan data yang diperoleh dari panel surya yang dilapis kaca film. Adapun hasil pengujian tegangan, arus dan daya adalah sebagai berikut:



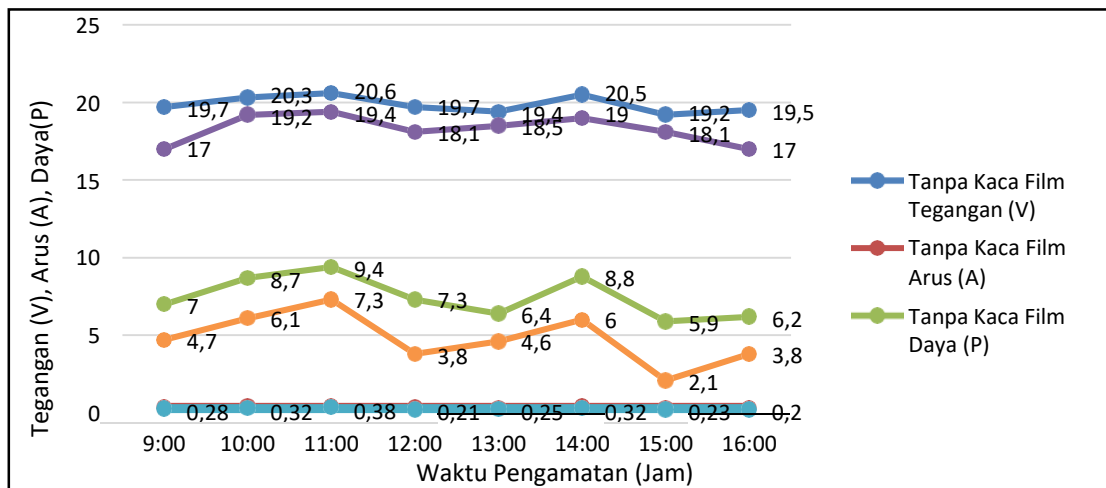
Gambar 5. Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%.

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada jenis monocrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 20,0 Volt, arus sebesar 0,40 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 7,9 Watt, tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,4 Volt, Arus sebesar 0,24 Ampere, dan daya sebesar 4,7 Watt, keadaan cuaca cerah



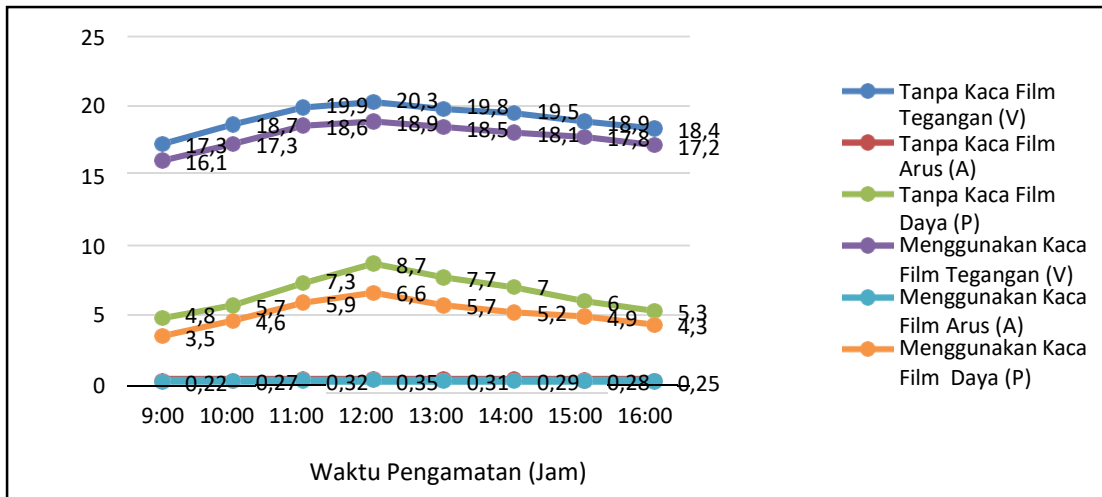
Gambar 6. Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada jenis polycrystalline tanpa kaca film rata-rata tegangan sebesar 19,3 Volt, arus sebesar 0,34 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 6,7 Watt. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,4 Volt, Arus sebesar 0,29, dan daya sebesar 5,1 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



Gambar 7. Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Dari hasil pengujian pada jenis monocrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 21,0 Volt, arus sebesar 0,39 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 7,8 Watt, tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 18,1 Volt, Arus sebesar 0,31, dan daya sebesar 4,7 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



Gambar 8. Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Dari hasil pengujian pada jenis polycrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 19,1 Volt, arus sebesar 0,34 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 6,6 Watt tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,8 Volt, Arus sebesar 0,29 Ampere, dan daya sebesar 4,1 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.

4. Kesimpulan

Dalam Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya menghasilkan 2 jenis kaca film dengan VLT yang berbeda, dipilih kaca film dengan VLT tertinggi, sedang dan rendah sesuai yang ada di pasaran. Setelah melakukan penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran perubahan daya panel surya berpengaruh pada suhu yang di terima oleh panel surya, yang dimana pada suhu 29°C sampai 30°C panel surya mampu menghasilkan daya rata-rata 10 watt dan pada suhu 31°C sampai 32°C menghasilkan daya rata-rata 6,4 watt.
2. Perbandingan daya yang dihasilkan kaca film dengan VLT 60% dan VLT 45%, yang di mana daya yang dihasilkan semakin kecil.
3. Hasil Pengukuran pada masing-masing kaca film daya output panel surya jenis monocrystalline dan polycrystalline yang telah dilakukan menghasilkan daya rata-rata panel surya monocrystalline tanpa kaca film sebesar 8,4 watt dan menggunakan kaca film 45% sebesar 4,9 watt. Pada panel surya polycrystalline menghasilkan daya rata-rata 6,9 watt dan menggunakan kaca film 45% daya yang dihasilkan sebesar 4,7 watt. Daya yang dihasilkan rata-rata pada panel surya monocrystalline tanpa kaca film sebesar 7,7 watt sedangkan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,8 watt pada jenis polycrystalline tanpa kaca film menghasilkan daya rata-rata sebesar 6,6 watt dan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,6 watt.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Fakultas Teknik dan LP2M UMSU yang sudah memfasilitasi penelitian ini.

Referensi

- [1] Konsultan Basel, “Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga,” vol. 21, no. 021, pp. 155–162, 2010.
- [2] Knbs, “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Pada Pesisir Pantai Labu

- Menggunakan Software Homer,” *Anal. Potensi Pembangkit List. Tenaga Hibrida Pada Pesisir Pantai Labu Menggunakan Softw. Homer*, p. 6, 2021
- [3] U. M. Ricko Mahindra*, Awitdrus, J. Fisika, F. M. dan I. P. A. U. Riau, I. Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, and *ricomahendra17@gmail.com, “Pengaruh Serapan Sinar Matahari Oleh Kaca Film Terhadap Daya Keluaran Plat Sel Surya,” *Jom Fmipa Vol. 2 No.1 Februari 2015*
- [4] A. Pawawoi and V. A. Pranata, “Peningkatan Daya Output Photovoltaik Dengan Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 3, 2020, doi: 10.25077/jnte.v9n3.712.2020
- [5] S. Yuliananda, G. Sarya, and R. Retno Hastijanti, “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya,” *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya Nop.*, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015
- [6] P. Harahap, “Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2020, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.
- [7] A. H. Andriawan and P. Slamet, “Tegangan Keluaran Solar Cell Type Monocrystalline Sebagai Dasar Pertimbangan Pembangkit Tenaga Surya,” *J. Penelit. LPPM Untag Surabaya*, vol. 2, no. 1, pp. 39–45, 2017.
- [8] G. Ngurah *et al.*, “Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik,” vol. 4, no. 1, pp. 29–33, 2005
- [9] Danny Santoso Mintorogo, “Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) Pada Perumahan Dan Bangunan Komersial,” *Dimens. (Jurnal Tek. Arsitektur)*, vol. 28, no. 2, pp. 129–141, 2000, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ars/article/view/15736>
- [10] S. Sibarani, “Skripsi Teknik Mesin - Panel Surya”.
- [11] B. L. Sater, “Solar cell,” *Phys. Today*, vol. 33, no. 3, pp. 116–117, 1980, doi: 10.1063/1.2913977
- [12] B. H. Purwoto, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251
- [13] Y. Randa, “kaca film vcool,” *kaca Film*, vol. 13, no. May, pp. 31–48, 2016.
- [14] A. Nur, S. Budi, I. Qiram, and D. Sartika, “Pengaruh Prosentase Kepekatan Kaca Film Terhadap Distribusi Termal dan Pencahayaan Kabin Kendaraan-2021,” vol. 6, no. 1, pp. 4–7, 2021.
- [15] S. D. Kapasitas, “Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga,” *J. CRANKSHAFT*, vol. 4, no. 2, pp. 9–18, 2021.

Analisa Penggunaan Metode Direct Grounding Pada Perhitungan Pentanahan Sistem Transmisi 150 KV ULTG Panakukang

Analysis Of The Use Of The Direct Grounding Method In The Calculation Of Grounding Of The 150 KV ULTG Panakukang Transmission System

Nurmiati Pasra¹, Adji Bhaskara², Kartika Tresya Mauriraya³, Nana Suryana⁴

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Ketenaga Listrikan dan Energi Terbarukan.

⁴Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan

Jln. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Jakarta Barat

Institut Teknologi PLN

nurmiati@itpln.ac.id, adji1871038@gmail.com, kartika@itpln.ac.id, nanasuryana@itpln.ac.id

Abstrak - Sistem pentanahan pada tower SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) pada jaringan transmisi merupakan bagian instalasi listrik yang berfungsi untuk mengamankan peralatan- peralatan listrik. Sistem pentanahan ini memiliki sifat low impedanc, sehingga arus yang berlebih yang di sebabkan oleh gangguan sambaran petir dapat di alirkan secara cepat ke tanah sehingga dapat meminimalisir kerusakan-kerusakan pada peralatan tower transmisi dan mengamankan mahluk hidup yang beraktifitas di sekitar tower transmisi. Nilai resistansi pentanahan kaki tower dilakukan pengukuran pada setiap tower transmisi dengan pengukuran secara langsung pada tower dengan menggunakan metode Direct Grounding (DG). Standar nilai resistansi pentanahan tower SUTT saluran transmisi pada 150 sd 175 kV nilai resistansinya $\leq 10\Omega$. Pada ULTG Panakukang Makassar, jumlah tower pada line Maros – Bollangi sebanyak 112 tower transmisi dan telah terpasang DG sebanyak 19 tower serta jumlah tower pada line Sungguminasa - Maros sebanyak 31 tower transmisi dan telah terpasang DG sebanyak 6 tower. Pada tower 60, nilai resistansi sebesar $9,65\Omega$ dan setelah melakukan pemeliharaan dengan metode Direct Grounding nilai resistansi menjadi $3,30\Omega$

Kata kunci: Sistem pentanahan, Direct Grounding, saluran Tranmisi

Abstract - The grounding system on the SUTT tower (High Voltage Air Line) on the transmission network is part of the electrical installation that functions to secure electrical equipment. This grounding system has low impedance properties, so that excessive current caused by lightning strike disturbances can be flowed quickly to the ground so as to minimize damage to transmission tower equipment and secure living things that are active around the transmission tower. The value of the grounding resistance of the tower foot is measured on each transmission tower by measuring directly on the tower, using the Direct Grounding (DG) method. The standard value of the SUTT tower grounding resistance of the transmission line at 150 to 175 kV has a resistance value of 10Ω . At ULTG Panakukang Makassar, the number of towers on the Maros – Bollangi line is 112 transmission towers and 19 towers have been installed and the number of towers on the Sungguminasa - Maros line is 31 transmission towers and 6 DG towers have been installed. In tower 60, the resistance value is 9.65Ω and after maintenance with the Direct Grounding method the resistance value becomes 3.30Ω

Keywords: Grounding system, Direct Grounding, Transmission line tower

1. Pendahuluan

Salah satu hal paling penting dalam untuk menjaga peralatan atau bahan listrik apa pun adalah pentanahan. Sistem pentanahan melindungi perangkat yang menggunakan listrik sebagai sumber daya dari lonjakan listrik, seperti yang disebabkan oleh petir dari pusat tenaga listrik

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 168-175

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477



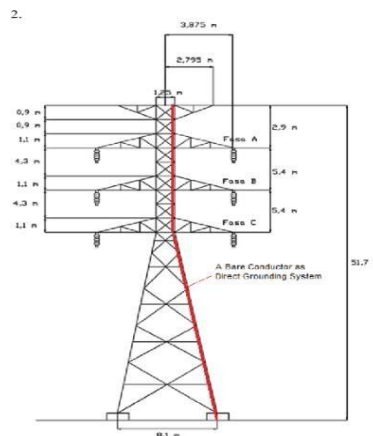
hingga penggunaan tenaga listrik, diperlukan suatu sistem tenaga listrik. Pentanahan merupakan sistem yang paling umum yang sering digunakan dalam kelistrikan tujuannya adalah untuk melindungi instalasi dan aktifitas warga di sekitar tower transmisi agar tidak terkena sambaran petir [1], [2]. Sistem tenaga listrik terdiri dari dua bagian yaitu sistem pembangkit listrik dan sistem distribusi tenaga listrik. Sistem saluran udara terbagi menjadi dua jenis yaitu SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) 70 sd 150 kV dan SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) 270 kV-500 kV.

Pada saluran transmisi dengan bentang paling banyak bertebaran, sering terjadi gangguan [3]. Adapun gangguan yang terjadi baik dari dalam sistem ataupun gangguan dari luar system, yang mana merupakan masalah yang dapat terjadi. Gangguan pada saluran transmisi 150kV, sering terjadi gangguan sambaran petir pada tower 150 kV dan gangguan sambaran petir yang mengenai fasa kabel. Gangguan kabel fasa ini biasa disebut dengan gangguan GPR (*Ground Fault Relay*), yaitu relay yang mendeteksi sirkuit pendek. Dalam hal saluran transmisi, yang perlu diperhatikan adalah towernya. Ada berbagai gangguan pada peralatan, termasuk gangguan menara saluran transmisi 150 kV, maka sistem pemeliharaan sektor transmisi memerlukan pemutus arus listrik. Ketika menara 150 kV tersambar petir, dapat diamankan dengan menggunakan pentanahan metode *Direct Grounding* untuk dengan cepat menyalurkan tegangan yang dihasilkan oleh sambaran ke tanah. Pemeliharaan tower dengan memasang metode *Direct Grounding* pada tower transmisi 150 kV, untuk menghindari gangguan sambaran petir yang menyambar pada fasa R, S dan T.

Sistem transmisi saat ini dari PT. PLN (Persero) yang berdampak signifikan terhadap penyediaan dan permintaan energi listrik bagi masyarakat umum serta masyarakat industri dan manufaktur. Sumber energi listrik yang diberikan oleh PLN tidak selalu tersedia atau konsisten, akan ada kehilangan daya di beberapa titik karena gangguan listrik. Untuk mengatasi masalah ini, peralatan gardu induk harus dilindungi.

2. Metode Penelitian

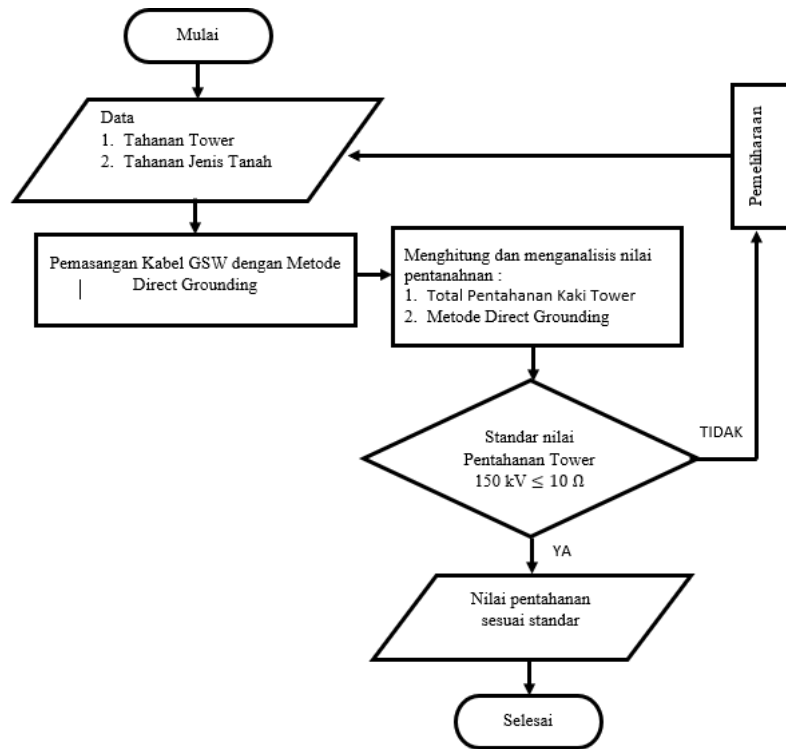
Penelitian berlokasi di PT PLN Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Panakkukang Makassar. Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data adalah dengan melakukan teknik penelitian pengukuran langsung dilapangan pada kaki tower 150 kV dengan metode kuantitatif. Juga melakukan perhitungan dalam menganalisis nilai pentanahan pada kaki tower dan pentanahan setelah menggunakan metode *Direct Grounding*, model pemasangan kabel GWS dengan menggunakan metode *Direct Grounding* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Pentanahan Direct Grounding [8][10]

2.1. Metode Pengambilan Data

Metode pengukuran yang dilakukan untuk pengambilan data dengan cara berikut : 1) pengukuran tahanan pentanahan sebelum melakukan metode *Direct Grounding* dan 2) setelah melakukan metode *Direct Grounding*, di mana nilai tahanan tower transmisi di ambil di bawa tower transmisi 150 kV. Urutan alur penelitian pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

Pada pengukuran tahanan pentanahan, di lakukan pada tower yang terdata mempunyai nilai resistansi pentanahan yang tinggi dilinanya, pengukuran di lakukan pada salah satu kaki tower transmisi, karna terdapat root pada setiap kaki tower yang yang terhubung parallel jadi tidak perlu untuk di ukur satu persatu. Standar pentanahan pada tower dapat di lihat pada table berikut:

Tabel 1. Nilai Standarisansi Resistansi Tower Transmisi

No	Jenis Tower	Jenis Tower Transmisi	Nilai Standar Pentanahan
1	70 kV	SUTT	≤ 5 Ω
2	150 kV- 175 kV	SUTT	≤ 10 Ω
3	275 kV - 500 kV	SUTET	≤ 15 Ω

Faktor yang mempengaruhi nilai resistansi pada tower menjadi lebih di atas nilai standarisasi PLN yaitu tahanan jenis tanah, panjang elektroda pada setiap kaki tower yang tertanam di tanah. Tabel 1 memperlihatkan standar yang digunakan untuk nilai pentanahan pada SUTT 150 kV sd 175 kV.

Tabel 2. Nilai Tahanan Jenis Tanah [4][6]

No	Tahanan jenis tanah	Nilai Tahanan Jenis tanah (Ω/m)
1	Tanah rawa	30 Ω
2	Tanah liat dan tanah Ladang	100 Ω
3	Tanah liat berpasir	150 Ω
4	Pasir Basah	200 Ω
5	Pasir Lembab	300 Ω
6	Kerikil Basah	500 Ω
7	Kerikil kering	1000 Ω
8	Tanah Berbatu	3000 Ω

2.2. Metode dan Analisa Data

2.2.1. Perhitungan Tahanan pada Kaki Tower

Melakukan perhitungan pentahanan total berdasarkan pengukuran pentahanan pada masing-masing ke empat kaki tower, sebagai berikut [7]:

$$1/R_p = 1/R_a + 1/R_b + 1/R_c + 1/R_d \tag{1}$$

Keterangan :

- Rp = Tahanan elektroda ke tanah (Ω)
- Ra = Kaki bagian kanan tower (Ω)
- Rb = Kaki bagian kiri tower (Ω)
- Rc = Kaki bagian kanan Belakang tower (Ω)
- Rd = Kaki kiri belakang tower (Ω)

2.2.2. Perhitungan Pertahanan dengan Metode *Direct Grounding*

Melakukan perhitungan nilai pentahanan dengan menggunakan metode *Direct Grounding* tahanan kaki tower, dimana pentahanan diukur setelah pemasangan kabel GWS dengan metode *Direct Grounding*, dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut : [8]-[10].

$$1/R_T = 1/R_{RDG} + 1/R_{PKT} \tag{2}$$

Keterangan :

- R_T = R total Kaki tower (Ω)
- R_{RDG} = R Setelah di pasang DG (Ω)
- R_{PKT} = R_P = R Pentanahan di kaki tower (Ω)

2.2.3. Perhitungan Error

Adanya perbedaan nilai pentahanan hasil pengukuran dan hasil perhitungan, sehingga diperlukan untuk menghitung error dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Error(100\%) = \frac{|(Nilai\ perhitungan\ teori) - (Nilai\ Pengukuran)|}{(nilai\ perhitungan\ teori)} \times 100\% \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Perhitungan Tahanan pada Kaki Tower

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung pada tower transmisi 150 kV di Line Maros – Bolanggi (M-B) dan line Sungguminasa - Maros (S-M) pada PT. PLN (Persero) ULTG Panakkukang. Jumlah tower trasmisi 150 kV pada line Maros – Bollangi sebanyak 112 tower dan line Sungguminasa 32 tower. Pemeliharaan telah dilakukan dengan pemasangan kabel GWS dengan metode *Direct Grounding* pada di Line Maros – Bolanggi sebanyak 19 tower dan line Sungguminasa – Maros 6 tower.

Tabel 3. Nilai Tahanan Kaki Tower

No	Nomor Tower	Line	Jenis Tanah	Pentanahan Setiap Kaki (Ω)			
				Ra	Rb	Rc	Rd
1	71	S-M	Pasir Lembab Tanah rawah	300	300	300	30
2	66	S-M	Pasir Basah , Tanah ladang	200	200	100	100
3	60	S-M	Kerikil basah , Pasir Basah, Pasir Lembab	500	500	200	300
4	130	M-B	Tanah Liat Berpasir Pasir Lembab	150	150	150	300

Tabel 3 merupakan nilai tahana setiap kaki tawer. Dengan menggunakan persamaan 1 dan data pada Tabel 3 untuk data pada nomor tower 71, maka dapat ditentukan nilai pentahanan pada tower tersebut, yakni:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_d} \\ \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{300} + \frac{1}{300} + \frac{1}{300} + \frac{1}{30} \\ R_p &= \frac{300}{13} = 23,0 \Omega \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk tower lain dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Perhitungan rata-rata resistansi kaki tower

No	Nomor Tower	Pentanahan setiap kaki (Ω)				Nilai PentahanTotal (Rp) Ω
		Ra	Rb	Rc	Rd	
1	71	300	300	300	30	23,076
2	66	200	200	100	100	33,333
3	60	500	500	200	300	28,441
4	136	100	100	100	200	28,571

3.2. Hasil Perhitungan dengan Metode *Direct Grounding*

Tabel 5. Nilai Tahanan Sebelum dan Setelah Pemasangan Kabel GSW dengan Metode *Direct Grounding*

No	Nomor Tower	Tahanan R (Ω)		Jenis Tanah
		Sebelum	Setelah	
1	71	9,48	3,24	Pasir Lembab Tanah rawah
2	66	3,85	1,65	Pasir Basah , Tanah ladang
3	60	9,65	3,30	Kerikil basah , Pasir Basah, Pasir Lembab
4	136	3,86	1,66	Tanah Liat Berpasir Pasir Lembab

Perhitungan ini memerlukan data pentahana pada kaki tower (Tabel 4), data sebelum dan setelah melakukan pemeliharaan dengan memasang kabel GSW menggunakan metode *Direct Grounding* (Tabel 5). Dengan menggunakan persamaan 2 nilai pentahannya diperoleh sebagai berikut:

$$1/R_T = 1/R_{RDG} + 1/R_{PKT}$$

$$1/R_T = 1/(3,24) + 1/(23,076)$$

$$R_T = 2,94\Omega$$

Hasil perhitungan untuk tower lainnya, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan dengan Metode *Direct Grounding*

No	Nomor Tower	R _{RDG} (Ω)	R _{PKT} (Ω)	R _T (Ω)
1	71	3,24	23,076	2,941
2	66	1,65	33,333	1,587
3	60	23,30	28,441	3,154
4	130	1,99	28,571	1,913

3.3. Hasil Perhitungan Error

Perhitungan *error* antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan pada tower yang menggunakan metode *Direct Grounding* dengan menggunakan persamaan (3) dan data pada Tabel 6, maka dapat dihitung *error*nya sebagai berikut:

$$Error(100\%) = |(Nilai\ perhitungan\ teori - Nilai\ Pengukuran) / (nilai\ perhitungan\ teori)| \times 100\%$$

$$14,48\% = |(2,941\Omega - 3,24\Omega) / (2,941\Omega)| \times 100\%$$

Dengan Perhitungan yang sama, hasil perhitungan *error* dapat di lihat pada Tabel 7 .

Tabel 7. Hasil Perhitungan Error

No	Nomor Tower	Tahana (R) Ω		Presentasi Error (%)
		Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan	
1	71	3,24	2,941	10,167
2	66	1,65	1,587	3,698
3	60	3,30	3,154	4,629
4	130	1,99	1,913	4,025

Semakin kecil hasil presentasi error yang di dihasilkan maka akan semakin akurat hasil perhitungan teori dan nilai hasil pengukuran pada tower transmisi. Terlihat pada tower 130 dengan metode *Direct Grounding* di mana hasilnya 4,1025% itu sangat kecil di dibandingkan pada tower 71 yang mempunyai hasil presentasi eror sebesar 10,167%, ini kemungkinan juga disebabkan tahanan jenis tanah juga mempengaruhi hasil perhitungan pada tower transmisi.

Pada Tabel 7, dapat dilihat perbandingan nilai tahanan hasil pengukuran pada saat setelah dipasang kabel GSW dengan menggunakan metode *Direct Grounding* dan hasil perhitungan, dimana hasil perhitungan mempunyai nilai pentahanan yang lebih kecil dibandingkan hasil pengukuran. Hal ini disebabkan, pada perhitungan, memperhitungkan nilai pentahanan kaki tower.

3.4. Hasil dan Analisa Perhitungan

Hasil pengukuran sebelum pemasangan kabel GSW dengan menggunakan metode *Direct Grounding* nilai pentahan pada tower 60 paling tinggi sebesar 9,65 Ω , setelah menggunakan metode *Direct Grounding* menghasilkan nilai pentahanan sebesar 3,30 Ω , hasil perhitungan dengan rumus *Direct Grounding* menghasilkan nilai pentahanan sebesar 3,154 Ω dan nilai error 4.629%. Ini menunjukkan adanya penurunan nilai pentahanan setelah pemasangan kabel GSW dengan menggunakan metode *Direct Grounding*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saluran transmisi 150 kV dengan melakukan pemeliharaan rutin atau menggunakan metode lainnya. Pemeliharaan yang dapat dilakukan yakni 1) pemeliharaan ahlaman tower; 2) pemeliharaan tanah pada tower; 3) pemeliharaan dengan pengecekan nilai pentahanan secara rutin; 4) pemeliharaan gangguan dari luar; 5) pemeliharaan penggantian isolasi yang sudah tidka berfungsi / rusak; 6) penggantian besi tower (rusak atau dicuri) dan 7) pemeliharaan kelengkapan *step bolt*.

4. Kesimpulan

Penelitian dengan 143 tower saluran transmisi 150 kV, yang telah dipasang kabel GSW dengan metode *Direct Grounding* sebanyak 25 tower. Hasil pengukuran dan perhitungan pada empat tower, dimana tower 60 memiliki nilai pentahan sebesar 9,65 Ω dan setelah dilakukan metode *Direct Grounding* nilai pentahanan sebesar 3,30 Ω . Hal yang sangat penting pada tower saluran transmisi 150 kV dengan melakukan pemeliharaan tower. Pemeliharaan yang dapat dilakukan dengan membersihkan area sekitar tower, mengecek apabila terdapat rumput liar, mencegah area tower dimanfaatkan oleh warga, mengecek nilai tahanan resistansi pada tower, apabila nilai resistansi pada tower tersebut tinggi di lakukan penambahan root pentanahan dengan menggunakan metode *Direct Grounding* atau bisa menggunakan metode yang lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada PT (Persero) PLN Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Panakukang Makassar dan Institut Teknologi PLN, yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel.

Referensi

- [1] T. Siahaan and S. Laia, “STUDI PEMBUMIAN PERALATAN DAN SISTEM INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG KANTOR BICTPT. PELINDO I (PERSERO) BELAWAN,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. VIII, no. 2, pp. 96–101, 2019.
- [2] Zulhajji and S. Wahyuni, “SISTEM PEMBUMIAN MENARA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV RUTE PAREPARE-BALUSU,” *Media Elektronik*, vol. 19, no.1, pp. 6–8, 2021.
- [3] N. Lembang, S. Manjang, and I. Kitta, “Efek Penurunan Tahanan Pembumian Tower 150 kV Terhadap Sistem Penyaluran Petir,” 2017.
- [4] M. Mukmin, A. Kali, and B. Mukhlis, “PERBANDINGAN NILAI TAHANAN PENTANAHAN PADA AREA REKLAMASI PANTAI (CITRALAND),” *Metrik*, vol. 1, no. 1, pp. 29–39, 2014.
- [5] Amal and Ansar, “Analisis Pentanahan Transmisi Jalur Tello-Sungguminasa 150 kV,” Skripsi, Universitas Muhamamdiyah Makassar, Makassar, 2021.
- [6] A. Tri Wahyudi and S. Hani, “ANALISIS PERBAIKAN SISTEM PENTANAHAN PADA KAKI MENARA DI JARINGAN TRANSMISI 150KV GARDU INDUK PEDAN – KENTUNGAN,” 2018.
- [7] Faturahman Zulfikar, “ANALISIS PERFORMA PEMBUMIAN SEBAGAI PROTEKSI TERHADAP PANEL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI ITPLN,” Skripsi, Institut Teknologi PLN, Jakarta, 2021.
- [8] M. Ulil Abshar, J. Teknik Elektro, and P. Negeri Ujung Pandang, “Analisis Resistansi Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 kV Jalur Maros-Sungguminasa,” in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTEI)*, 2020, vol. 7 Oktober, pp. 53–59.
- [9] A. Jaya, A. Rizal Sultan, A. Salim, T. Elektro, P. Negeri, and U. Pandang, “Proteksi Transmisi 150 kV Maros - Sungguminasa Menggunakan Metode Pentanahan Langsung (Direct Grounding),” in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 2021, vol. 21 September 2021, pp. 44–50.
- [10] D. S. Ode and M. R. Ramly, “ANALISA PENURUNAN NILAI PENTANAHAN TOWER MENGGUNAKAN DIRECT GROUNDING,” Skripsi, Universitas Muhammadiyah, Makassar, 2021.
- [11] PT PLN (Persero). (2014). Buku Pedoman Pemeliharaan Transmisi Kepdir 0520-1.K.Dir.2014.1, 145.

Deteksi Bencana Longsor berbasis LoRa Technology dengan Real Time Data Logging

LoRa Technology-based Landslide Detection with Real Time Data Logging

Ahmad Hafidz Fajrian ^{1*}, Roprop Latiefatul Millah², Rangga Julfian Hakim ³, RizkyMahesa Ramadhan⁴, Lia Kamelia⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A.H. Nasution No. 105A, Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia
1207070007@student.uinsgd.ac.id^{1*}, 1192070062@student.uinsgd.ac.id²,
1207070099@student.uinsgd.ac.id³, 1207070112@student.uinsgd.ac.id⁴,
l.kamelia@uinsgd.ac.id⁵

Abstrak – Longsor di Indonesia menjadi bencana yang sering terjadi dikarenakan Indonesia memiliki 2 musim yaitu kemarau dan penghujan. Pada musim penghujan bencana-bencana yang sering terjadi di Indonesia salah satunya adalah longsor. Terbukti dengan adanya data yang telah dikeluarkan oleh BNPB pada akumulasi bencana di tahun 2021, terdapat 1.321 kali kejadian tanahlongsor yang ada di seluruh wilayah Indonesia. Dengan sering terjadinya bencana ini di Indonesia, dalam menekan angka kerugian terhadap bencana longsor yang terjadi di Indonesia, peneliti berupaya untuk mengatasi hal tersebut dengan membuat sistem pendeteksi dini terkait bencana longsor yang terjadi di Indonesia khususnya wilayah Bandung dan sekitarnya. Sistem ini dikombinasikan dengan menggunakan teknologi yang sedang berkembang pada zaman ini. Menggunakan LoRa untuk media komunikasi dalam hal pengiriman data dan dengan data yang real-time logging data sehingga dapat dipantau oleh siapa saja dalam melihat perkembangan dalam hal mitigasi nya serta memberikan proteksi ketika dianggap suatu wilayah diduga akan terjadi bencana longsor. Sistem ini terdiri dari 3 aspek kendali yaitu input, proses, dan output. Hasil yang didapatkan ialah sistem ini dapat mewujudkan sistem mitigasi dini untuk longsor dengan menggunakan data logging sehingga dapat memudahkan dalam melakukan deteksi dini bencana longsor dengan melakukan pengujian berbagai macam sensor yang digunakan.

Kata Kunci: Deteksi dini, Longsor, Data Logging, LoRa, IoT

Abstract - Landslides in Indonesia are frequent disasters because Indonesia has 2 seasons, namely dry and rainy seasons. During the rainy season, disasters that often occur in Indonesia are landslides. It is proven by the data that has been released by BNPB on the accumulation of disasters in 2021, there are 1,321 landslides in all parts of Indonesia. With the frequent occurrence of this disaster in Indonesia, in reducing the number of losses to landslides that occur in Indonesia, researchers are trying to overcome this by creating an early detection system related to landslides that occur in Indonesia, especially the Bandung area and its surroundings. This system is combined by using technology that is developing at this time. Use LoRa for communication media in terms of data transmission and with real-time data logging data so that it can be monitored by anyone to see developments in this regard and provide protection when an area is expected to occur a landslide disaster. This system consists of 3 control aspects, namely input, process, and output. The results obtained are that this system can realize an early assistance system for landslides using data logging so that it can facilitate early detection of landslides by testing various kinds of sensors used.

Keywords: Early Warning System, Landslide, Data Logging, LoRa, IoT

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Ketika memasuki bulan-bulan dengan intensitas curah hujan yang tinggi, terdapat beberapa kasus kebencanaan yang mengakibatkan masyarakat menjadi terdampak. Seiring



berjalannya waktu, prediksi terkait cuaca menjadi semakin tidak menentu dan bersifat fluktuatif, sehingga apabila ditinjau dari segi siklus hidrologi menunjukkan pengaruh musim yang terjadi secara periodic di Indonesia.

Siklus hidrologi mempengaruhi bagaimana pergerakan air laut menuju udara sehingga jatuh ke permukaan tanah yang berbentuk hujan, ataupun dalam bentuk presipitasi yang lainnya. Beberapa bencana alam yang sering terjadi pada musim penghujan diantaranya adalah banjir dan tanah longsor. Pada umumnya untuk bencana alam banjir, air yang mengalir yang berada pada Kawasan Daerah Aliran Sungai akan menjadi daerah dengan terdampak bencana yang lebih tinggi, dimana untuk DAS biasanya dibatasi oleh pegunungan-pegunungan dan air yang mengalir di wilayah tersebut akan ditampung oleh punggung pegunungan dan akan dialirkan menuju sungai kecil atau anak dari sungai utama.

Intensitas curah hujan yang tinggi pula menjadi pemicu adanya bencana longsor, hal ini dikarenakan pergerakan tanah juga dipengaruhi oleh kadar air tanah dalam suatu daratan tertentu. Dilansir dari *website* Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), telah selesai melakukan verifikasi dan validasi data bencana sepanjang tahun 2021 dari seluruh provinsi dan kabupaten/kota. Data yang dihimpun dari seluruh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) selama tahun 2021 telah terjadi terjadi 5.402 kejadian bencana, dan 99,5% dari kejadian sepanjang tahun 2021 merupakan bencana hidrometeorologi. Terjadinya bencana alam tanah longsor cukup tinggi intensitasnya di Indonesia. Di tahun 2021 terjadi tanah longsor sebanyak 1.321 kejadian. Hal ini menjadi perhatian khusus untuk diadakannya mitigasi bencana alam khususnya mitigasi bencana alam tanah longsor. Kelongsoran juga disebut sebagai suatu peristiwa erosi. Tingkat erosivitas suatu wilayah yang berbeda-beda menunjukkan bagaimana potensi suatu wilayah untuk mengalami kemungkinan erosi.

Erosi merupakan peristiwa berpindahnya tanah dari bagian bagian tertentu dari suatu tempat ke tempat lainnya yang disebabkan oleh media secara alami. Iklim tropis yang dimiliki oleh Indonesia menyebabkan ebagian besar peristiwa erosi disebabkan oleh air, dan untuk bagian wilayah lainnya yang beriklim kering maka erosi disebabkan oleh angin. Proses limpasan yang menyebabkan erosi melalui pelepasan permukaan tanah yaitu oleh air, angin, es serta disebabkan oleh faktor geologis yang lainnya seperti faktor gaya gravitasi, serta berbagai aktivitas manusia yang dapat menyebabkan terjadinya erosi yang mengindikasikan perusakan lingkungan. Tindakan mitigasi kebencanaan yang tepat untuk wilayah dengan potensi longsor akan mampu meminimalisir kerusakan yang terjadi akibat bencana.

Menurut UU 24 Tahun 2007, mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana alam merupakan suatu bentuk upaya dalam mengurangi resiko terjadinya bencana alam seperti banjir, tsunami, gempa bumi, tanah longsor, dan lain-lain. Sehingga dapat dikatakan mitigasi ini merupakan kegiatan yang direalisasikan saat sebelum terjadinya bencana sehingga menjadi tahap awal penanggulangan bencana dalam rangka mengurangi dampak dari bencana yang terjadi [1].

Mitigasi bencana yang didukung dengan optimalisasi teknologi salah satunya diwujudkan dalam penggunaan data logger dan internet of things. *Data Logger* adalah suatu alat elektronik yang berfungsi untuk *data record* atau mencatat data dengan waktu tertentu. *Data logging* merupakan proses perekaman data secara otomatis dari waktu ke waktu tertentu dengan bantuan sensor sebagai alat pengukur besaran yang kemudian data tersebut dapat dianalisis. *Internet of Things* (IoT) adalah berbagai objek yang dihubungkan dengan suatu jaringan dengan alamat IP, sehingga dapat saling bertukar informasi dan berkomunikasi. Objek-objek tersebut menghasilkan maupun menggunakan fitur dan saling bekerja sama dalam mencapai tujuan yang sama. Dengan kelebihan ini, IoT telah mengganti definisi internet untuk komputasi dimana saja, kapan saja dan bagaimana saja menjadi apa saja, siapa saja, dan layanan apa saja [2]. Salah satu pemanfaatan IoT yang sangat dibutuhkan saat ini adalah sebagai alat untuk mitigasi bencana alam seperti longsor dan likuifaksi. Saat terjadinya bencana, IoT tidak dapat digunakan untuk mencegahnya. Namun dalam hal kesiapsiagaan bencana, IoT akan sangat bermanfaat dalam arti lain untuk hal

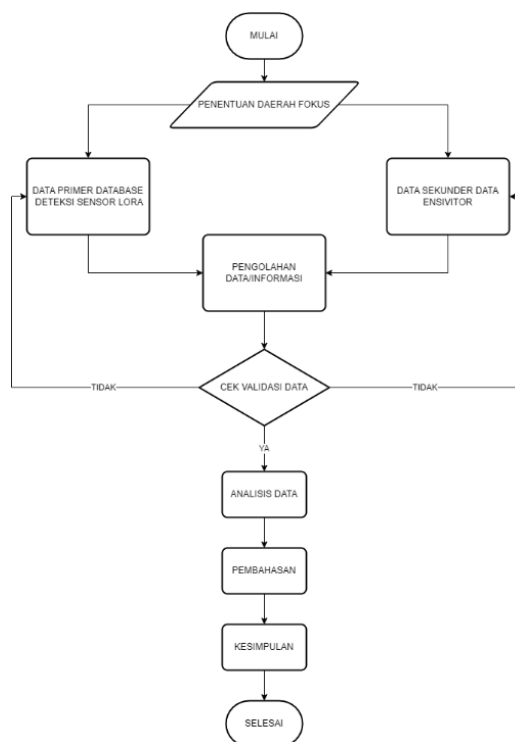
mitigasi, seperti analisis data, *monitoring* keadaan lingkungan berpotensi bencana alam, peringatan dini, dan lain sebagainya [3].

Data logging yang akurat melalui aksesibilitas *Internet of Things* juga mengalami beberapa kekurangan jika teknologi yang digunakan belum menunjang untuk kondisi khusus tertentu, misalnya untuk daerah dengan lalu lintas data yang rendah dikarenakan jaringan internet yang tidak memadai, maka teknologi LoRa dapat menjadi salah satu alternatif untuk komunikasi secara *wireless*. LoRa atau *Long Range Access* merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang sering digunakan *Wireless Sensor Network* (WSN).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana deteksi bencana longsor berbasis LoRa technology dengan *real time data logging* berbantu GIS yang menunjukkan skema tingkat erosi dengan melakukan studi berbasis sistem informasi geografis untuk melakukan pendeteksian secara akurat untuk potensi bencana longsor.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian Kuantitatif bersumber dari data primer berupa data di lapangan terkait uji coba teknologi LoRa untuk deteksi bencana longsor, serta data sekunder yang dijadikan sebagai data penunjang untuk validasi data yaitu data melalui *Google Earth Engine* dengan *Variabel Climate* dan *Hidrology* untuk variabel presipitasi dengan dataset yang didapatkan untuk siklus bulanan selama periode tertentu yang dijadikan data prediksi berdasarkan pendekatan empiris dengan pengambilan resolusi data spasial yang dihasilkan pada rate 4800 m.



Gambar 1. Kerangka berpikir penelitian.

Pengolahan data presipitasi dengan menggunakan metode interpolasi. Interpolasi adalah metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbentuk peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah. Metode interpolasi yang digunakan yaitu *Spatial Interpolation Inverse Distance Weighted (IDW)* pada Arcmap[4]. Metode ini dipakai karena tidak terdapat satu metode tunggal yang baik untuk semua waktu dan tempat.

Variasi data yang dihasilkan melalui spasial temporal curah hujan sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dari suatu wilayah. Data ini akan menjadi data penguat untuk memprediksi kemungkinan terjadinya longsor di suatu wilayah berdasarkan tingkat erositivitasnya. Teknik pengolahan data yaitu melalui aplikasi Arcmap dengan *scattering plot* variabel tingkat curah hujan dan erositivitas. Pemrograman ArcGIS digunakan untuk mempersiapkan representasi informasi peta [5], serta dijadikan data penguat untuk data mitigasi berbasis teknologi IoT dan LoRa.

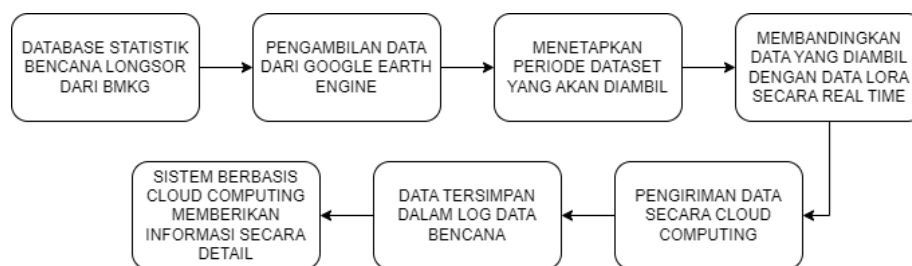
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Implementasi Teknologi untuk Mitigasi Bencana

Bencana alam yang terjadi selain menimbulkan kerusakan secara material juga memungkinkan menyebabkan korban jiwa. Kerusakan yang signifikan pada saat pasca bencana alam akan memiliki efek berantai terhadap aspek kehidupan masyarakat yang lainnya. Teknologi yang ada untuk memprediksi adanya kemungkinan terjadinya bencana alam yang diterapkan yaitu salah satunya menggunakan LoRa. Teknologi LoRa dipilih dikarenakan pada teknologi ini terintegrasi secara komprehensif untuk penggunaan sensor jaringan area, algoritma serta *wireless technology*. Daerah-daerah di Indonesia untuk wilayah pedalaman yang belum terjangkau akses jaringan yang memadai memiliki akses informasi yang terbatas, sehingga teknologi LoRa dapat diimplementasikan dengan mengembangkan perangkat pendeteksi bencana berbasis IoT untuk mengurangi dampak bencana alam yang akan terjadi di suatu wilayah tertentu, dengan tanpa ketergantungan terhadap jaringan komunikasi internet, akan tetapi tetap mampu mengidentifikasi prediksi bencana dengan cepat dan akurat atau secara *real time*.

3.2. Integrasi Teknologi IoT, LoRa dengan Data GIS untuk Pendeteksian Bencana Longsor

Analisis data secara historis untuk data kebencanaan didapatkan melalui penggunaan data sekunder melalui data spasial dengan proses pencitraan digital, dengan tujuan untuk membantu prediksi kebencanaan berdasarkan kecenderungan potensi bencana setiap periodenya melalui analisis pola-pola khusus yang dihasilkan. Implementasi teknologi IoT, LoRa dan optimalisasi data GIS mampu menciptakan sistem mitigasi bencana terpadu yang melibatkan proses data mining Teknik yang dapat menganalisis pola bencana untuk memprediksi dalam periode di masa mendatang yang diklasifikasikan sesuai sistem-sistem tertentu secara khusus. Berikut ini merupakan arsitektur data dalam penelitian.



Gambar 2. Arsitektur data pada alat

Arsitektur data dalam alat pendeteksi ini yaitu sebagai berikut:

1. Database kebencanaan longsor yang didapatkan dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) berupa data statistic akan diproses dan dikumpulkan.
2. Pengambilan data dari Google Earth Engine sesuai dengan Area of Interest (AOI) dalam focus monitoring dan mitigasi bencana
3. Penetapan dataset secara periodic untuk melihat kecenderungan data kebencanaan yang terbentuk.
4. Membandingkan data hasil deteksi dengan pengambilan data berdasarkan alat dengan penerapan IoT dan LoRa yang diperoleh melalui transmitter dan receiver data,

5. Data akan dikirim secara cloud computing.
6. Data akan disimpan berupa log data, dan data logger yang ditampilkan merupakan data yang telah tervalidasi sehingga Ketika user mendapatkan data terkait kebencanaan akurat.
7. Sistem berbasis cloud computing memberikan data secara detail dan ditampilkan melalui output data yang dapat diakses dengan mudah.

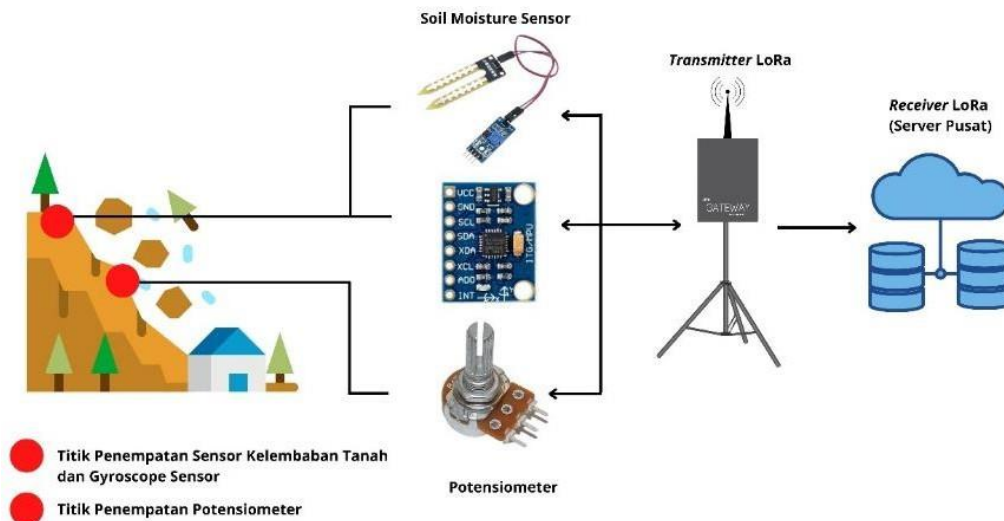
3.3. LoRa Technology untuk Menunjang Early Warning System

LoRa masih termasuk dari LoRaWAN adalah bagian dari teknologi LPWAN (*Low-Power Wide-Area Network*) pengiriman data yang menggunakan frekuensi radio sebagai media untuk pengiriman data. Sebagian besar *unlicensed frequency* (ISM) beroperasi pada frekuensi 169 MHz, 433 MHz, 868 Mhz, 915 MHz, 923 Mhz, dan 2.4 Ghz. Untuk regional Indonesia, diizinkan menggunakan frekuensi 923 MHz [6]. LoRa memiliki topologi jaringan *star of star*. Secara garis besar berikut komponen utama dari LoRa yaitu: a) LoRa *end devices* sebagai sensor/aktuator yang terhubung melalui antarmuka radio LoRa ke satu atau beberapa LoRa *Gateways*, b) LoRa *Gateways* sebagai penghubung *end devices* ke LoRa *NetServer* yang merupakan elemen pusat dari arsitektur jaringan LoRa dan c) LoRa *NetServer* yang berfungsi sebagai server jaringan yang melakukan kontrol semua jaringan (*radio resource management, admission control, security*, dan lain-lain). Penerapan teknologi LoRa dalam penelitian ini yaitu sebagai penerapan sistem Early Warning System dalam mitigasi bencana.

Early Warning System merupakan suatu sistem yang dibuat dengan rancangan konsep deteksi dini sehingga dapat mencari manfaat dan risiko dengan lebih cepat atau dalam kata lain sistem peringatan dini [7]. Sistem peringatan dini ini sangat penting peranannya terutama dalam hal mitigasi bencana alam. Dengan adanya sistem peringatan dini, kita dapat mengantisipasi dan siap siaga terhadap potensi terjadinya bencana alam dan mengurangi resiko dampak bencana alam tersebut.

3.4. Skema Sistem Alat Pendeteksi Longsor

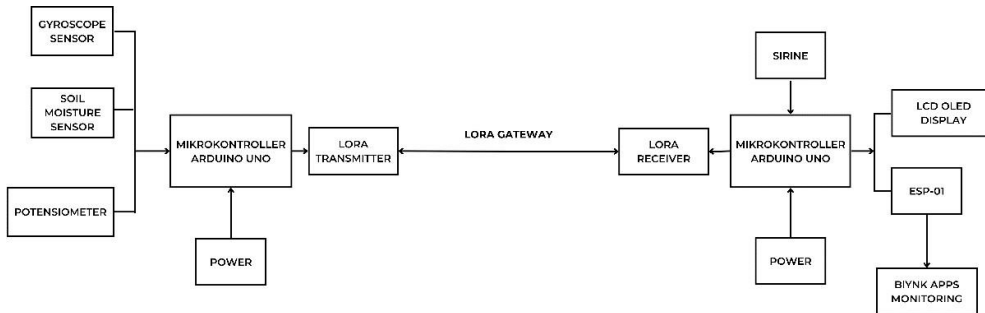
Berikut ini merupakan gambaran umum dari teknologi pendeteksi longsor berbasis LoRa, yang menggambarkan bagaimana ilustrasi penempatan LoRa pada area fokus deteksi bencana.



Gambar 3. Gambaran umum cara kerja alat.

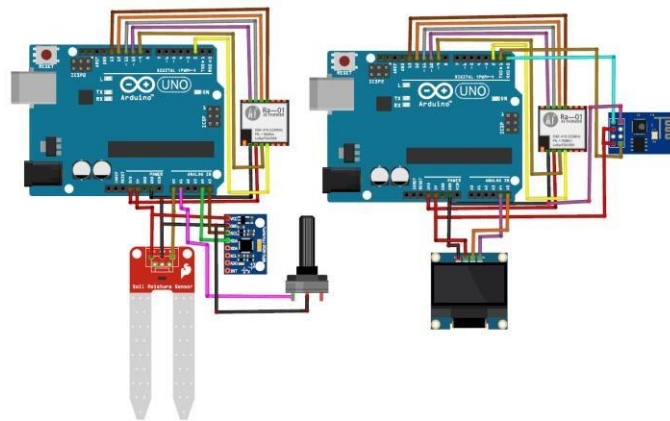
Penerapan teknologi LoRa dalam penelitian ini berfokus pada *Realtime data logging*, yang berarti prosesnya bertujuan untuk mencatat data dengan *respond* atau tanggapan secara langsung saat itu juga. *Data logger* ini dapat terintegrasi dengan sensor dan komponen lainnya. Dalam hal ini, *real time data logging* bertujuan untuk mencatat data sensitifitas pergeseran tanah, pergerakan

tanah, dan kelembaban tanah secara *real time* dari sensor MPU6050. Sehingga dapat mendeteksi adanya potensi terjadinya peristiwa tanah longsor. Berikut ini merupakan diagram blok dari alat pendeteksi longsor berbasis LoRa dengan diintegrasikan dengan database berupa data GIS.



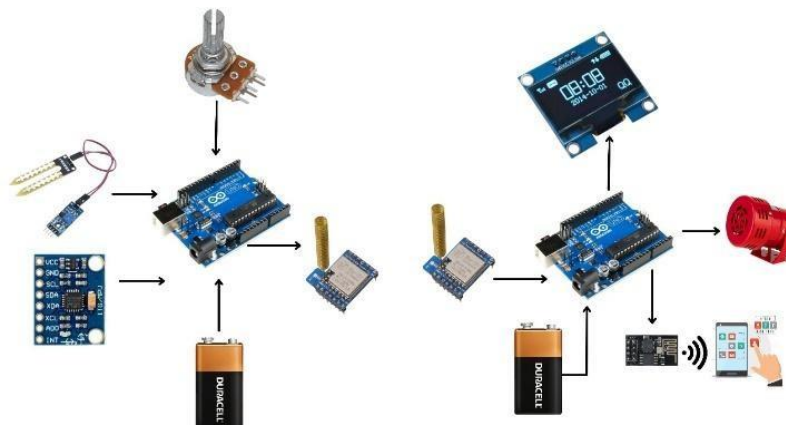
Gambar 4. Diagram blok sistem alat.

Desain skematik pembuatan alat dibuat dengan menggunakan software fritzing, dan wiring untuk rangkaian komponen alat yang digunakan untuk transmitter dan receiver data yaitu sebagai berikut:



Gambar 5. Rangkaian skematik alat untuk transmitter dan receiver data.

Alur dari proses transmisi data dan cara kerja pada setiap komponen dalam alat pendeteksi bencana yaitu pada transmitter data dan receiver data LoRa yaitu sebagai berikut:



Gambar 6. Alur transmisi data pada alat pendeteksi LoRa untuk part transmitter dan receiver data

3.5. Ujicoba Sistem

3.5.1. Pengambilan Data Melalui Pengujian Sensor dan LoRa

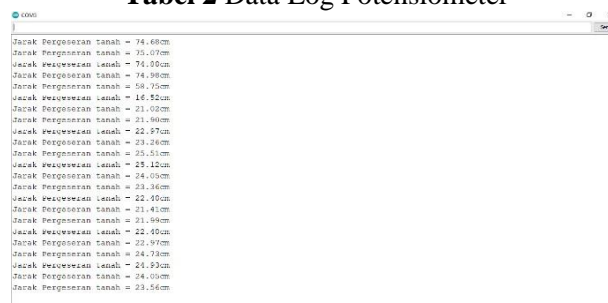
Pengambilan data melalui pengujian sensor melibatkan fungsi kerja setiap sensor yaitu Potensio Meter untuk mengukur pergeseran tanah dengan cara menanam tali pada tengah tengah tebing kemudian di hubungkan dan di lilitkan ke potensio melalui pulley. Prinsip kerjanya yaitu jika terjadi pergeseran maka tali akan menarik lilitan pada pulley yang terhubung dengan potensio meter, nilai yang di hasilkan potensio akan di konversi dengan jarak pergeseran tanah, fungsi pulley untuk menjadikan putaran yang pelan menjadi putaran yang cepat, hal ini berfungsi untuk menaikan keakuratan pada nilai potensio meter. Sensor gyro MPU6050 berfungsi untuk mengukur tingkat kemiringan yang terjadi pada tanah. Cara kerjanya jika tanah mengalami pergeseran dan terjadi beda kemiringan maka sensor akan mendeteksi adanya kemiringan. Sensor kelembapan tanah digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah dengan cara sensor di tancapkan ke tanah maka sensor akan mendeteksi tingkat kelembapan tanah, prinsip kerjanya semakin tanahnya basah maka sensor akan membaca semakin besar resiko tanahnya untuk longsor.

Bahasa Pemrograman yang di pakai adalah Bahasa C yang telah di sederhanakan dan Bahasa JAVA, Bahasa C digunakan untuk memprogram Arduino pada aplikasi Arduino ide sedangkan untuk Bahasa JAVA untuk membuat tampilan gambar 3D atau 2D secara *realtime* menggunakan aplikasi GUI processing, port com berfungsi untuk menghubungkan dari *hardware* Arduino ke aplikasi GUI processing. Berikut ini merupakan data hasil percobaan dan data yang terukur melalui potensiometer, dimana tempat pengambilan data yaitu di wilayah kota bandung.

Tabel 1 Data percobaan potensiometer.

NO	Jarak Pergeseran Tanah (cm)	100 - ((hasilPembacaan/1023.00)*100 = hasil pembacaan jarak pergeseran tanah (cm)
1	2 cm	2.00
2	5 cm	5.01
3	7 cm	7.21
4	10 cm	10.20
5	27 cm	27.06
6	49 cm	50.01
7	54 cm	54.00
8	73 cm	74.19
9	82 cm	82.21
10	93 cm	95.32

Tabel 2 Data Log Potensiometer

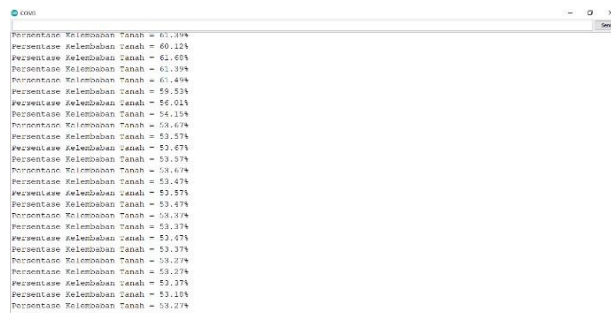


Pada percobaan potensiometer, nilai maksimum analog pada Arduino yaitu 1023, untuk mengkonversi nilai tersebut ke cm maka harus di perhitungkan terlebih dahulu jarak maksimum sensor mendeteksi pergerakan tanah, pada percobaan kali ini maksimum sensor mendeteksi jarak pergerakan tanah yaitu 100 cm atau 1 meter jadi untuk mengkonversi dari nilai analog ke cm yaitu dengan cara $100 - ((\text{hasil Pembacaan}/1023.00)*100)$ maka akan di dapatkan nilai sensor per sentimeter. Selanjutnya melakukan kalibrasi menggunakan pulley dengan menyesuaikan besaran ukuran pulley pelilit tali dan pulley potensiometer. Pada table di atas menunjukkan selisih nilai sensor dengan perhitungan manual sangat sedikit, maka dari itu tingkat keakuratan potensiometer sangat baik untuk di gunakan pada sensor pendeteksi longsor.

Tabel 3 Data percobaan sensor kelembapan tanah

NO	Jam	persentase kelembapan	Status Tanah
1	5:00	65.77%	Lembab
2	7:00	60.43%	lembab
3	9:00	49.76%	lembab
4	11:00	71.59%	Basah
5	12:00	76.78%	basah
6	13:00	87.96%	basah
7	15:00	70.13%	basah
8	16:00	50.44%	lembab
9	17:00	51.83%	lembab
10	20:00	58.79%	lembab

Tabel 4 Data log sensor kelembapan tanah



Pada Percobaan di atas di dapatkan bahwa jika persentase kurang dari 30% maka nilai kelembapan kering kemudian jika di atas 40% maka tanah dalam keadaan lembab dan jika di atas 70% maka tanah dalam keadaan basah, dikarenakan pada saat siang hari terjadi hujan maka sensor mendeteksi kelembapan tanah di atas 70% yang berarti tanah dalam keadaan basah. Sensor ini berfungsi untuk salah satu indicator terjadinya longsor dikarenakan salah satu terjadinya longsor yaitu pada tebing tidak adanya pepohonan dan tanah dalam keadaan basah maka dari itu rentan sekali terjadinya longsor karena tidak ada akar pepohonan yang mengikat tanah pada saat tanah dalam keadaan basah.

Tabel 5 Data Percobaan Sensor Gyro MPU6050

NO	aplikasi sudut kemiringan pada smartphone		sumbu x sensor	sumbu y sensor
	Sumbu x	Sumbu y		
1	10°	0°	11°	0°

NO	aplikasi sudut kemiringan pada smartphone		sumbu x sensor	sumbu y sensor
	Sumbu x	Sumbu y		
2	18°	0°	18°	1°
3	30°	3°	30°	4°
4	20°	1°	20°	1°
5	45°	0°	47°	2°
6	60°	5°	59°	5°
7	25°	2°	25°	2°
8	5°	0°	5°	0°
9	90°	10°	85°	11°
10	75°	8°	71°	5°

Pada percobaan di atas sensor akselerometer MPU6050 di bandingkan dengan sensor akselerometer pada smartphone, fungsi dari sensor ini yaitu mendeteksi pergerakan tanah baik dari pergeseran tanah kesamping maupun kedalam. Pada saat sensor mendeteksi pergerakan tanah yang tidak wajar maka sensor akan mendeteksi siaga longsor terus menerus akan tetapi jika pergerakannya hanya sebatas tertiuap angin atau pergerakan yang wajar maka sensor akan mengirimkan alarm siaga longsor yang berbunyi 2 kali selama 1 detik.

3.5.2. Pengambilan Data Tingkat Erosivitas

Area of Interest yang digunakan adalah untuk wilayah kota Bandung, yaitu dengan cakupan wilayah satu kota yang lebih luas. Berdasarkan data yang didapatkan dari website pemerintah daerah Provinsi Jawa Barat (Kota Bandung - Website Resmi Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat, n.d.)Kondisi geografis wilayah Kota Bandung berada antara 107°36’ BT dan 6°55’ LS dengan luas wilayah 167,45 km² Secara topografi Kota Bandung terletak pada ketinggian 791 meter di atas permukaan laut (dpl), titik tertinggi di daerah Utara dengan ketinggian 1.050 meter dan terendah di sebelah Selatan 675 meter di atas permukaan laut. Di wilayah Kota Bandung bagian selatan sampai lajur lintasan kereta api, permukaan tanah relatif datar sedangkan di wilayah kota bagian Utara berbukit-bukit yang menjadikan panorama indah.

Nilai presipitasi harian yang didapatkan pada awalnya menggunakan data per Kecamatan di wilayah kota Bandung dengan melakukan rata-rata untuk setiap bulan dari Januari hingga Desember, dengan menggunakan persamaan:

$$(rata - rata\ 1\ tahun\ x\ 24)/31 \tag{1}$$

Nilai presipitasi harian untuk satu wilayah kota melakukan rata-rata untuk setiap bulan dari Januari hingga Desember, dengan menggunakan persamaan dalam Microsoft Excel:

$$= AVERAGE (1\ Bulan\ dalam\ seluruh\ kecamatan)$$

Kemudian memasukkan persamaan:

$$(rata - rata\ 1\ bulan\ se - kota\ x\ 24)/31 \tag{2}$$

Untuk nilai erosivitas menggunakan persamaan:

Perhitungan EI30 ditentukan untuk tiap kesempatan hujan menggunakan kondisi yang dibuat oleh Bols [9].

$$EI30 = 6,119 \times (RAIN)^{1,21} \times (DAYS)^{-0,47} \times (MAXP)^{0,53} \tag{3}$$

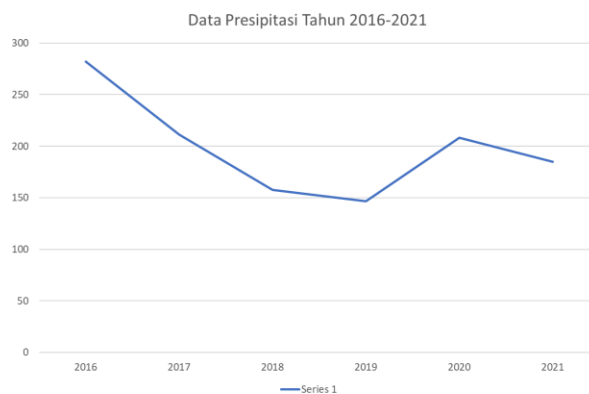
Keterangan:

EI30 = Indeks erosi hujan bulanan
 RAIN = Curah hujan rata-rata bulanan (cm)
 DAYS = Jumlah hari hujan rata-rata per bulan
 MAXP = Curah hujan maksimum dalam satu bulan (cm)

Tabel 6 Rata-rata presipitasi dan faktor erosivitas kota Bandung tahun 2016-2021.

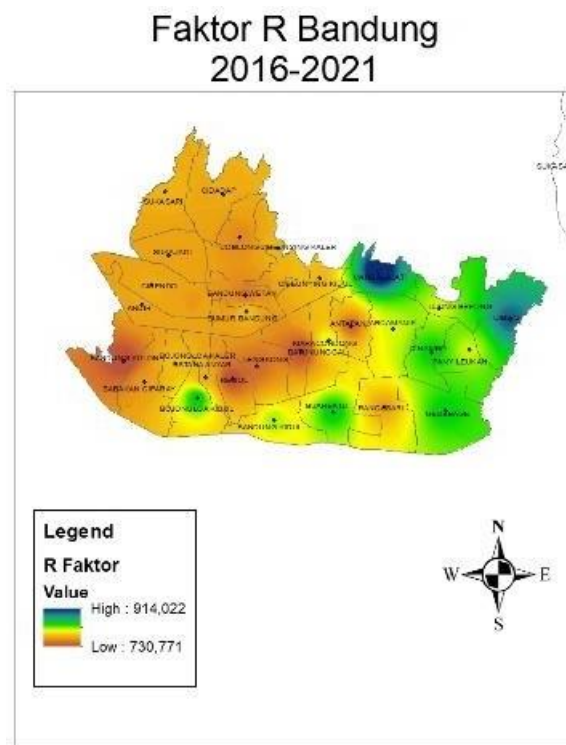
Tahun	Nilai Presipitasi (mm)	Faktor R
2016	281.9892	93.2862
2017	211.2464	69.0964
2018	157.6624	50.7949
2019	146.4868	46.9823
2020	208.0601	68.0075
2021	184.8638	60.0823

Curah hujan tertinggi berada pada bulan Oktober dengan nilai curah hujan 223,59 mm dan terendah pada bulan Juli sebesar 30,18 mm dengan rata-rata nilai presipitasi 184.8638 mm serta erosivitas sebesar 60.0823.



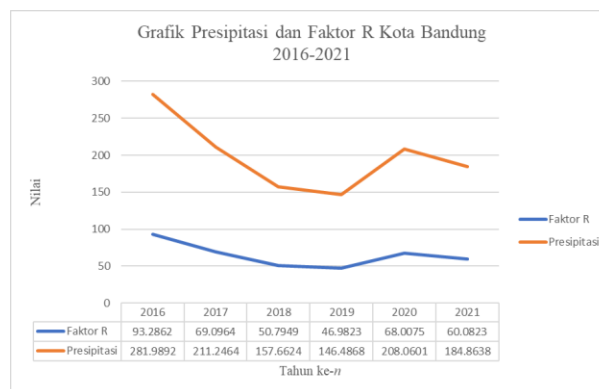
Gambar 7 Grafik Tingkat Presipitasi tahun 2016-2021

Grafik 7 menunjukkan tingkat presipitasi dengan rentang tahun 2016 hingga tahun 2021. Presipitasi paling tinggi terjadi pada tahun 2016 dengan curah hujan sebesar 281.9892 mm dan terendah pada 2019 dengan curah hujan sebesar 146.4868 mm. Intensitas curah hujan yang berbeda-beda untuk setiap wilayah kecamatan apabila ditinjau dari rata-rata curah hujan maka termasuk kedalam intensitas hujan lebat dan sangat lebat dengan interval ketentuan dalam 1 jam lebih dari 20 mm. Untuk intensitas hujan dengan keadaan yang lebih ringan hanya pada daerah tertentu saja yang mengalaminya.



Gambar 8 Pemetaan Faktor R tahun 2016-2021

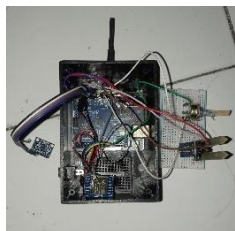
Tingkat erosivitas dipengaruhi oleh adanya aliran permukaan yang menjadi penyebab adanya erosi air[10]. Erosivitas hujan akan menyebabkan partikel-partikel tanah tersangkut ke wilayah dengan dataran yang lebih rendah. Erosi tanah dengan kapasitas yang berbeda-beda menunjukkan tingkat kemampuan erosivitas curah hujan[11].



Gambar 2 Grafik hubungan Nilai Presipitasi dengan Faktor Erosivitas tahun 2016-2021

Berdasarkan gambar 9 yaitu Grafik hubungan Nilai Presipitasi dengan Faktor Erosivitas tahun 2016-2021 menunjukkan bahwa besarnya curah hujan dengan nilai erosivitas akan saling berbanding lurus. Tingkat erosivitas yang digunakan dalam memvalidasi data untuk menunjang data potensi deteksi bencana dikarenakan adanya perbedaan penyebab dari longsor terjadi secara alamiah maupun dikarenakan faktor manusia. Akibat interaksi tersebut melibatkan faktor iklim, topografi, wilayah serta vegetasi. Analisis penggunaan sensor terutama untuk mendeteksi pola kemiringan tanah tepat dilakukan karena perlu diperhatikan aspek luas kemiringan lereng, luas

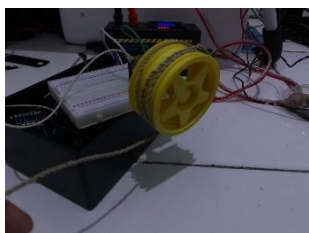
lahan kritis, luas tanah berkedalaman rendah sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi.



(a) Prototype LoRa Transmitter



(b) Prototype Lora Receiver



(c) Testing Potensiometer



(d) Testing Soil moisture sensor



(e) Testing Sensor Gyro MPU6050

Gambar 21 Dokumentasi Penelitian

Pada penggunaan alat deteksi bencana longsor ini terdapat beberapa *protocol* yang harus dilalui, yaitu mengimplementasikan IoT, infrastruktur, penemuan, data, komunikasi, semantik, *Framework multi-layer*, dan Keamanan. Setiap bencana memiliki *protocol* kerja yang berbeda beda namun secara sistem memiliki sistem analogus dengan skema secara umum. Implementasi alat berpotensi untuk mewujudkan sistem *early warning system* dengan data *logging* yang dapat memudahkan proses mitigasi kebencanaan, khususnya untuk bencana longsor.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Sistem mitigasi untuk mendeteksi bencana longsor berhasil dilakukan dengan menggunakan metode atau konsep yang diterapkan pada penelitian ini. Basis komunikasi LoRa dalam pengiriman data dengan menggunakan *real time data logging* bisa diterapkan dalam melakukan pendeteksian bencana longsor. Dengan menggunakan konsep teknologi yang disesuaikan dengan perkembangan zaman. Dari hasil penelitian ini telah dilakukan uji coba terhadap beberapa aspek primer yang menjadi persyaratan tercapainya sistem pendeteksi yang akurat dalam melakukan mitigasi. Untuk kedepannya sistem ini dapat dikombinasikan bisa ditambahkan dengan sensor lainnya sehingga data yang didapatkan bisa lebih akurat dan lebih banyak faktor pendukung untuk mendeteksi bencana khususnya longsor ini.

Referensi

- [1] Dennis F. Niode., "11646-23234-1-Sm," vol. 5, no. 2, 2016.
- [2] F. Adani and S. Salsabil, "Internet of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya," *Isu Teknologi Stt Mandala*, vol. 14, no. 2, pp. 92–99, 2019.
- [3] C. Ryan *et al.*, "Sistem Peringatan Dini Rawan Bencana Longsor Di Kota Ambon menggunakanIoT," vol. 02, pp. 220–227, 2020.
- [4] R. ALBETA, N. Kurniawati, and M. Irfan, "STUDI SEBARAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE INTERPOLASI INVERS DISTANCE WEIGHTING (IDW) DI SUMATERA SELATAN," Sep. 2021.

- [5] R. Harahap, I. Parinduri, S. Hutagalung, and K. Saleh, “Pembelajaran Sistem Informasi Geografis(SIG) Menggunakan ARCVIEW 3.3,” 2020.
- [6] “Kabupaten Bandung - Website Resmi Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat.” <https://jabarprov.go.id/index.php/pages/id/1044> (accessed Dec. 19, 2021).
- [7] L. D. Palupi, “UPAYA KONSERVASI TANAH BERDASARKAN PENETAPAN INDEKS BAHAYA EROSI (IBE) DI KELURAHAN KEJAJAR, KECAMATAN KEJAJAR, KABUPATEN WONOSOBO,” 2019.
- [8] M. E. Wahyudien, L. Vianita, D. O. Subagyo, and N. Nurjanah, “Analisis Dampak Penggunaan Lahan Terhadap Tingkat Erosi di Daerah Aliran Sungai Bodri,” *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX*, pp. 276–283, 2018.
- [9] W. Agustiningtiasih, M. Ruslan, D. Badaruddin, and J. Kehutanan, “KAJIAN TINGKAT BAHAYA EROSI DI DAS SATUI, KABUPATEN TANAH BUMBU,” *Jurnal Sylva Scientiae*, vol. 3, no. 4, pp. 771–782, Nov. 2020, doi: 10.20527/JSS.V3I4.2361.

Sistem Kalibrasi Sensor Flow pada HFNC-GLP-01

Flow Sensor Calibration System on HFNC-GLP-01

Fanny Zahrah Ramadhan Widodo^{1*}, Arief Eko Arianto², Eki Ahmad Zaki Hamidi³

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jln. AH Nasution 105 Bandung

²PT. Gerlink Utama Mandiri Bandung

Jl. Mekar Raya No.Kav. 19C, Mekar Mulya, Kec. Panyileukan, Kota Bandung, Jawa Barat 40614

fannyzahrahmadhan9@gmail.com^{1*}, ariefeko7@gmail.com², ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id³

Abstrak – Virus Covid sudah mengakibatkan wabah penyakit diseluruh dunia, yang menyebabkan gangguan saluran pernapasan oleh penderitanya sehingga dibutuhkan ventilator yang fungsinya sebagai pengganti ventilasi bagi pasien dengan gangguan pernapasan. Agar ventilator dapat berjalan dengan baik dibutuhkan kalibrasi yang memiliki tujuan untuk mendukung sistem mutu sebuah produk. Sistem kalibrasi dilakukan untuk membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Sensor flow disini berfungsi alat ukur yang dipakai untuk mengukur laju aliran atau Jumlah sebuah fluida yang bergerak mengalir dalam sebuah pipa tertutup atau drainase terbuka laksana channel atau sungai atau parit atau gorong-gorong. Tahapan kalibrasi dimulai dari tahap assembly, tahap kalibrasi hingga tahap Quality Control . Batas toleransi pada Quality Control ini adalah ± 5 , pada umumnya Quality Control pada HFNC hanya bisa memeriksa visual dalam menguji produk, pemeriksaan produk ini bisa berlangsung sebelum, selama, dan setelah proses produksi. Jika terjadi ketidaksesuaian nilai pada Quality Control maka proses akan dikembalikan lagi ketahap kalibrasi.

Kata Kunci: Sensor flow, HFNC, kalibrasi

Abstract – The Covid virus has caused disease outbreaks throughout the world, which causes respiratory tract disorders by sufferers so that a ventilator is needed whose function is to replace ventilation for patients with respiratory disorders. In order for the ventilator to work properly, calibration is needed which aims to support the quality system of a product. The calibration system is carried out to establish a relationship between the value indicated by the measuring instrument or measurement system, or the value represented by the measuring material, with known values related to the quantity measured under certain conditions. The flow sensor here functions as a measuring instrument used to measure the flow rate or the amount of a moving fluid flowing in a closed pipe or open drainage such as a channel or river or ditch or culvert. The calibration stage starts from the assembly stage, the calibration stage to the Quality Control stage. The tolerance limit for this Quality Control is ± 5 , generally Quality Control at HFNC can only visually check the product, this product inspection can take place before, during, and after the production process. If there is a discrepancy in the value in Quality Control, the process will be returned again to the calibration stage.

Keywords: flow sensor, HFNC, calibration

1. Pendahuluan

Sistem kontrol telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Pada era ini virus Covid sudah menyerang Indonesia sejak tahun 2020, virus Covid merupakan virus yang menyebabkan gangguan saluran pernapasan, mulai dari flu biasa hingga flu berat seperti penyakit mers dan gangguan sistem pernapasan lainnya. Virus ini dapat tetap bertahan hingga tiga hari didalam plastik dan 20 menit dalam udara bebas. Maka dari itu

dibutuhkan alat ventilator yang didalamnya terdiri dari sensor *oxy* dan *flow* yang berfungsi untuk meminimalisir Covid [1].

Ventilator memegang peranan penting bagi dunia medis, yang fungsinya itu sebagai pengganti ventilasi bagi pasien dengan gangguan fungsi *respiratorik*. Ventilator merupakan alat bantu pernafasan bertekanan negatif atau positif yang menghasilkan udara terkontrol pada jalan nafas sehingga pasien mampu mempertahankan ventilasi dan pemberian oksigen dalam jangka waktu lama. Dimana tujuan dari pemasangan ventilator tersebut adalah mempertahankan ventilasi *alveolar* secara optimal untuk memenuhi kebutuhan *metabolik* pasien, memperbaiki *hipoksemia*, dan memaksimalkan transport oksigen [2].

Agar ventilator dapat berjalan dengan baik dibutuhkan kalibrasi yang memiliki tujuan untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan di berbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki dan dapat diketahui seberapa jauh perbedaan antara harga benar dengan harga yang ditunjukkan oleh alat ukur. Kalibrasi merupakan serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu [3].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dalam penelitian ini, dengan teknik yang digunakan berupa teknik penelitian lapangan untuk melakukan system kalibrasi sensor flow pada alat HNFC-GLP-01. Adapun pengujian dilakukan berdasarkan notifikasi berupa alarm dan LED jika alat sudah terkalibrasi dengan baik.

2.1. Skema Sistem Kalibrasi

Dalam melakukan system kalibrasi beberapa hal yang dilakukan antara lain:

2.1.1. Assembly HNFC-01

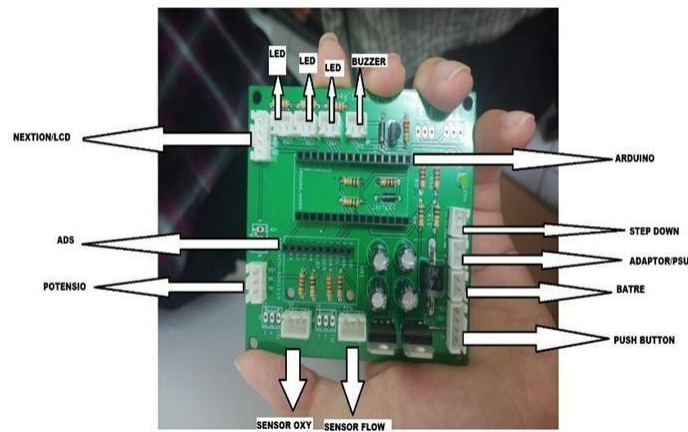
Proses *assembly* HNFC-01 yaitu dengan merancang *system assembly* yang terdiri dari Arduino, Kapasitor, IC, dan *header female*, yang kemudian dihubungkan antara *stepdown* dengan *header female* yang terhubung dengan arduino, fungsi dari *step down* tersebut adalah menurunkan tegangan dari 12 Volt ke 9 volt. Selanjutnya pasang LED yang terdiri dari 3 bagian yaitu LED berfungsi sebagai indikator *power*, *overflow* dan oksigen. Dilanjutkan dengan memasang potensio yang bertujuan untuk *set alarm*, pengaturan *set alarm*. Kemudian dipasang LCD *nextion* yang berfungsi sebagai layar utama pada alat HFNC. Terakhir adalah memasangk baterai 12 Volt dan adaptor sebagai penyimpan daya dari alat HFNC-01.



Gambar 1. Assembly HNFC-01 yang sudah terhubung dengan adaptor dan baterai

2.1.2. Wiring PCB

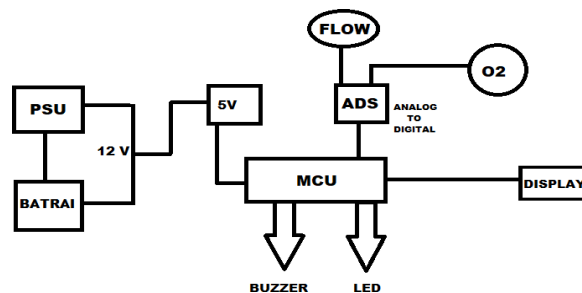
Proses wiring pada pcb dilakukan untuk mengkoneksikan pcb dengan komponen output lainnya seperti buzzer, lcd, led, sensor flow dan sensor oxy, berikut komponen yang ada dalam wiring pcb seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Wiring pcb

2.1.3. Assembly pada Casing HFNC

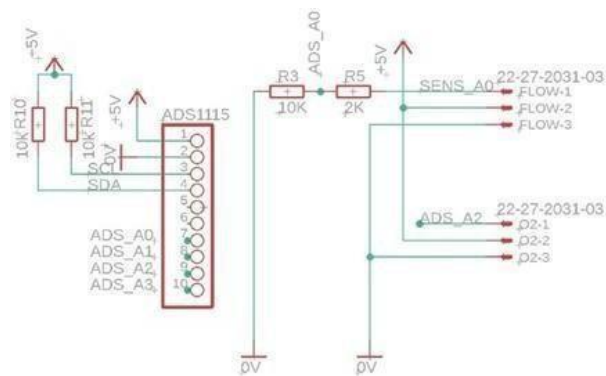
Proses *assembly* pada *cassing* HFNC adalah pada saat input tegangan dari power supply dan baterai menghasilkan tegangan 12 Volt maka tegangan tersebut akan masuk ke dalam input daya dan langsung distabilkan oleh IC7805 sehingga yang awalnya menghasilkan 12v berubah menjadi 5v. Tegangan yang telah distabilkan tersebut dialirkan kedalam arduino dan dari arduino tegangan tersebut akan dibagikan langsung kedalam buzzer, led, display dan ADS1115. Berikut skema *assembly* pada *casing* HFNC pada gambar 3.



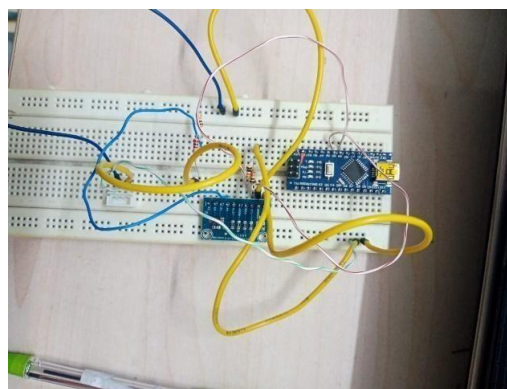
Gambar 3. Skema assembly pada casing HFNC

2.1.4. Simulasi Wiring Rangkaian Sensor Flow

Simulasi wiring rangkaian sensor flow yaitu dengan merangkai sensor *flow* dengan sederhana yang merupakan sebuah rangkaian sensor *flow* yang telah dirangkai sesuai. Cara kerja rangkaian ini adalah ketika sebuah sensor membaca *flow* dengan hasil pembacaanya maka data sensor akan langsung masuk kedalam rangkaian pembagi tegangan yang fungsinya agar nilai sensor sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Data yang telah di proses akan masuk kedalam modul ADS 1115 untuk dikonversi dari sinyal analog ke digital, setelah itu sinyal yang telah dikonversi akan masuk ke arduino dan arduino akan langsung mengeksekusinya. Berikut skema rangkaian sensor flow dan wiring rangkaian sensor flow seperti pada gambar 4 dan 5 dibawah ini.



Gambar 4. Skema rangkaian sensor flow



Gambar 5. Wiring rangkaian sensor flow

3. Hasil dan Pembahasan

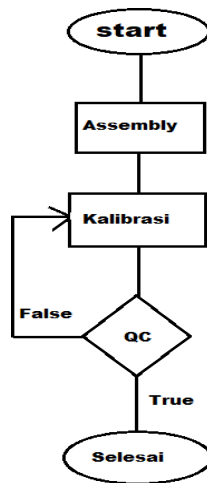
Sistem kalibrasi ini dilakukan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu terurus (*traceable*) ke standar nasional untuk satuan ukuran atau internasional.

3.1. Proses Sistem Kalibrasi Sensor Flow

Dalam proses sistem kalibrasi dilakukan sistem proses kalibrasi HFNC berawal dari proses assembly yang berisikan tahap rancangan PCB, wiring PCB hingga ketahap assembly casing HFNC. Adapun langkah kalibrasi sebagai berikut:

- Tahap pertama Pasang semua alat dan bahan yang dibutuhkan
- Tahap kedua pasang tabung oksigen menggunakan oksigen regulator, kemudian atur oksigen regulator tersebut pada 3bar.
- Tahap ketiga buka aplikasi arduino untuk memulai kalibrasi Sensor flow dengan program yang telah ditentukan atau dibuat.
- Tahap keempat buka Microsoft excel seperti yang berfungsi sebagai pendataan nilai kalibrasi ADC flow yang muncul pada serial monitor. Untuk mencari nilai ADC membutuhkan flow meter dari angka 5 - 70. Optimasi dilakukan terus hingga nilainya mendekati angka LPM yang sudah ditetapkan dengan batas toleransi ± 3 . Setelah program berhasil di run maka akan muncul diagram yang menunjukkan nilai ADC berbanding lurus dengan nilai flow meter.
- Tahap Kelima jika proses kalibrasi telah berhasil maka tahap selanjutnya adalah *Quality Control*.

Secara garis besar dapat digambarkan dalam flowchart seperti yang terlihat pada gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Flowchart kalibrasi

3.2. Quality Control (QC)

Quality Control biasa disingkat dengan QC yang berarti pengendali mutu. Dalam hal ini QC sangat diperlukan dalam sektor industri, mulai dari manufaktur sampai dengan kegiatan produksi dan sampai hasil produksinya. *Quality Control* adalah proses yang bisa menjadikan entitas pada penilaian kualitas dari berbagai faktor yang telah terlibat dalam kegiatan produksi. Pengendalian mutu atau QC juga bisa menjadi pengendalian kualitas yang bisa melibatkan pada pengembangan sistem untuk memastikan produk dan jasa ini bisa dirancang dan diproduksi untuk memenuhi syarat dari produsen atau pelanggan itu sendiri[7].

Quality Control dilakukan untuk mencari entitas pada penilaian kualitas dari berbagai faktor yang telah terlibat dalam kegiatan produksi. Pengendalian mutu atau QC juga bisa menjadi pengendalian kualitas yang bisa melibatkan pada pengembangan sistem untuk memastikan produk dan jasa ini bisa dirancang dan diproduksi untuk memenuhi syarat dari produsen atau pelanggan itu sendiri.

Beberapa hal yang dilakukan dalam melakukan QC pada HFNC sebagai berikut:

1. Uji Visual dengan mengecek dan memastikan kondisi HFNC seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan HFN

Keterangan Gambar 7

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Pengatur fraksi O ₂ . | 11. Lampu indikator <i>power</i> . |
| 2. Tombol <i>power</i> . | 12. <i>Inlet</i> respiratori. |
| 3. Selektor FiO ₂ . | 13. Monitor aliran oksigen. |
| 4. <i>Inlet</i> udara/kompresor. | 14. Gambar logo. |
| 5. Pengatur <i>alarm</i> O ₂ . | 15. Indikator baterai. |
| 6. <i>Inlet</i> O ₂ . | 16. Monitor FiO ₂ . |
| 7. Pengatur aliran O ₂ . | 17. Monitor alarm O ₂ . |
| 8. Pengatur regulator O ₂ . | 18. <i>Outlet</i> respiratori. |
| 9. Lampu indikator O ₂ . | 19. Pengatur regulator udara. |
| 10. Lampu indikator <i>over flow</i> . | 20. Slot kabel <i>power</i> . |

2. Menguji Pengukuran Listrik yaitu memastikan alat dapat menyala dan indikator baterai pada LCD terisi penuh.
3. Menguji Kalibrasi Pengukuran *Flow* Meter.
4. Menguji Kalibrasi Pengukuran FiO₂.
5. Mengecek Kelengkapan Komponen

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan fokus pembahasan pada “Sistem Pengujian Kalibrasi Sensor Fungsi dari kalibrasi sensor flow pada alat HFNC-GLP-01 ini adalah memastikan agar hasil pengukuran atau pemeriksaan yang dilakukan oleh alat tersebut akurat dan konsisten dengan instrumen lainnya, proses kalibrasi HFNC berawal dari proses assembly yang berisikan tahap rancangan PCB, wiring PCB hingga ketahap assembly casing HFNC. Jika semua tahapan tersebut berhasil maka akan lanjut keproses selanjutnya yaitu kalibrasi dan apabila proses tersebut berhasil maka akan lanjut ke proses *Quality Control*.

Pada percobaan kali ini proses kalibrasinya telah berhasil karena mendapatkan nilai lpm yang sesuai dengan standar yang berlaku maka tahap selanjutnya adalah *Quality Control* yang berarti pengendali mutu. Proses ini merupakan tempat terakhir pengujian alat, pada proses *Quality Control* sudah berhasil karena lpm yang telah di uji pada sensor flow memiliki nilai mendekati angka ketepatan sehingga dapat dikatakan proses *Quality Control* telah berhasil.

Referensi

- [1] Anonim, “Mengenal Ventilator Dan Kegunaannya Untuk Pasien Covid-19,” *CNN INDONESIA*, 2020. <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20200327113211-255-487437/mengenal-ventilator-dan-kegunaannya-untuk-pasien-covid-19> (accessed Apr.25, 2022).
- [2] dr. Michael Kevin Robby Setyana, “Mengenal Ventilator, Manfaat, dan Kekurangannya-Alodokter,” *31 Juli 2019*, 2019. <https://www.alodokter.com/mengenal-ventilator-manfaat-dan-kekurangannya> (accessed Jun. 20, 2022).
- [3] Madi, “Kalibrasi – Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu,” *7 October 2019*, *09.41*. <https://lppt.ugm.ac.id/category/kalibrasi/> (accessed Jun. 20, 2022).
- [4] J. T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Tarakan, *Perancangan Buck Converter Sebagai Charger Battery Controller Berbasis PWM*. 2022.
- [5] Y. N. Firdaus, S. Syaifudin, and M. P. A. T. Putra, “Alat Ukur Konsentrasi Dan Flow Oksigen Pada Ventilator,” *J. Teknokes*, vol. 12, no. 1, pp. 27–32, 2019.
- [6] Atasan, “Buku Manual High Flow Nasal Canual(1).pdf.” p. 12, 2020
- [7] A. Nurkholiq, O. Saryono, and I. Setiawan, “Analisis pengendalian kualitas (quality control) dalam meningkatkan kualitas produk,” *J. Ekonomi Ilmu Manaj.*, vol. 6, no. 2, pp. 393–399, 2019.

Simulasi Pengaruh *Duty Cycle*, Kapasitor, Induktor Pada Rangkaian *Buck Converter* Sistem Kendali Turbin Angin Di PT. Lentera Bumi Nusantara

Simulation of the Effect of Duty Cycle, Capacitors, Inductors in the Buck Converter Circuit of Wind Turbine Control System at PT. Lentera Bumi Nusantara

Gita Destalia^{1*}, Eki Ahmad Zaki Hamidi²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. AH. Nasution 105 Bandung
destaliagita12@gmail.com^{1*}, ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id²

Abstrak – Upaya pengadaan dan pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala mikro yaitu TSD-500 Watt telah dilakukan oleh PT. Lentera Bumi Nusantara. Tegangan yang dihasilkan oleh generator di PT. Lentera Bumi Nusantara yakni tegangan AC 3 fasa. Untuk dapat menyimpannya kedalam baterai, maka rangkaian yang dibutuhkan adalah rangkaian kontroler untuk mengubahnya menjadi tegangan DC agar dapat disimpan kedalam baterai. Sedangkan untuk merubah besar tegangan DC tersebut dapat menggunakan rangkaian converter salah satunya adalah buck converter. Buck converter merupakan salah satu rangkaian kontroler yang terdapat di turbin angin TSD 500 watt untuk menurunkan tegangan DC sebelum tegangan masuk kedalam penyimpanan baterai. Prinsip kerja dari buck converter ini tidak terlepas dari adanya fungsi dioda yang digunakan. Dalam rangkaian buck converter, dioda mengalami dua keadaan yaitu forward bias dan reserve bias yang disebabkan karena adanya saklar atau MOSFET dalam keadaan ON/OFF. Keadaan saklar tersebut terjadi karena adanya pengaruh dari nilai duty cycle yang diberikan, sedangkan pengaruh dari saklar akan berdampak pada keadaan dioda yang nantinya akan berpengaruh pada prinsip kerja dari kapasitor dan induktor. Kapasitor berpengaruh dalam penguatan tegangan sehingga semakin besar nilai dari kapasitornya maka semakin besar pula tegangan keluarannya. Berbeda dengan kapasitor, induktor sendiri berpengaruh dalam penguatan arus yang mana semakin besar nilai induktansi yang diberikan, maka tegangan keluaran akan semakin kecil. PT. Lentera Bumi Nusantara sendiri memiliki kapasitas penyimpanan baterai sebesar 24 volt. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa untuk menurunkan tegangan dari 48 volt ke 24 volt dibutuhkan nilai duty cycle sebesar 0.5, nilai kapasitor sebesar 0.00025 F dan nilai induktor sebesar 0.00075 H.

Kata Kunci: buck converter, dioda, duty cycle, induktor, kapasitor.

Abstract – Efforts to procure and develop a micro-scale Bayu Power Plant (PLTB) namely TSD-500 Watt, has been carried out by PT. Lentera Bumi Nusantara. The voltage produced by the generator at PT. Lentera Bumi Nusantara is AC 3 Phase voltage. To be able to store it into the battery, the required circuit is a controller circuit to convert it into a DC voltage so that it can be stored into the battery. Meanwhile, to change the size of the DC voltage, you can use a converter circuit, one of which is buck converter. Buck converter is one of the controllers contained in the 500 Watt TSD wind turbine to reduce the DC voltage before the voltage enters the battery storage. The working principle of this buck converter is inseparable from the diode function used. In the buck converter circuit, the diode experiences two circumstances, namely forward bias and reserve bias caused by the switch or mosfet in the on/off state. The situation of the switch occurs because of the influence of the duty cycle value given, while the influence of the switch will have an impact on the diode state which will later affect the working principle of the capacitor and inductor. Capacitors affect the voltage strengthening so that the greater the value of the capacitor, the greater the output voltage. Unlike the capacitors, the inductor itself affects the current strengthening where the greater the inductance value given, the smaller the output voltage. PT. Lentera Bumi Nusantara itself has a battery storage capacity of 24 volts. The results of the simulation show that to reduce the voltage from 48 volts to



24 volts requires a duty cycle value by 0.5, the capacitor value is 0.00025 F and the inductor value of 0.00075 H.

Keywords: buck converter, diode, duty cycle, inductor, capacitor

1. Pendahuluan

Keberlangsungan kehidupan manusia pada saat ini sangat tergantung pada ketersediaan energi, dalam hal ini adalah energi listrik. Energi listrik memiliki peranan yang sangat penting demi kebutuhan setiap orang, terutama dalam pembangunan ekonomi dan teknologi suatu negara. Di Indonesia sendiri konsumsi terhadap energi listrik sangatlah tinggi. Namun pemerataan terhadap energi listrik belum merata sepenuhnya termasuk ke pelosok-pelosok daerah yang ada di Indonesia. Sebagai penerus bangsa, sudah seharusnya kita membantu pemerintah dalam mengembangkan pembangkit listrik guna mencukupi konsumsi energi listrik yang semakin meningkat ini. Salah satunya dengan melakukan riset atau penelitian di bidang energi terbarukan atau *renewable energy*.

PT. Lentera Bumi Nusantara sendiri merupakan sebuah pusat penelitian pembangkit listrik tenaga angin skala kecil yang menggunakan TSD 500 Watt. Sistem penyimpanan yang berupa baterai ini bekerja pada tegangan DC. Terdapat perbedaan antara bentuk tegangan keluaran generator (AC tiga fasa) dengan tegangan kerja baterai (DC). Karenanya pada sistem pembangkit listrik tenaga angin skala kecil ini, diperlukan sebuah kontroler yang berfungsi sebagai pengatur proses penyimpanan energi listrik keluaran turbin. Didalam kontroler sendiri terdapat beberapa rangkaian yang digunakan salah satunya adalah *Buck Converter*. *Buck Converter* sendiri merupakan rangkaian kontroler untuk menurunkan tegang DC-DC sebelum tegangan disimpan didalam baterai [1].

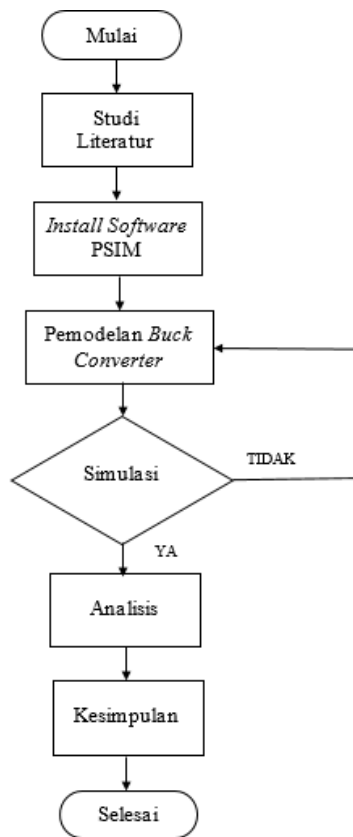
Penelitian mengenai rangkaian buck converter ini sudah pernah dilakukan, diantaranya penelitian oleh Aulia Dwiyanti [2] mengenai simulasi *buck converter* pada rangkaian *controller* turbin angin *the sky dancer 500*. Pada penelitian ini, simulasi menggunakan rangkaian *close loop* dan memanfaatkan cara kerja dari *close loop*. Jika tegangan yang sudah keluar dari *buck converter* namun belum sesuai dengan konfigurasi baterai, maka tegangan akan dimasukan terlebih dahulu kedalam *close loop* agar sesuai dengan konfigurasi baterai. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Irfan Alwanahda [3] mengenai pemodelan *full* sistem kendali menggunakan aplikasi PSIM pada turbin angin skala mikro *the sky dancer 500* di PT Lentera Bumi Nusantara. Pada penelitiannya, simulasi menggunakan *software* PSIM dengan pemodelan *full* yang terbagi menjadi tiga pemodelan yakni pemodelan bilah, generator dan controller. Pemodelan ini sesuai dengantahapan dari energi angin sampai menjadi energi listrik yang dapat di simpan dalam baterai penyimpanan.

Simulasi pengaruh *duty cycle*, kapasitor dan induktor pada *buck converter* ini menggunakan *software* PSIM. Aplikasi PSIM digunakan untuk melakukan pemodelan sederhana. Sehingga nantinya potensi pembangunan turbin angin ini bisa di implementasikan tak jauh dari analisa pada pemodelan yang dilakukan. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja dari *buck converter* sesuai dengan pengaruh *duty cycle*, kapasitor dan induktor. Selain itu, simulasi ini pun dimaksudkan untuk membantu upaya pengadaan energi listrik di daerah tertinggal yang sudah dilakukan oleh PT. Lentera Bumi Nusantara dan sebagai generasi Indonesia, ini merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan Indonesia mampu swasembada teknologi [4].

2. Metode Penelitian

Simulasi rangkaian *buck converter* ini menggunakan aplikasi PSIM. Menurut H.A Lastya PSIM atau *Power Simulation* merupakan salah satu *software* yang berguna untuk mensimulasikan berbagai karakteristik elektronika dan sistem tenaga listrik yang berjalan pada Sistem Operasi MS Windows XP dan selanjutnya[5].

Rangkaian *buck converter* ini merupakan salah satu rangkaian yang terdapat didalam sistem kendali turbin angin di PT. Lentera Bumi Nusantara yang terletak di Desa Ciheras, Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya. Adapun untuk *flowchart* pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart penelitian

Buck converter merupakan rangkaian yang berfungsi menurunkan tegangan DC ke DC setelah tegangan melewati rangkaian filter dan sebelum tegangan DC tersebut disimpan ke dalam baterai. Untuk tegangan DC yang dapat disimpan di baterai PT. Lentera Bumi Nusantara ini adalah sebesar 24 V. Dari rangkaian *buck converter* ini, terdapat beberapa parameter yang dapat divariasikan agar dapat menghasilkan tegangan DC yang sesuai yaitu 24 volt antara lain memvariasikan nilai *duty cycle*, kapasitor dan induktor.

Untuk menurunkan tegangan DC menjadi 24 volt sesuai dengan kapasitas baterai di PT. Lentera Bumi Nusantara ini, kita dapat menghitung nilai *duty cycle*, induktor dan kapasitor agar tegangan keluaran DC menurun ke tegangan 24 volt. Langkah pertama adalah menentukan nilai parameter yang dapat kita tentukan terlebih dahulu. Parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut:

- Tegangan input (V_{in}) = 48 volt
- Tegangan output (V_{out}) = 24 volt
- Frequency switching ($F_{switching}$) = 20 kHz
- Daya converter (P_{out}) = 250 watt
- Peak to peak current of inductor (ΔI_L) = 0.8 volt
- Peak to peak output ripple voltage (ΔV_c) = 20 mV

Selanjutnya kita akan mencari nilai dari *duty cycle*, kapasitor dan induktor agar tegangan keluaran DC menjadi 24 volt.

1. Menentukan Arus dan Hambatan
 - Arus

$$P = V_{out} \times I$$

$$250 = 24 \times I$$

$$I = 10.41 \text{ A}$$

- Hambatan

$$V_{out} = R \times I$$

$$24 = R \times 10.41$$

$$R = 2.30 \text{ ohm}$$

2. Menentukan *Duty Cycle*

$$Duty \ Cycle = \frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{24}{48} = 0.50 = 50\%$$

3. Menentukan *LC Filter*

- Filter Induktor

$$L = \frac{V_{out}(V_{in} - V_{out})}{\Delta I \times f_{switching} \times V_{in}}$$

$$L = \frac{24(48 - 24)}{0.8 \times 20.000 \times 48}$$

$$L = \frac{576}{768000} = 0.00075H = 750\mu H$$

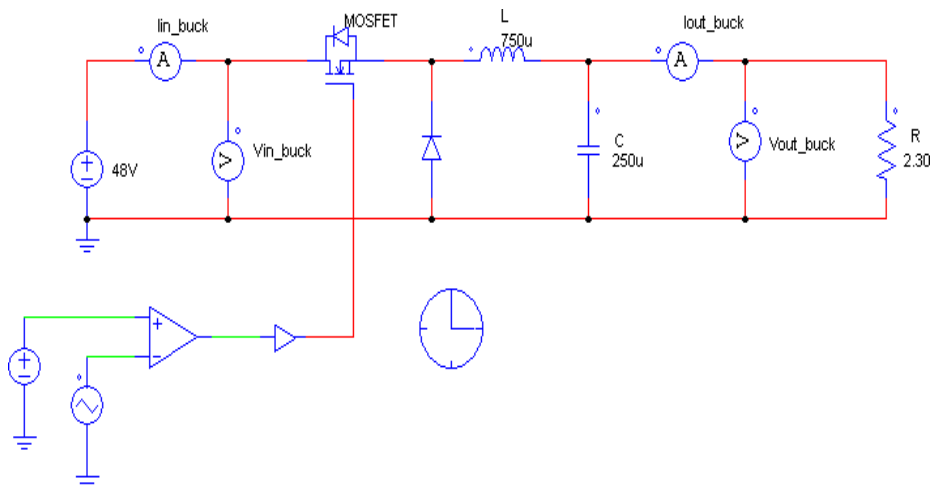
- Filter Kapasitor

$$\Delta V_c = \frac{\Delta I}{8 \times f_{switching} \times C}$$

$$C = \frac{0.8}{8 \times 20.000 \times 0.02}$$

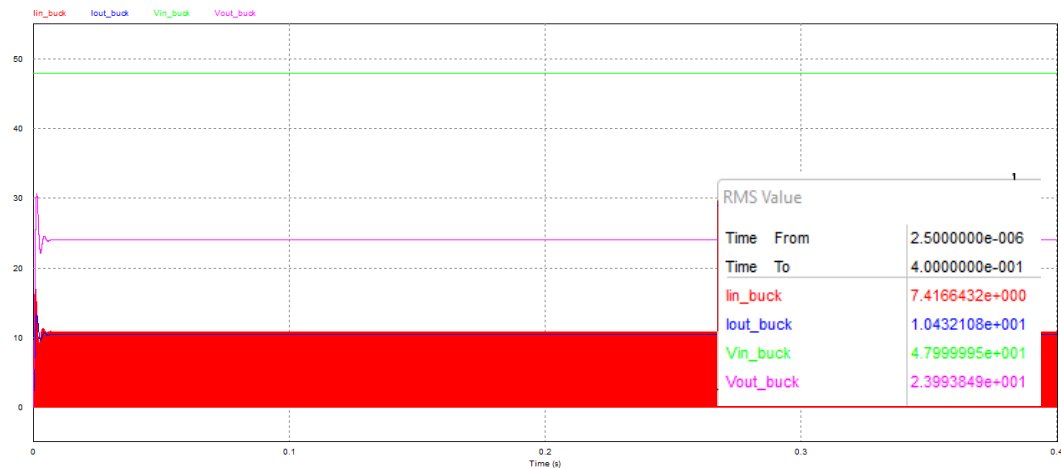
$$C = \frac{0.8}{3.200} = 0.00025F = 250\mu F$$

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, maka untuk rangkaian *buck converter* yang dapat menghasilkan tegangan 24 volt adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Rangkaian *Buck Converter*

Pada Gambar 2 diatas merupakan rangkaian *buck converter* yang telah disesuaikan dengan nilai masukkan pada perhitungan sebelumnya. Selain menggunakan resistor, kapasitor, dan induktor, pada rangkaian *buck converter* ini pun menggunakan komponen elektronika lainnya. Komponen yang digunakan antara lain *DC voltage source* atau sumber tegangan DC, *triangular wave voltage source*, dimana kedua sumber tegangan ini dihubungkan dengan komparator. Selanjutnya komparator dihubungkan dengan *ON OFF controller* atau kendali dua nilai yang terhubung dengan *switch MOSFET*. Dan yang terakhir adalah penggunaan komponen dioda. Untuk hasil keluaran tegangan dari rangkaian buck converter diatas ditunjukkan oleh Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hasil Keluaran Buck Converter

Berdasarkan Gambar 3 diatas terdapat grafik keluaran yang memiliki empat nilai keluaran antara lain tegangan masukan (*Vin*) yang ditunjukkan oleh garis berwarna hijau, arus masukan (*Iin*) dengan garis berwarna merah, tegangan keluaran (*Vout*) yang memiliki garis pada grafik berwarna ungu dan untuk arus keluaran (*Iout*) ditunjukkan dengan garis berwarna biru. Untuk melihat nilai yang dihasilkan pada grafik keluaran ini kita dapat menggunakan menu *Root Mean Square* (RMS) atau akar kuadrat dari nilai rata-rata keempat nilai tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Variasi Duty Cycle Buck Converter

Simulasi pertama adalah mengenai variasi *duty cycle*. Nilai *duty cycle* ini dapat divariasikan dengan mengubah nilainya pada *triangular wave volatge source*. Untuk nilai induktor dan kapasitornya masing – masing bernilai 750 μ H dan 250 μ H.

Dari beberapa hasil variasi *duty cycle* yang sudah disimulasikan, berikut data yang diperoleh:

Tabel 1. Pengaruh *Duty Cycle Buck Converter*

Pengaruh <i>Duty Cycle Buck Converter</i>					
No.	D-C	<i>Vin</i> (Volt)	<i>Vout</i> (Volt)	<i>Iin</i> (Ampere)	<i>Iout</i> (Ampere)
1	0,1	48	23,99	7,14	10,43
2	0,2	48	23,99	7,14	10,43
3	0,3	48	23,99	7,14	10,43
4	0,4	48	23,99	7,14	10,43
5	0,5	48	23,99	7,14	10,43
6	0,6	48	23,99	7,14	10,43

Pengaruh <i>Duty Cycle Buck Converter</i>					
No.	D-C	V_{in} (Volt)	V_{out} (Volt)	I_{in} (Ampere)	I_{out} (Ampere)
7	0,7	48	23,99	7,14	10,43
8	0,8	48	23,99	7,14	10,43
9	0,9	48	23,99	7,14	10,43
10	1	48	23,99	7,14	10,43
11	1,2	48	eror	eror	eror

Duty cycle adalah perbandingan antara waktu ketika sinyal mencapai kondisi *ON* dan ketika mencapai kondisi *OFF* dalam satu periode sinyal. *Duty cycle* adalah proporsi waktu dimana komponen, perangkat, atau sistem dioperasikan. Siklus tugas dapat dinyatakan sebagai rasio atau persentase.

Pada variasi pertama ini memvariasikan nilai *duty cycle*. Nilai *duty cycle* terdapat di *triangular wave voltage source*. Dimana hasil dari variasi *duty cycle* ini menunjukkan bahwa untuk nilai *duty cycle* hanya dapat bekerja diantara nilai 0 dan 1 atau $0 \leq DC \leq 1$. Kemudian setiap kenaikan nilai DC dari 0 sampai 1 menunjukkan kenaikan pula pada nilai tegangan keluaran (V_{out}) dan arus keluarannya (I_{out}) meskipun kenaikannya tidak signifikan serta hanya terdapat kenaikan di angka terakhirnya dan jika kita bulatkan maka nilainya akan sama yaitu 23.99 volt \approx 24 volt. Nilai tegangan DC yang sudah diturunkan ini telah sesuai dengan tegangan penyimpanan baterai di PT. Lentera Bumi Nusantara yaitu 24 volt. *Duty cycle* ini berfungsi sebagai pengendali *MOSFET* untuk mencacah arus sesuai dengan nilai *duty cycle* yang diberikan sehingga keluaran *DC Chopper* dapat sesuai dengan yang diinginkan.

3.2. Variasi Kapasitor *Buck Converter*

Percobaan selanjutnya yaitu pengaruh dari kapasitor pada *buck converter*. Karena pada percobaan kedua ini hanya nilai kapasitor yang divariasikan, maka untuk nilai *duty cycle* diberikan nilai 0.5 dan tidak mengalami perubahan nilai. Kemudian untuk nilai induktor diberikannya nilai 750 μH dan tidak ada perubahan dalam pemberian nilainya. Pemberian nilai untuk dua parameter ini disesuaikan dengan perhitungan sebelumnya.

Dari beberapa hasil variasi kapasitor yang telah disimulasikan, berikut data yang diperoleh:

Tabel 2. Pengaruh Kapasitor *Buck Converter*

Pengaruh Kapasitor <i>Buck Converter</i>					
No.	C (Farad)	V_{in} (Volt)	V_{out} (Volt)	I_{in} (Ampere)	I_{out} (Ampere)
1	0,00001	48	23,98	7,4	10,42
2	0,00025	48	23,99	7,41	10,43
3	0,00075	48	24,01	7,46	10,43
4	0,00085	48	24,01	7,48	10,44
5	0,00095	48	24,01	7,5	10,44
6	0,1	48	28,89	37,33	12,56
7	0,25	48	35,05	72,69	15,24
8	0,75	48	41,06	164,85	17,85
9	0,85	48	41,36	180,99	17,98
10	0,95	48	41,58	196,67	18,07

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, simulasi kedua ini adalah mengenai pengaruh variasi kapasitor pada *buck converter*. Perlu diketahui bahwa *buck converter* ini memiliki dua

kondisi yaitu kondisi saat saklar tertutup dan terbuka. Saklar yang bekerja disini adalah *MOSFET*. *MOSFET* sendiri bekerja untuk mencah arus sesuai dengai nilai *duty cycle* yang diberikan.

Dari hasil simulasi variasi yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa pada variasi pertama kapasitor diberikan nilai sebesar 0.00001 F tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 23.98 volt dan 10.42 Ampere. Selanjutnya kapasitor diberikan nilai sebesar 0.00025 F tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 23.99 volt dan 10.43 Ampere. Pada nilai kapasitor 0.00075 F, 0.00085 F dan 0.00095 F tegangan output dari *buck converter* ini sama yaitu sebesar 24,01 volt. Agar tegangan keluaran yang bisa dihasilkan memiliki perbedaan yang signifikan, maka untuk variasi kapasitor selanjutnya adalah sebesar 0.25 F yang dapat menghasilkan tegangan dan arus keluaran masing-masing sebesar 35.05 volt dan 15.2 Ampere. Selanjutnya adalah variasi kapasitor sebesar 0.75 F dengan tegangan dan arus keluaran sebesar 41.36 Volt dan 17.8 Ampere. Dan variasi yang terakhir adalah 0.95 F kapasitor dengan tegangan dan arus keluaran sebesar 41.58 volt dan 18.07 Ampere.

Dari kesepuluh variasi kapasitor ini, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai kapasitor yang diberikan, maka semakin besar tegangan keluaran yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kapasitor bekerja pada saat saklar atau *MOSFET* dalam keadaan terbuka. Dimana dioda dalam keadaan *forward bias* atau bias maju sehingga ada aliran tegangan yang masuk melalui kapasitor. Oleh karena itu, nilai tegangan keluaran pun akan semakin besar.

Dalam variasi kapasitor ini, variasi kapasitor 0.00025 F, 0.00075 F, 0.00085 F dan 0.00095 F dapat digunakan didalam rangkaian *buck converter* untuk menurunkan tegangan menjadi 23.99 volt dan 24.01 volt atau dibulatkan menjadi ≈ 24 volt dari tegangan masukan sebesar 48 volt agar tegangan DC dapat disimpan didalam baterai. Hal ini telah sesuai dengan perhitungan sebelumnya bahwa untuk menurunkan tegangan input dari 48 volt menjadi 24 volt dapat digunakan kapasitor sebesar 0.00025 F atau 250uF.

3.3. Variasi Induktor *Buck Converter*

Karena pada percobaan kedua ini hanya nilai induktor yang divariasikan, maka untuk nilai *duty cycle* diberikan nilai 0.5 dan tidak mengalami perubahan nilai. Kemudian untuk nilai kapasitor diberikan nilai 250 uH dan tidak ada perubahan dalam pemberian nilainya. Pemberian nilai untuk dua parameter ini disesuaikan dengan perhitungan sebelumnya.

Dari beberapa hasil variasi kapasitor yang sudah disimulasikan, berikut data yang diperoleh:

Tabel 3. Pengaruh Induktor *Buck Converter*

Pengaruh Induktor <i>Buck Converter</i>					
No.	L (Henry)	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Iin (Ampere)	Iout (Ampere)
1	0,00001	48	24	7,7	10,43
2	0,00025	48	24	7,49	10,43
3	0,00075	48	23,99	7,41	10,43
4	0,1	48	21,96	6,75	9,55
5	0,25	48	18,69	5,75	8,12
6	0,75	48	11,25	3,46	4,89
7	1	48	9,27	2,85	4,03
8	2,5	48	4,45	1,37	1,93
9	3,0	48	3,79	1,16	1,64
10	3,5	48	3,3	1,01	1,43

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pada simulasi ke tiga ini menggunakan nilai variasi induktor. Induktor sendiri merupakan komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan energi yang ditimbulkan oleh arus yang melintasinya.

Berbeda dengan kapasitor yang nilainya berbanding lurus dengan tegangan keluaran, maka pada induktor ini memiliki nilai yang berbanding terbalik dengan tegangan keluarannya artinya semakin besar nilai induktor maka semakin kecil nilai tegangan yang dihasilkan.

Pada variasi pertama induktor diberikan nilai sebesar 0.00001 H dan variasi kedua diberikan nilai induktansi sebesar 0.00025 H yang dapat menghasilkan nilai tegangan keluaran sebesar 24 volt dengan arus keluaran sebesar 10.43 A. Selanjutnya induktor diberikan nilai sebesar 0.00075 H yang menghasilkan tegangan keluaran sebesar 23.99 volt dan arus keluaran 10.43 A. Tegangan keluaran sebesar 18.69 volt dan arus keluaran 8.12 Ampere didapatkan dari induktor yang memiliki nilai 0.25 H. Selanjutnya untuk nilai induktor 0.75 H didapatkan hasil sebesar 11.25 volt dan 4.89 Ampere. Variasi nilai induktor selanjutnya 2.5 H yang menghasilkan tegangan keluaran sebesar 4.45 volt dan arus keluaran 1.93 Ampere. Dan variasi yang terakhir adalah untuk induktor 3.5 H didapatkan nilai tegangan dan arus keluaran masing-masing sebesar 3.3 volt dan 1.43 Ampere.

Dari data tabel 3 menunjukkan terjadinya penurunan tegangan keluaran *buck converter* pada variasi induktor ini. Penurunan tegangan ini disebabkan karena adanya pengaruh dari cara kerja dioda. Dimana dalam keadaan ini saklar dalam keadaan tertutup sehingga dioda mengalami *reverse bias* atau bias mundur sehingga sinyal input menuju induktor dan terjadi penyimpanan energi sehingga semakin besar nilai induktor maka akan semakin besar pula tegangan yang disimpan, dan tegangan keluaran pun semakin kecil.

Dalam variasi induktor ini, variasi induktor 0.00001 H, 0.00025 H dan 0.00075 H dapat digunakan didalam rangkaian *buck converter* untuk menurunkan tegangan menjadi 24 volt dari tegangan masukan sebesar 48 volt agar tegangan DC dapat disimpan didalam baterai. Hal ini telah sesuai dengan perhitungan sebelumnya bahwa untuk menurunkan tegangan input dari 48 volt menjadi 24 volt dapat digunakan induktor sebesar 0.00075 H atau 750uF.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai *buck converter*, dapat disimpulkan bahwa *buck converter* merupakan rangkaian yang dapat menurunkan tegangan DC-DC dengan menggunakan *switch* yang bekerja secara terus-menerus (*ON-OFF*) yang dikendalikan oleh *duty cycle* untuk mengatur kecepatan *switch* tersebut. *Duty cycle* memiliki pengaruh terhadap keadaan *switch* yang nantinya berpengaruh terhadap dioda. Sedangkan kapasitor berpengaruh sebagai penguat tegangan dan induktor untuk menguatkan arus. Dimana untuk menurunkan tegangan input DC 48 volt ke tegangan DC 24 volt diperlukan nilai *duty cycle* sebesar 0.5, nilai kapasitor sebesar 0.00025 F dan nilai induktor sebesar 0.00075 H.

Referensi

- [1] F. Farhan and B. Sujanarko, "Pengaruh Frekuensi dan Duty Cycle pada Ripple Tegangan Buck Converter," vol. 9, no. 1, pp. 51–61, 2022.
- [2] Aulia Dwiyanti, "Simulasi Buck Converter Pada Rangkaian Controller Turbin Angin the Sky Dancer 500 Di Pt Lentera Bumi Nusantara," *Buana Ilmu*, vol. 6, no.2, pp. 44–62, 2022, doi: 10.36805/bi.v6i2.2340.
- [3] Irfan Alwanahda, "Pemodelan Full Sistem Kendali Menggunakan Aplikasi Psim Pada Turbin Angin Skala Mikro the Sky Dancer 500 Di Pt Lentera Bumi Nusantara," *Buana Ilmu*, vol. 6, no. 2, pp. 83–100, 2022, doi: 10.36805/bi.v6i2.2342.
- [4] M. Julkifri, "Pengendali PWM pada Buck Converter dengan PID Control," 2018.

- [5] H. A. Lastya, "Penerapan Media Pembelajaran Software PSIM Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, p. 38, 2020, doi: 10.22373/crc.v4i1.6285.

Analisis Hasil Pengukuran *Current Transformer* Menggunakan Metode Tegangan dan Arus

Analysis of Current Transformer Measurement Results using Voltage and Current Method

Mochammad Fiqri Fadhilah^{1*}, Eki Ahmad Zaki Hamidi²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jalan AH. Nasution 105 Bandung 40614

1197070047@student.uinsgd.ac.id^{1*}, ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id²

Abstrak – Salah satu komponen utama dalam gardu induk adalah transformator. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Transformator yang berfungsi untuk mengubah besaran arus primer menjadi besaran arus sekunder dengan perbandingan tertentu adalah transformator arus atau *current transformer*. Trafo arus digunakan untuk mengukur arus yang besarnya ratusan Ampere atau lebih yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Selain untuk pengukuran, fungsi trafo arus adalah mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer untuk pengamanan terhadap operator yang sedang melakukan pengukuran. Pengukuran trafo arus bisa menggunakan dua metode, yaitu metode tegangan dan metode arus. Dalam pengukuran CT terdapat pengukuran rasio. Rasio pada CT merupakan angka atau besaran arus pembanding antara besaran arus primer dengan sekunder. Pengukuran rasio bertujuan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai pada nameplate. Batas kesalahan rasio sudah diatur berdasarkan IEC 60044-1. Dengan metode tegangan, data yang didapatkan dari Gardu Induk Orya, menunjukkan bahwa trafo arus masih layak pakai karena kesalahan rasio pada trafo arus masih dapat di toleransi yaitu core 1S1-1S3 dengan kesalahan arus sebesar 0,06%, core 2S1-2S3 dengan kesalahan arus sebesar 0,05%, core 3S1-3S3 dengan kesalahan arus sebesar -0,02%, core 4S1-4S3 dengan kesalahan arus sebesar -0,02%. Dengan metode arus, data yang didapatkan dari trafo arus 200/5 A menghasilkan kesalahan rasio sebesar -0,02%. Nilai tersebut masih dalam batas kesalahan rasio berdasarkan standar IEC 60044-1, sedangkan pada trafo arus 50/5 A menghasilkan nilai kesalahan rasio sebesar 1,56%, artinya nilai tersebut melebihi batas kesalahan rasio dan trafo arus tersebut tidak layak pakai. Nilai rasio sangat penting pada trafo arus, karena menentukan layak atau tidaknya trafo arus tersebut.

Kata Kunci: transformator, trafo arus, rasio, IEC 60044-1.

Abstract – One of the main components in a substation is a transformer. The transformer consists of a core, which is made of plated iron and two coils, namely the primary coil and the secondary coil. A transformer that functions to change the amount of primary current into a secondary current with a certain ratio is a current transformer. Current transformers are used to measure currents of hundreds of Ampere or more flowing in high-voltage networks. In addition to measurement, the function of the current transformer is to isolate the secondary circuit from the primary circuit for security against the operator who is taking measurements. Measurement of current transformers can use two methods, namely the voltage method and the current method. In CT measurements there is a ratio measurement. The ratio on the CT is the number or magnitude of the comparison current between the primary and secondary currents. Ratio measurement aims to compare the value of the ratio of the measurement results with the value on the nameplate. The ratio error limit is set according to IEC 60044-1. With the voltage method, the data obtained from the Orya Substation, shows that the current transformer is still suitable for use because the ratio error in the current transformer can still be tolerated, namely core 1S1-1S3 with a current error of 0.06%, core 2S1-2S3 with current error by 0.05%, core 3S1-3S3 with a current error of -0.02%, core 4S1-4S3 with a current error of -0.02%. With the current method, the data obtained from the 200/5 A current transformer produces an error ratio of -0.02%. This value is still within the ratio error limit based on the IEC 60044-1 standard, while the 50/5 A

current transformer produces a ratio error value of 1.56%, meaning that this value exceeds the ratio error limit and the current transformer is not suitable for use. The value of the ratio is very important in current transformers, because it determines whether or not the current transformer is feasible or not.

Keywords: transformer, current transformers, ratio, IEC 60044-1.

1. Pendahuluan

Salah satu komponen utama dalam penyaluran tenaga listrik dari pembangkit ke konsumen adalah gardu induk. Gardu induk merupakan kumpulan peralatan listrik yang mempunyai fungsi dan kegunaan dari masing-masing peralatan satu sama lain saling terikat sehingga penyaluran energi listrik dapat terlaksana dengan baik. Transformator merupakan peralatan utama yang ada dalam gardu induk. Transformator merupakan suatu alat listrik yang termasuk ke dalam klasifikasi mesin listrik statis yang berfungsi menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah dan sebaliknya. Atau dapat juga diartikan mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi-elektromagnet. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder [1].

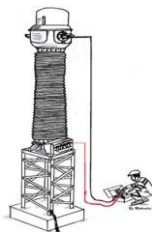
Transformator arus adalah trafo yang berfungsi untuk mengubah besaran arus primer menjadi besaran arus sekunder dengan perbandingan tertentu dan mempunyai beda sudut fasa mendekati nol pada polaritas hubungan yang sesuai. Transformator arus dapat disebut sebagai CT (*Current Transformer*) [2]. Trafo arus digunakan untuk mengukur arus yang besarnya ratusan Ampere atau lebih yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Jika arus yang hendak diukur mengalir pada tegangan rendah dan besarnya di bawah 5 Ampere maka dapat dilakukan dengan cara pengukuran secara langsung, sedangkan arus yang besar yang mengalir pada jaringantegangan tinggi dilakukan secara tidak langsung dengan memanfaatkan trafo arus. Selain untuk pengukuran arus, trafo arus juga dibutuhkan untuk pengukuran daya dan energi, pengukuran jarakjauh dan relai proteksi. Sisi primer pada trafo arus dihubungkan secara seri dengan peralatan yang akan diukur arusnya, sedangkan sisi sekunder dihubungkan dengan peralatan meter dan relai proteksi.

2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada di Gardu Induk Orya 70 kV dan laboratorium PT Energi Dinamika Kirana. Peneliti menggunakan metode kuantitatif dalam penelitian ini, dengan teknik yang digunakan berupa teknik penelitian lapangan untuk melakukan pengukuran trafo arus. Adapun metode perhitungan yang digunakan dalam menganalisis hasil pengukuran trafo arus dengan menggunakan metode tegangan adalah dengan perhitungan manual.

2.1. Skema Pengukuran

Pengukuran trafo arus yang dilakukan adalah pengukuran rasio pada trafo arus. Terdapat dua metode dalam pengukuran trafo arus yaitu: 1) metode tegangan; 2) metode arus. Gambar 1 merupakan skema pengukuran trafo arus menggunakan metode tegangan. Trafo arus yang digunakan pada skema metode tegangan merupakan trafo arus yang berada di Gardu Induk.



Gambar 1. Skema pengukuran trafo arus metode tegangan
Sumber : PT Energi Dinamika Kirana

Pengukuran trafo arus dengan metode tegangan menggunakan CT *Analyzer*. Karakterja metode tegangan ini adalah pada sisi sekunder diinjeksikan tegangan yang sesuai, di bawah tegangan saturasi (*knee voltage*) dan pada sisi primer diukur tegangan menggunakan voltmeter skala rendah dengan impedansi tinggi (20.000 Ω/V atau lebih). Rasio belitan mendekati sama dengan rasio tegangan yaitu membandingkan tegangan di sisi primer dengan tegangan disisi sekunder [3]. Metode tegangan ini biasanya dipakai oleh Trafo Arus yang P2 tidak bisa dijangkau.

Pengukuran trafo arus dengan metode arus menggunakan alat uji injeksi arus (*high current test injection*). Cara kerjanya dilakukan dengan mengatur catu daya pada alat uji sesuai dengan nilai yang diinginkan serta mencatat arus pada sisi sekunder CT. Pada saat pengukuran, sisi sekunder atau *core* yang tidak terpakai harus di *loop*, karena akan terjadinya tegangan yang tinggi dan trafo akan berdengung. Syarat pengukuran dengan menggunakan metode arus adalah sisi P1 dan P2 harus terhubung karena metode arus menggunakan sisi primer untuk diinjeksikan arus. Jika P1 ada di dalam dan P2 ada di luar atau dengan kata lain P2 tidak dapat dijangkau, makatidak bisa digunakan metode arus pada pengukuran tersebut.

2.2. Analisis Data

2.2.1. Perhitungan Rasio Trafo Arus

Pengukuran rasio digunakan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai yang ada pada *nameplate*. Ketika besaran arus pada sisi sekunder tidak dapat merepresentasikan besaran arus pada sisi primer maka CT tersebut mengalami kesalahan nilai rasio. Kesalahan ini sudah di atur berdasarkan IEC 60044-1 Edisi 1.2 tahun 2003 yaitu kesalahan besaran arus karena perbedaan rasio pengenalan trafo arus dengan rasio sebenarnya dinyatakan dalam persamaan (1)

$$\varepsilon = \frac{|Kn \cdot Is - Ip|}{Ip} \cdot 100\% \tag{1}$$

Dengan:

- ε : kesalahan rasio trafo arus (%)
- Kn : pengenalan rasio trafo arus
- Is : arus primer aktual trafo arus (A)
- Ip : arus sekunder aktual trafo arus (A)

Tabel 1. Batas kesalahan rasio trafo arus pengukuran.

Kelas Ketelitian	+/- % Kesalahan Rasio Arus pada % dari Arus Pengenal			
	5	20	100	120
0.1	0.4	0.2	0.1	0.1
0.2	0.75	0.35	0.2	0.2
0.5	1.5	0.75	0.5	0.5
1	3.0	1.5	1.0	1.0
0.2s	0.35	0.2	0.2	0.2
0.5s	0.75	0.5	0.5	0.5

Tabel 2 Batas kesalahan rasio trafo arus proteksi

Kelas Ketelitian	+/- % Kesalahan Rasio Arus
5P	± 1
10P	± 3

Tabel batas kesalahan rasio trafo arus pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan pada Tabel 2 merupakan batas kesalahan rasio trafo arus proteksi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengukuran Rasio Trafo Arus dengan Metode Tegangan

Tabel 3. Core assignment CT GI Orya.

Core	Rasio	Kelas	Rating VA	Purpose
1S1-1S3	100/1	10P	15	Proteksi
2S1-2S3	100/1	10P	15	Proteksi
3S1-3S3	100/1	0.5	10	Pengukuran
4S1-4S3	100/1	0.2S	10	Pengukuran

Tabel 3 merupakan data dari setiap core pada CT GI Orya yang berisi rasio, kelas, nilai VA, dan fungsi dari tiap core. Terdapat 4 core pada trafo arus yang digunakan. 2 core berfungsi sebagai proteksi dan 2 core berfungsi sebagai pengukuran.

Pengukuran rasio digunakan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai yang ada pada nameplate. Pengukuran rasio trafo arus dengan menggunakan metode tegangan mengambil data dari CT GI Orya. Pengukuran nilai rasio dimulai dari core 1S1-1S3 hingga core 4S1-4S3.

Tabel 4. Hasil pengukuran rasio CT GI Orya.

Core	Ratio Primary	Ratio Secondary	Primary Measured	Secondary Measured	% Ratio Error
1S1-1S3	100	1	100	1,0006	0,06
2S1-2S3	100	1	100	1,0005	0,05
3S1-3S3	100	1	100	0,9998	0,02
4S1-4S3	100	1	100	0,9998	0,02

Berdasarkan data dari Tabel 4 dapat disimpulkan trafo arus pada GI Orya masih layak pakai karena kesalahan rasio pada trafo arus yang dipakai masih dalam batas kesalahan rasio trafo arus menurut IEC 60044-1. Perhitungan kesalahan rasio menggunakan rumus persamaan (1) dan batas kesalahan rasio trafo arus terdapat pada Tabel 1 untuk trafo arus pengukuran dan Tabel 2 untuk trafo arus proteksi.

3.2. Hasil Pengukuran Rasio Trafo Arus dengan Metode Arus



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Namplate trafo arus 1 (b) Nameplate trafo arus 2

Terdapat dua trafo arus yang akan diukur dengan metode arus. Pengukuran ini dilakukan di laboratorium PT Energi Dinamika Kirana. *Nameplate* trafo arus yang pertama ditunjukkan pada Gambar 2 (a) dan *nameplate* trafo arus yang kedua ditunjukkan pada Gambar 2 (b).

Tabel 5. Hasil perhitungan trafo arus.

Trafo Arus	Ratio Primary	Ratio Secondary	Primary Measured	Secondary Measured	% Ratio Error
1	200	5	20	0,499	0,2
2	50	5	50	5,078	1,56

Berdasarkan Tabel 5 hasil dari perhitungan trafo arus ke-1 menghasilkan nilai kesalahan rasio sebesar 0,2%. Nilai ini sangat kecil dan masih ada pada batas kesalahan rasio berdasarkan standar IEC 60044-1. Artinya bahwa CT ini masih layak pakai. Sedangkan pada hasil perhitungan trafo arus ke-2 menghasilkan nilai kesalahan rasio sebesar 1,56%. Nilai ini besar dan lebih dari nilai batas kesalahan rasio standar sesuai IEC 60044-1. Nilai batas kesalahan rasio untuk arus primer dengan CT kelas 1 yang diinjeksikan 100% arus pengenal adalah sebesar 1,0%. Artinya CT ini tidak bisa digunakan lagi.

4. Kesimpulan

Pengukuran *Current Transformer* (CT) dengan menggunakan metode tegangan menggunakan alat uji yaitu CT. Metode tegangan menginjeksikan tegangan pada sisi sekunder dan membaca hasil data pada alat di sisi primer. Kelebihan metode tegangan adalah dapat mengukur CT yang P2 tidak bisa dijangkau. Kekurangan dari metode tegangan adalah alat uji yang mahal.

Pengukuran *Current Transformer* (CT) dengan metode arus menggunakan alat injeksi arus. Metode arus menginjeksikan arus di sisi primer dan membaca di sisi sekunder. Kelebihan metode arus adalah alat uji yang murah dan bisa dibuat sendiri. Kekurangan dari metode arus adalah tidak dapat mengukur CT yang sisi P2 tidak bisa dijangkau, karena metode arus menggunakan sisi primer untuk diinjeksikan arus. Kekurangan yang lain adalah sisi sekunder atau core yang tidak digunakan harus di loop karena jika tidak akan terjadinya tegangan yang tinggi.

Pengukuran nilai rasio pada CT digunakan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai yang ada pada *nameplate*. Kesalahan nilai rasio pada CT di atur berdasarkan IEC 60044-1 Edisi 1.2 tahun 2003. Jika rasio tidak sesuai maka CT tersebut tidak dapat digunakan lagi.

Referensi

- [1] B. Suherman, A. Luwihono, and S. Rasyid, *Buku Ajar Konversi Energi Listrik*. 2022.
- [2] SPLN_T3_003-1, "Pedoman Pemilihan Ct Untuk Sistem Transmisi." 2011.
- [3] PT PLN, *PDM/PGI/02:2014: BUKU PEDOMAN PEMELIHARAAN TRAFU ARUS(CT)*. 2014.

Sistem Kalibrasi Sensor Oksigen pada HFNC-GKP-01

Oxygen Sensor Calibration System on HFNC-GLP-01

Arisa Kustiyanti^{1*}, Eki Ahmad Zaki Hamidi²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jln. AH Nasution 105 Bandung

arisakustiyanti9d@gmail.com^{1*}, ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id²

Abstrak – *High Flow Nasal Cannula (HFNC) adalah Alat yang sangat berguna untuk pasien COVID-19. Alat ini membantu pernafasan untuk menyalurkan oksigen melalui selang yang bening transparan dan lentur. Penggunaannya tidak sebatas untuk pasien COVID-19, namun dapat digunakan untuk pasien yang mempunyai diagnosa penyakit paru obstruktif kronik, Restrictive Thoracic Diseases (RTD), Obesity Hypoventilation Syndrome 5, deformitas dinding dada, penyakit neuromuscular, dan Decompensated Obstructive Sleep Apnea, alat ini dapat membantu penyembuhan pasien COVID-19 baik yang berstatus ODP, PDP, maupun pasien positif. Untuk mengetahui kelayakan dari alat ini maka diperlukan system kalibrasi sensor oksigen agar dapat dipergunakan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.*

Kata Kunci: *HNFC, kalibrasi, pasien Covid-19*

Abstract – *The High Flow Nasal Cannula (HFNC) is a very useful Tool for COVID-19 patients. This tool helps breathing to distribute oxygen through a clear, transparent and flexible hose. Its use is not limited to COVID-19 patients, but can be used for patients who have a diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease, Restrictive Thoracic Diseases (RTD), Obesity Hypoventilation Syndrome 5, chest wall deformity, neuromuscular disease, and Decompensated Obstructive Sleep Apnea, this tool can help cure COVID-19 patients, both those with ODP, PDP status, and positive patients. To determine the feasibility of this tool, an oxygen sensor calibration system is needed so that it can be used in accordance with established standards.*

Keywords: *HNFC, calibration, covid-19 patients*

1. Pendahuluan

Pada saat ini masyarakat dihadapi dengan masalah krisis global, terutama dibidang kesehatan yaitu Virus Corona. Penyakit ini akibat infeksi virus, disebut COVID19. Virus ini bisa menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan, *pneumonia* akut, sampai kematian. Virus Corona pertama kali terdeteksi di Wuhan, Cina pada Desember 2019, menyerang sistem pernapasan dan dapat menginfeksi siapa saja, baik bayi, anak-anak, orang dewasa, maupun lansia dan lebih berisiko terhadap ibu hamil, orang dengan penyakit tertentu, dan memiliki sistem imun yang lemah. Virus Corona jenis baru ini memiliki tingkat penularan yang tinggi sehingga telah menyebar secara global di negara-negara lain termasuk Indonesia. Adapun gejala-gejala umum terinfeksi virus ini adalah pilek, sakit tenggorokan, batuk, demam, dan sesak nafas. Penularan yang sangat cepat lewat kontak langsung maupun tidak langsung antar individu dan menyebabkan banyak korban berjatuhan[1].

Alat yang juga dikenal sebagai *High Flow Nasal Cannula (HFNC)* adalah alat yang pertama berhasil lolos uji dari Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Kementerian Kesehatan. Alat ini memberikan manfaat untuk pasien COVID-19 untuk tahap awal jika pasien masih dalam kondisi dapat bernafas sendiri. Alat ini mencegah pasien tidak sampai gagal nafas dan tidak harus diinkubasi menggunakan ventilator invasif, pertama kali Riset dilakukan sejak April 2020. Hasil riset kemudian menghasilkan *nasal cannula* atau alat bantu pernafasan untuk menyalurkan

oksigen melalui selang yang bening transparan dan lentur[2]. Penggunaannya tidak sebatas untuk pasien COVID-19, namun dapat digunakan untuk pasien yang mempunyai diagnosa penyakit paru obstruktif kronik, *Restrictive Thoracic Diseases* (RTD), *Obesity Hypoventilation Syndrome*, *deformitas* dinding dada, penyakit *neuromuscular*, dan *Decompensated Obstructive Sleep Apnea*. Sistem kerja alat ini adalah aliran tinggi menggunakan sistem tabung venturi yang berbasis pada penyempitan aliran masuk, alat ini dapat membantu penyembuhan pasien COVID-19 baik yang berstatus ODP, PDP, maupun pasien positif. Selain itu, alat ini tidak hanya dapat digunakan untuk pasien anak, tetapi juga pasien dewasa dengan berbagai macam ukuran *nasal cannula*[3].

Untuk menggunakan HFNC-GLP-01 dilakukan system kalibrasi yang dilakukan secara agar dapat dipergunakan sesuai standar yang ditetapkan, sehingga mampu memberikan manfaat bagi pasien Covid1-19 agar pasien tidak gagal nafas.

2. Metode Penelitian

Peneliti menggunakan metode kuantitatif dalam penelitian ini, dengan teknik yang digunakan berupa teknik penelitian lapangan untuk melakukan system kalibrasi sensor oksigen pada alat HFNC-GLP-01. Adapun pengujian dilakukan berdasarkan notifikasi berupa alarm dan LED jika alat sudah terkalibrasi dengan baik.

2.1. Skema Sistem Kalibrasi

Dalam melakukan system kalibrasi beberapa hal yang dilakukan antara lain:

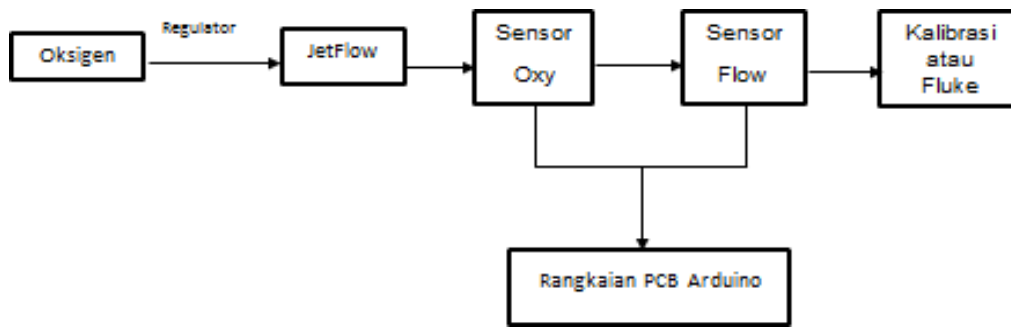
2.1.1. Assembly HFNC-01

Proses *assembly* HFNC-01 yaitu dengan merancang *system assembly* yang terdiri dari Arduino, Kapasitor, IC, dan *header female*, yang kemudian dihubungkan antara *stepdown* dengan *header female* yang terhubung dengan arduino, fungsi dari *step down* tersebut adalah menurunkan tegangan dari 12 Volt ke 9 volt. Selanjutnya pasang LED yang terdiri dari 3 bagian yaitu LED berfungsi sebagai indikator *power*, *overflow* dan oksigen. Dilanjutkan dengan memasang potensio yang bertujuan untuk *set alarm*, pengaturan *set alarm*. Kemudian dipasang LCD *nextion* yang berfungsi sebagai layar utama pada alat HFNC. Terakhir adalah memasang baterai 12 Volt dan adaptor sebagai penyimpan daya dari alat HFNC-01.



Gambar 1. Assembly HFNC-01 yang sudah terhubung dengan adaptor dan baterai

Prinsip Kerja dalam melakukan kalibrasi awal diperlukan 2 regulator yang telah terpasang gas oksigen, lalu terdapat alat yaitu Fluke merupakan gas *flow analyzer* yang berfungsi untuk membandingkan keakuratan dan akurasi nilai lpm pada Fluke dengan alat HFNC-01, kemudian alat ini telah standar internasional dan telah banyak digunakan pada alat medis seperti ventilator maupun pada alat HFNC. Seperti terlihat dalam gambar 2.



Gambar 2. Sistem kalibrasi sensor oxy

2.1.2. Assembly pada Cassing HFNC

Proses *assembly* pada *cassing* HFNC adalah jika *power supply* dan baterai mengalirkan tegangan 12 volt maka yang masuk kedalam input daya akan terjadi stabil oleh IC7805 sehingga yang awalnya menghasilkan 12 volt maka akan berubah menjadi 5 volt, karena tegangan tersebut masuk kedalam Arduino sebagai *Microcontroller*, lalu Arduino membagikan tegangannya kedalam *buzzer*, LED, display, dan ADS, ADS berfungsi untuk mengubah sinyal analog to digital *converter* sehingga memungkinkan sinyal yang dihasilkan oleh sensor *flow* dan *oxy*.

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem kalibrasi ini dilakukan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu terurus (*traceable*) ke standar nasional untuk satuan ukuran atau internasional.

3.1. Proses Sistem Kalibrasi Sensor Oksigen

Dalam proses system kalibrasi dilakukan pengolahan data yang akan muncul pada *mainboard* HFNC-01 dalam program yang sudah *setting* dari awal secara khusus seperti gambar 3.



Gambar 3. Tampilan monitor HFNC

Gambar 3. menunjukkan bahwa, nilai *oxygen* yang ditampilkan pada serial monitor tersebut nantinya dimasukkan ke *table excel* dengan memasukan nilai maksimum yang telah didapatkan dan dikeluarkan oleh sensor *oxy*, nilai maksimum tersebut berfungsi untuk memberikan FIO2 agar bisa mencapai 100% dan oksigen minimum berfungsi agar ketika sensor *flow* dinaikkan nilainya maka FIO2 nilainya akan menurun dan menyesuaikan oksigen yang dibutuhkan, ketika sensor *flow* naik maka FIO2 turun, dan jika sensor FIO2 naik maka sensor *flow*nya tetap dinilai yang dibutuhkan seperti sensor *flow* berada dinilai 44% meskipun FIO2 naik sampai 100%, sensor *flow* tidak akan turun secara signifikan paling turun 2%.

3.2. Quality Control (QC)

Quality Control dilakukan untuk mencari entitas pada penilaian kualitas dari berbagai faktor yang telah terlibat dalam kegiatan produksi. Pengendalian mutu atau QC juga bisa menjadi pengendalian kualitas yang bisa melibatkan pada pengembangan sistem untuk memastikan produk dan jasa ini bisa dirancang dan diproduksi untuk memenuhi syarat dari produsen atau pelanggan itu sendiri.

Beberapa hal yang dilakukan dalam melakukan QC pada HFNC sebagai berikut:

1. Uji Visual dengan mengecek dan memastikan kondisi HFNC seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan HFNC

Keterangan Gambar 4

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Pengatur fraksi O ₂ . | 11. Lampu indikator <i>power</i> . |
| 2. Tombol <i>power</i> . | 12. <i>Inlet</i> respiratori |
| 3. Selektor FiO ₂ . | 13. Monitor aliran oksigen. |
| 4. <i>Inlet</i> udara/kompresor. | 14. Gambar logo. |
| 5. Pengatur <i>alarm</i> O ₂ . | 15. Indikator baterai. |
| 6. <i>Inlet</i> O ₂ . | 16. Monitor FiO ₂ . |
| 7. Pengatur aliran O ₂ . | 17. Monitor alarm O ₂ . |
| 8. Pengatur regulator O ₂ . | 18. <i>Outlet</i> respiratori. |
| 9. Lampu indikator O ₂ . | 19. Pengatur regulator udara. |
| 10. Lampu indikator <i>over flow</i> . | 20. Slot kabel <i>power</i> . |

2. Menguji Pengukuran Listrik yaitu memastikan alat dapat menyala dan indikator baterai pada LCD terisi penuh.
3. Menguji Kalibrasi Pengukuran *Flow* Meter.
4. Menguji Kalibrasi Pengukuran FiO₂.
5. Mengecek Kelengkapan Komponen

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan fokus pembahasan pada “Sistem Pengujian Kalibrasi Sensor Oksigen Pada Alat HFNC-GLP-01” dapat disimpulkan bahwa untuk menentukan kebenaran suatu nilai yang ditunjukkan alat ukur sesuai dengan keadaan objek diperlukan kalibrasi. Fungsi dari pengujian kalibrasi sensor oksigen pada alat HFNC-GLP 01 adalah untuk menguji alat tersebut apakah sudah berfungsi sesuai dengan uji kelayakan standar internasional dan Pengujian fungsi kalibrasi ini dilakukan dengan menggunakan tabung oksigen yang disambungkan dengan Fluke, lalu diberikan inputan berupa program. Kemudian indikator uji kelayakan ini berupa adanya bunyi dan nyalanya LED. Selain itu, dari hasil pengujian

menunjukkan jika sensor *flow* naik maka FIO2 turun, sedangkan ketika sensor FIO2 naik maka sensor *flow*nya tetap pada nilai yang dibutuhkan dan tidak turun secara signifikan namun hanya sekitar 2%.

Referensi

- [1] L. Kasus, "Penggunaan High Flow Nasal Cannula sebagai Terapi Oksigen pada Kasus Covid-19 Berat dengan Obesitas: Laporan Kasus," pp. 1–11, 2022.
- [2] <https://fk.ui.ac.id/infosehat/mengenal-alat-bantu-pernapasan-hfnc-untuk-pasien-covid-19/> [Online]. Available: diakses tanggal 11 Oktober 2022.
- [3] D. A. Kurnia, A. Sudaryanto, and K. Kunci, "Penggunaan High Flow Nasal Cannula pada Pasien Anak dengan Asma Di UGD : Kajian Literatur," pp. 26–27, 2020.
- [4] B. A. B. Ii and T. Pustaka, pp. 6–21.
- [5] "Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya," pp. 6–34
- [6] B. A. B. Ii, "Bab ii dasar teori 2.1," pp. 6–39.
- [7] N. O. Biolita, J. Fisika, and U. Andalas, "Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Oksigen yang Dihasilkan oleh Fotobioreaktor Mikroalga *Chlorella Vulgaris* Abstrak Pendahuluan Referensi," vol. 10, no. 1, pp. 49–60, 2018.
- [8] R. Amalia, "Pengkorsersian Data Analog Menjadi Data Digital Dan Data Digital Menjadi Data Analog Menggunakan Interface PPI 8255 Dengan Bahasa Pemrograman Borland Delphi 5 . 0," vol. 6, no. 2, pp. 168–179, 2013.

Strategi Penerapan Open Broadcasting Software (OBS) Pada Webinar

Strategy for Implementing Open Broadcasting Software (OBS) in Webinars

Azwar Mudzakkir Ridwan^{1*}

¹Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. AH. Masution 105 Bandung, (022)7800525
azwarmudzakkiridwan@uinsgd.ac.id^{1*}

Abstrak – Pandemi memberikan sebuah perubahan yang luarbiasa dalam kegiatan sehari-hari seluruh manusia saat ini. Imbas dari pandemi bahkan terjadi di dunia pendidikan. Perubahan yang sangat terasa yaitu kegiatan belajar mengajar tidak lagi dilakukan secara tatap muka atau luring tetapi karena pertimbangan kesehatan harus dilakukan secara virtual (online). Hal tersebut memicu beragam penyesuaian kegiatan selain kegiatan belajar mengajar di kelas, kegiatan lain yang berubah kebiasaan adalah kegiatan seminar yang saat ini bernama webinar karena dilakukan secara daring. Perlu penyesuaian dan trik khusus dalam kegiatan webinar ini supaya dalam pelaksanaannya masih tetap memberikan pemahaman dan kenyamanan bagi audiens. Penggunaan aplikasi video conference seperti zoom memberikan kemudahan dalam penyampaian pesan maupun materi, namun karen kegiatannya dilakukan secara daring maka seringkali audiens merasa cepat bosan karena hanya melihat tampilan yang monoton. Menanggapi hal ter sebut terdapat beberapa alternatif aplikasi yang dapat dikombinasikan dengan zoom diantaranya adalah Open Broadcasting Software (OBS) yang dapat memberikan tampilan lebih dalam ruang virtual. Penelitian ini berfokus bagaimana penerapan strategi OBS dalam kegiatan online salah satunya webinar dengan menggunakan metode Analytical HierarchyProcess (AHP). Hasil kuisisioner yang diisi oleh pakar yaitu stake holder memberikan penilaian sebesar 72.6% OBS tepat digunakan untuk webinar dan sebesar 27.4% cocok untuk rapat.

Keyword: zoom, webinar, OBS, AHP..

Abstrak – The pandemic changes the order of human daily life. The education system is one of the most affected by the pandemic. A noticeable change is that teaching and learning activities are no longer carried out face-to-face or offline but are done virtually (online) due to health considerations. This has triggered various adjustments in activities other than teaching and learning activities in the classroom. Another activity that has changed is a seminar which is currently named webinar because the seminar is conducted online. Special adjustments and tricks are needed in this webinar activity so that in its implementation the audience feels comfortable following the webinar and understands the material presented. The use of video conferencing applications such as zoom makes it easier to deliver messages and materials, but audiences often feel bored quickly because webinars are conducted online where they only see a monotonous display. In response to this, there are several alternative applications that can be combined with zoom including Open Broadcasting Software (OBS) which can provide a deeper view of the virtual space. This study focuses on how to implement the OBS strategy in online activities such as webinars using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The results of the questionnaire were filled out by experts where stakeholders gave an assessment of 72.6% of OBS were appropriate for webinars and 27.4% were suitable for meetings.

Keyword: zoom, webinar, OBS, AHP..

1. Pendahuluan

Perubahan sebuah tatanan kehidupan biasanya terjadi karena akibat dari sebuah penemuan besar atau kejadian-kejadian yang bersifat global. Seperti halnya pergeseran peranan radio yang



dahulunya sebagai sumber informasi dan hiburan terbesar kemudian tergeser sejak munculnya televisi [1]. Gambaran tadi adalah contoh pergeseran kehidupan secara global yang diakibatkan oleh sebuah penemuan besar. Lain halnya yang terjadi saat ini, dimana kemunculan virus corona yang pertama kali terkonfirmasi pada hari Minggu, 08 Desember 2019 di Wuhan China [2] berdampak besar secara global bahkan sampai saat ini. Hampir seluruh aspek kehidupan terpengaruh dari mulai sosial, ekonomi sampai pada pendidikan tidak terkecuali di Indonesia. Hal ini terjadi karena kasus penyebaran virus covid-19 masih tinggi sehingga perlu adanya pemberlakuan pembatasan aktivitas yang melibatkan kerumunan. Berbagai macam kebijakan dilakukan oleh pemerintahan mulai dari lock down secara nasional sampai pada pembatasan sosial bersekala besar (PSBB). Salah satu dampak besar dari munculnya wabah dan kebijakan pemerintah adalah pola belajar atau strategi proses pembelajaran yang harus dilakukan secara daring terutama untuk perguruan tinggi.

Pola pembelajaran secara daring ini menuntut perguruan tinggi untuk berinovasi dalam melakukan pembelajaran agar dalam proses transfer keilmuannya masih tetap maksimal [3]. Teknik dalam pemanfaatan media pembelajaran secara online yang saat ini sedang berkembang, tentunya menjadi poin penting untuk keberlangsungan sebuah proses pembelajaran. Perguruan tinggi berlomba-lomba dalam membangun sistem pembelajaran elektronik atau E-learning untuk tetap eksis dalam memberikan pelayanan bagi mahasiswa. Sistem yang dibangun ini tentunya mempunyai fitur yang sangat lengkap, mulai dari sistem presensi kehadiran, penyimpanan materi sampai memberikan tugas bagi para mahasiswanya. Namun bukan tanpa masalah, sebuah sistem perkuliahan daring tentunya memiliki beragam permasalahan khususnya keefektifan proses pembelajaran [4][5]. Sistem belajar secara daring memang bukan hanya ada karena pandemi, tetapi juga merupakan sebuah keharusan dalam pengembangan dunia pendidikan terutama dalam periode sekarang ini [6]. Sebuah artikel menyatakan bahwa sistem Pendidikan daring akan menjadi sebuah sistem pembelajaran utama pada tahun 2025 [7]. Melihat gambaran tersebut tentu inovasi pembelajaran daring harus terus berkembang sehingga semakin diminati para mahasiswa, yang pada akhirnya menghasilkan sebuah metode yang efektif dan memberikan dampak maksimal dalam penyerapan materi bagi mahasiswa.

Proses pembelajaran terutama di perguruan tinggi tidak terlepas dengan sebuah kegiatan yang bernama seminar atau workshop baik berupa kuliah umum atau pemberian materi yang sesuai dengan core jurusan. Seminar merupakan kegiatan diskusi interaktif yang dilakukan untuk memecahkan sebuah masalah atau tempat saling bertukar informasi [8]. Kegiatan ini biasanya dilakukan untuk memberikan upgrade informasi terutama hal yang berkaitan dengan isu terbaru, baik dunia kerja maupun informasi penelitian. Pemberlakuan pembatasan kerumunan tentunya menjadi sebuah permasalahan ketika sebuah seminar digelar secara luring bahkan cenderung dilarang. Terjadinya sebuah pandemi atau musibah bukan sebuah halangan bagi manusia untuk berhenti berproses atau belajar. Menurut [9] Proses belajar merupakan sebuah kegiatan yang terus menerus dilakukan oleh manusia dari sejak masih kecil sampai akhir hayat, dengan proses belajar manusia akan berkembang seiring berjalannya waktu melalui sebuah kegiatan yang bernama belajar.

Solusi dari diterapkannya social distancing yang berdampak pada sulitnya mengadakan sebuah seminar offline dimasa pandemi ini, yaitu dengan penyelenggaraan webinar. Webinar merupakan akronim dari Web-based Seminar yaitu kegiatan seminar yang dikemas secara daring sehingga bisa dihadiri banyak orang diwaktu yang sama, namun dari tempat yang berbeda-beda [10]. Munculnya berbagai macam platform teleconference, semakin membuka lebar peluang penyelenggaraan webinar. Beberapa aplikasi yang dulunya mungkin terasa asing dengan bentuk video conference, saat ini menjadi sebuah hal yang lumrah. Salah satu aplikasi yang sering digunakan untuk kegiatan belajar maupun webinar adalah aplikasi *zoom*. *Zoom* adalah aplikasi video conference yang dibangun oleh Eric Yuan pada tahun 2013, dimana aplikasi ini merupakan aplikasi khusus untuk video conference dan banyak digunakan untuk proses belajar maupun webinar.

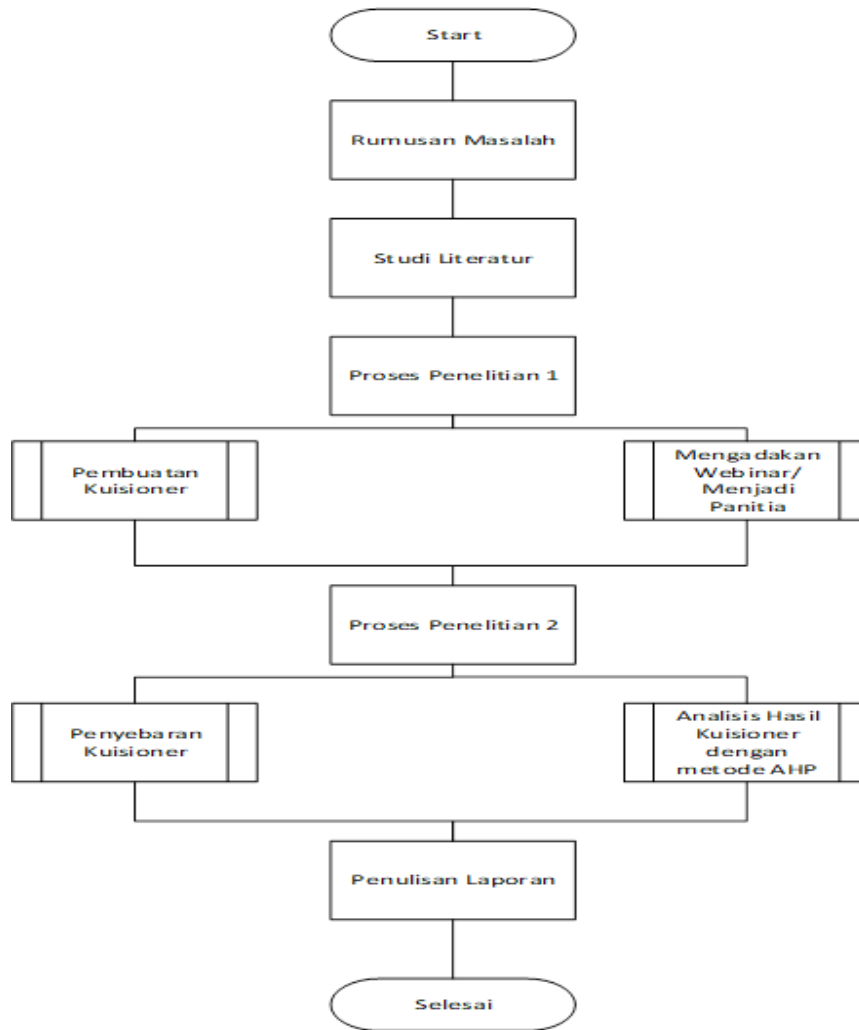
Maraknya penggunaan *zoom* menjadikan aplikasi ini menjadi aplikasi video conference yang paling banyak digunakan di Indonesia [11]. Berbagai macam webinar diselenggarakan dengan memanfaatkan aplikasi *zoom* sebagai media utama kegiatan. Penggunaan *zoom* dalam webinar tentunya sangat baik mengingat aplikasi ini bisa menampung peserta minimal 100 orang dan bahkan bisa sampai 1000 orang dengan jenis *zoom* pro. Penggunaan *zoom* dalam proses belajar di kelas memang sudah lebih dari cukup dengan tampilan *zoom* yang ada. Kegiatan webinar seyogyanya menjadi sebuah kegiatan besar yang memerlukan sebuah tampilan yang lain dari *zoom* pada umumnya. Perlu penambahan beberapa fitur tampilan, sehingga sebuah webinar lebih menarik dan berbeda dengan kegiatan biasa.

Penambahan fitur ini bisa dilakukan salah satunya dengan penggunaan aplikasi pihak ketiga yaitu *Open Broadcasting Software* (OBS). OBS merupakan sebuah software opensource yang dapat digunakan sebagai media broadcasting. Perangkat lunak ini dapat diaplikasikan dengan *zoom* sehingga bisa membuat tampilan *zoom* pada saat webinar menjadi lebih menarik dengan penambahan beberapa fitur seperti frame, *lower name* dan lain sebagainya. Selain digunakan untuk membuat tampilan lebih menarik, OBS ini juga dapat dipakai untuk aplikasi streaming ke berbagai platform, seperti youtube, twitch, Instagram facebook dan lain-lain. Berdasarkan uraian tersebut perlu kiranya dilakukan sebuah penelitian mengenai kebijakan atau penilaian akan penting tidaknya sebuah webinar atau kegiatan yang berbasis daring dilakukan optimasi menggunakan OBS dengan menggunakan perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). AHP merupakan sebuah Teori penunjang dalam proses penentuan kelayakan sebuah produk atau program yang di tawarkan. Berdasarkan metode yang akan digunakan maka penelitian ini diberi judul “Penerapan Strategi Open Broadcasting Software pada Webinar”.

2. Metode Penelitian

Proses mengkaji atau membahas sebuah topik tentunya memerlukan guide sebagai peta jalan dari awal sampai akhir penelitian. Proses kajian penelitian ini melalui beberapa tahapan dimulai dari merumuskan masalah, studi literatur sampai pada tahap akhir yaitu pengolahan data dan penulisan laporan. Gambar 1 menunjukkan proses atau tahapan yang dilakukan selama penelitian ini. Tahapan yang dilakukan sudah cukup mewakili sebuah penelitian yang bersifat kualitatif. Pendekatan kualitatif dapat terlihat dari adanya proses analisis menggunakan metode AHP untuk kuisioner yang di dapat.

Penelitian dimulai dengan merumuskan masalah sebagaimana yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa ada 2 rumusan masalah yang di sajikan, rumusan ini menjadi panduan awal sehingga penelitian tidak melebar. Bagian kedua adalah studi literatur yaitu pencarian data pendukung yang dilakukan untuk menunjang penyelesaian penelitian. Sumber yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari buku maupun jurnal yang mempunyai keterkaitan dengan penelitian. Proses penelitian dilakukan dalam 2 tahap yaitu penelitian 1 yaitu mengadakan sebuah webinar serta pembuatan kuisioner dengan metode AHP. Proses penelitian selanjutnya yaitu penelitian tahap 2, yang merupakan proses penyebaran kuisioner dan pengolahan hasil kuisioner. Pada tahapan kedua ini penyebaran kuisioner difokuskan kepada para ahli atau stake holder sebagai pengguna OBS. Target penyebaran kepada pakar karena merupakan ciri khas dari sebuah metode AHP untuk menentukan sebuah kebijakan maupun strategi dalam penentuan keputusan. Masih pada tahapan kedua yaitu proses analisis hasil dari pengisian para pakar yang selanjutnya akan menghasilkan kesimpulan dari sebuah permasalahan. Tahapan terakhir yaitu penulisan laporan secara keseluruhan untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian secara terstruktur supaya mudah untuk difahami.



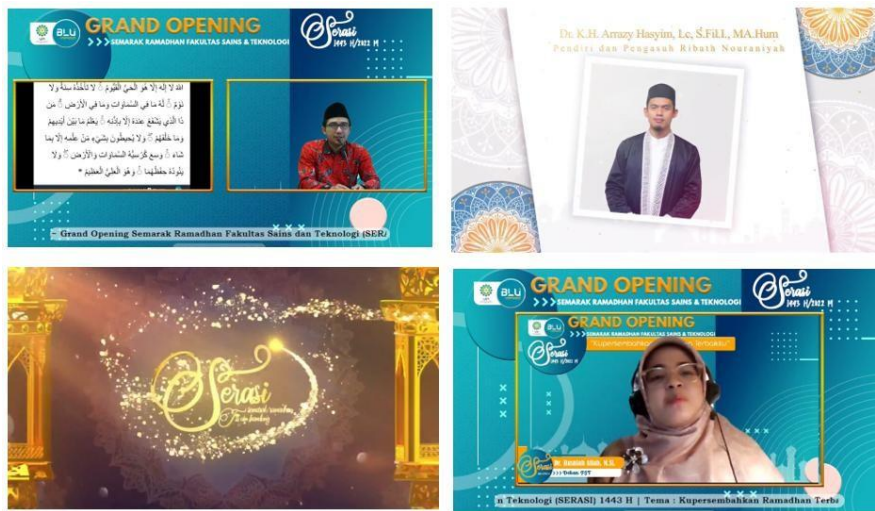
Gambar 1. *Flowchart* metode penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Sebagaimana pemaparan yang dibahas pada bab sebelumnya, bahwasannya kegiatan penelitian dilakukan dalam 2 tahapan yang dibagi menjadi 4 sub bahasan. Proses penelitian ini dijabarkan dalam penjelasan berikut ini.

3.1. Menjadi Panitia/ Penyelenggara Webinar

Program webinar yang dilakukan sebagai bahan penelitian adalah kegiatan webinar dalam rangka menyambut bulan Ramadhan 1443 H yang diselenggarakan oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Kegiatan yang dilaksanakan bertajuk SERASI (Semarak Ramadhan Fakultas Sains dan Teknologi) dengan Tema : Kupersembahkan Ramadhan Terbaiku. Webinar yang dilaksanakan merupakan rangkaian dari acara Grand Opening SERASI yang pada pelaksanaannya akan berlangsung selama bulan ramadhan. Penelitian ini mengambil bagian diacara Grand Opening dengan berfokus pada materi webinar yang disampaikan oleh Dr. KH. Arrazy Hasyim, Lc., S.Fill.I, MA.Hum yang merupakan pendiri dan pengasuh Ribath Nouraniyah. Beberapa hal yang dilakukan pada kegiatan ini adalah membuat beberapa desain pendukung yaitu berupa frame, video bumper serta lowername. Salah satu contoh dari desain yang dibuat ditunjukkan pada gambar 2. Selain membuat desain, hal yang dilakukan adalah menjadi operator kegiatan yang menggunakan OBS dengan *zoom*.



Gambar 2 Desain pada kegiatan webinar

3.2. Pembuatan Kuisisioner dan Analisis Hasil Pengisian Kuisisioner

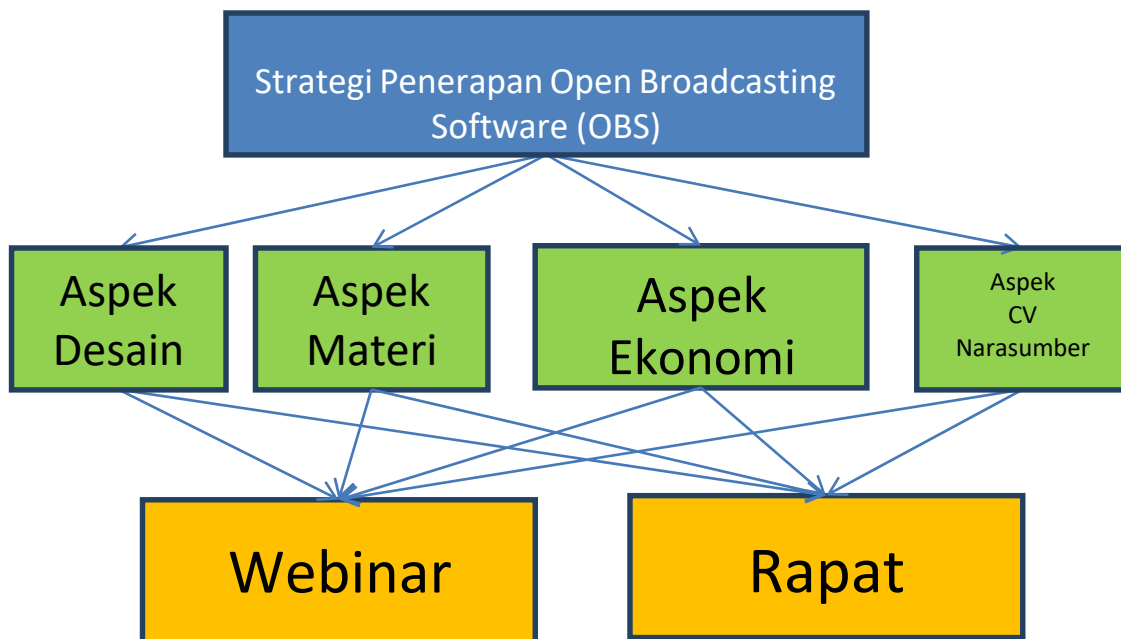
Pembuatan kuisisioner didasarkan pada teknik pengambilan kebijakan dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, sistem ini membagi beberapa kasus permasalahan dengan metoder hirarki serta pemberian alternatif sebagai pembanding. Tahapan yang dilakukan pertama dalam pembuatan kuisisioner yaitu identifikasi case seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi case AHP

Rumuskan Fokus/Tujuan	Strategi Penerapan Open Broadcaster Software
Identifikasi	Kriteria apa saja yang menjadi pertimbangan dalam penggunaan OBS; kriteria bisa aspek webinar maupun rapat,
Identifikasi Alternatif	dapat berupa strategi, program, kegiatan dan lainnya
Pengisi Kuisisioner	Pakar baik itu pengguna (stakeholder) mapun penggiat/operator

Tabel menunjukkan pola identifikasi case AHP untuk penerapan OBS pada Webinar dimana ada 2 alternatif program yaitu webinar dan rapat. Selain identifikasi alternatif kriteria yang dipertimbangan yaitu aspek materi, desain, iklan atau sponsor dan Curriculum Vitae (CV) Narasumber. Selain identifikasi case dan alternatif, pengisi kuisisioner juga di tentukan, yaitu ahli atau pengguna dari OBS diantaranya operator dan stakeholder. Adapun pola hirarki yang dimaksudkan ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan peta konsep penerapan strategi penerapan Open Broadcaating Software (OBS) dengan merode AHP seperti yang sudah di jabarkan sebelumnya. Peembuatan didasarkan pada konsep tersebut dengan beberapa nilai tingkatan dari 1 sampai dengan 9.



Gambar 3 Peta konsep strategi AHP

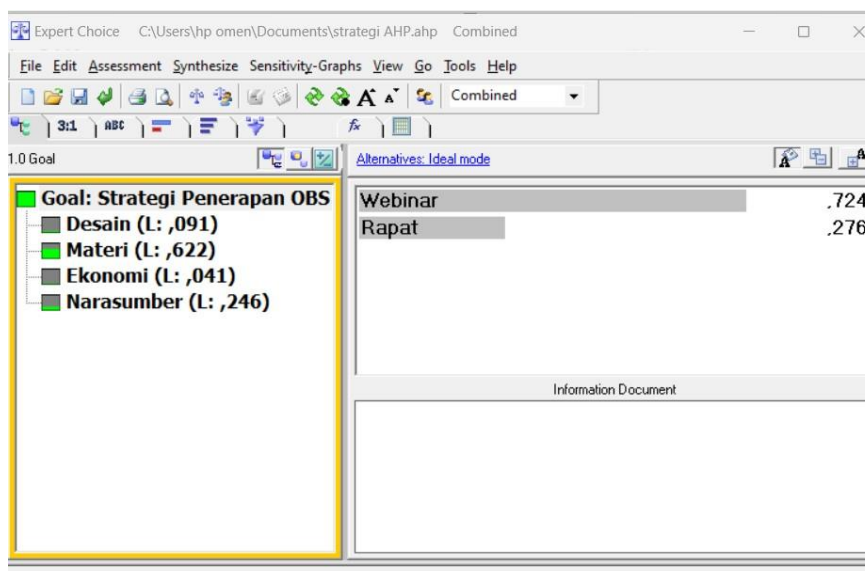
Setelah dilakukan penyebaran kuisioner kepada pakar, selanjutnya adalah proses pencarian kesimpulan hasil kuisioner. Sebelum dilakukan perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak statistika khusus AHP maka perlu dilakukan pembuatan tabulasi. Tabulasi dilakukan untuk memudahkan dalam prose perhitungan nantinya, adapun data tabulasi yang didapat dari penelitian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Tabulasi hasil penilaian pakar

Pairwise Comparison	Expert Judgement		
	P1	P2	P3
Aspek Desain vs Aspek Materi	1	1/9	1
Aspek Desain vs Aspek Ekonomi (Iklan/Sponsor)	5	1	1
Aspek Desain vs Aspek CV Narasumber	1/5	1/7	1
Aspek Materi vs Aspek Ekonomi (Iklan/Sponsor)	7	9	1
Aspek Materi vs Aspek CV Narasumber	7	7	1
Aspek Ekonomi (Iklan/Sponsor) vs Aspek CV Narasumber	1/7	1/7	2
Strategi Webinar vs Rapat (Terhadap aspek Desain)	9	8	5
Strategi Webinar vs Rapat (Terhadap aspek Materi)	7	1	1
Strategi Webinar vs Rapat (Terhadap aspek Ekonomi)	9	7	6
Strategi Webinar vs Rapat (Terhadap CV Narasumber)	9	5	6

Hasil tabulasi dari tabel 2 dilakukan pemrosesan dengan menggunakan perangkat lunak untuk aplikasi AHP. Perhitungan menggunakan prinsip perbandingan sesuai dengan yang disajikan oleh tabel tabulasi. Proses input hasil pengisian kuisioner para pakar dilakukan terhadap keseluruhan aspek dan setiap pakar. Hasil perhitungan dari aplikasi menunjukkan bahwa OBS lebih cocok digunakan untuk webinar seperti yang ditunjukkan pada grafik hasil pada gambar 3.

Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 3 menunjukkan hasil yang cukup jauh antara penerapan OBS untuk kegiatan webinar dengan rapat. Berdasarkan beberapa aspek penilaian desain, materi, narasumber dan ekonomi menunjukkan para pakar cenderung lebih memilih OBS untuk webinar dengan prosentase 72.4 % sedangkan untuk rapat sebesar 27.6 %. Hasil ini memberi sebuah analisa bahwa dalam webinar OBS menjadi salah satu bagian yang cukup penting dimana OBS mampu memberika sebuah tampilan yang berbeda dalam kegiatan semniar online dengan penambahan desain maupun menampilkan iklan dan sponsor kegiatan.



Gambar 4 Hasil perhitungan perangkat lunak dengan metode AHP terhadap penilaian para pakar

4. Kesimpulan

Kegiatan masal yang dilakukan dengan menggunakan media virtual memang perlu perhatian lebih supaya audien menikmati sajian yang diberikan walaupun melalui daring. Strategi yang dilakukan dengan menggunakan OBS menurut penilaian pakar memang cukup memberikan pengaruh terhadap kegiatan online terutama kegiatan webinar. Pemberian berbagai macam desain dengan frame, lower dan video bumper memberikan dampak yang cukup baik. Sehingga pada pelaksanaannya memberika sajian tersendiri dengan adanya iklan maupun video tambahan. Strategi penerapan Open Broadcasting Software (OBS) pada kegiatan yang dilakukan secara online dapat memberikan warna yang berbeda terutama untuk webinar.

Penilaian dilakukan dengan memberikan kuisioner yang diisi oleh para pakar dalam hal ini stakeholder selaku pengguna OBS. Hasil yang ditunjukkan dengan perhitungan menggunakan AHP menunjukkan bahwa 72.4% OBS cocok untuk diterapkan dalam kegiatan webinar. Sedangkan 27.6% menilai OBS dapat juga digunakan untuk kegiatan rapat online. Buat kesimpulan mengenai ketercapaian tujuan yang disampaikan di Bab Pendahuluan. Kesimpulan dibuat dalam narasi, tidak dalam bentuk *list* yang isinya hanya angka-angka. Sampaikan juga prospek pengembangan dari penelitian yang sudah dilakukan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang telah memberikan kesempatan dan dukungannya untuk kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada tim SENTER 2022 yang sudah berkenan memuat penelitian ini.

References

- [1] E. Fadilah, P. Yudhapramesti, and N. Aristi, "Podcast sebagai Alternatif Distribusi Konten Audio," *J. Kaji. Jurnalisme*, vol. 1, no. 1, pp. 90–104, 2017, doi: 10.24198/kj.v1i1.10562.
- [2] Kompas, "rangkaiian peristiwa pertama covid-19," *Kompas*, 2020.
- [3] A. S. Syarifudin, "Impelementasi Pembelajaran Daring Untuk Meningkatkan Mutu Pendidikan Sebagai Dampak Diterapkannya Social Distancing," *J. Pendidik. Bhs. Dan Sastra Indones. Met.*, vol. 5, no. 1, pp. 31–34, 2020, doi: 10.21107/metalingua.v5i1.7072.
- [4] M. I. Prof. Dr. F. Ridwan Sanjaya, *21 Refleksi Pembelajaran Daring di Masa Darurat*.2020.
- [5] S. Sastri, Wiryotinoyo, Mujiyono, "Pengembangan Media Audio Visual Pembelajaran Menulis Berita Singkat," *Pena*, vol. 3, no. 2, pp. 1–13, 2013.
- [6] W. He, G. Xu, and S. E. Kruck, "Online is education for the 21st century," *J. Inf. Syst.Educ.*, vol. 25, no. 2, pp. 101–105, 2014.
- [7] S. Palvia *et al.*, "Online Education: Worldwide Status, Challenges, Trends, and Implications," *J. Glob. Inf. Technol. Manag.*, vol. 21, no. 4, pp. 233–241, 2018, doi: 10.1080/1097198X.2018.1542262.
- [8] S. Subiyantoro, "Buku Pendidikan Seminar: Teori dan Aplikasi dalam Pembelajaran." pp.1–183, 2012.
- [9] H. Basri, *Landasan Pendidikan*. Bandung: CV. Pustaka Setia, 2013.
- [10] E. a. Mansyur, Anaway Irianti, "Webinar Sebagai Media Bimbingan Klasikal Sekolahuntuk Pendidikan Seksual Berbasis Online," *SULO*H, vol. 4, no. 2, pp. 1–13, 2019.
- [11] M. Layla, "Analisis Kepuasan Penggunaan Aplikasi Zoom Dalam Mengikuti Webinar Selama Pandemi Covid-19 Menggunakan Webqual 4.0 (Studi Kasus: Dosen Stain Sultan Abdurrahman Kepri)," *TANJAK J. Educ. Teach.*, vol. 1, no. 2, pp. 169–177, 2020, doi: 10.35961/tanjak.v1i2.142.

Metode Bunga Pada Kredit Kepemilikan Mobil

Interest Method On Car Ownership Loans

Rini Cahyandari^{1*}, Salwa Nursyahida², Indah Nursupriah³, Intan Novian Nadhilah Tsari⁴

^{1,2,4} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

³ Jurusan Tadris Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, IAIN Syekh Nurjati Cirebon
rini_cahyandari@uinsgd.ac.id^{1*}

Abstrak – Kredit Pemilikan Mobil (KPM) diperuntukan untuk seseorang yang ingin membeli mobil baru ataupun bekas dengan sistem pembayaran mengangsur. Jenis kredit ini tersedia pada bank konvensional dan syariah. Pada bank konvensional metode bunga diterapkan dalam kasus KPM yang meliputi metode bunga flat dan bunga efektif. Metode bunga efektif ini terbagi menjadi dua, yaitu metode anuitas dan sliding rate. Berdasarkan studi kasus yang diambil dan hasil perhitungannya, metode yang paling baik digunakan oleh customer pada bank konvensional adalah metode sliding rate karena pembebanan bunga yang lebih besar diterapkan di awal periode pembayaran serta total bunga yang dihasilkan paling kecil nilainya dibanding metode flat dan anuitas sehingga meringankan customer dalam pelunasan pinjaman. Dari analisis hasil perhitungan tersebut, customer diharapkan dapat mengerti dan memilih dengan tepat sistem pembayaran kredit pemilikan mobil dengan yang memberikan pembayaran cicilan kredit lebih ringan.

Kata Kunci: Bunga Flat, Bunga Efektif, Metode Anuitas, Sliding Rate

Abstract – The car loan (KPM) is for people who want to buy a new or used car with an instalment system. This type of loan is available from conventional and Islamic banks. In the case of KPM, conventional banks use the interest method, which includes the flat interest method and the effective interest method. The effective interest method is divided into two methods, namely the annuity method and the sliding rate method. Based on the case studies and the calculation results, the best method used by customers in conventional banks is the sliding rate method, as there is a higher interest charge at the beginning of the payment period and the total interest has the lowest value compared to the lump sum and annuity methods, which makes it easier for the customer to repay the loan. Based on the analysis of the results of these calculations, the client should be able to understand and select the right system for the repayment of the car loan that allows for a lower loan rate.

Keywords: Flat Interest, Effective Interest, Annuity Method, Sliding Rate

1. Pendahuluan

Model matematika dapat menggambarkan kondisi nyata dalam suatu perumusan matematika. Permasalahan dalam dunia nyata dapat dikategorikan dalam bentuk diskrit dan kontinu. Salah satu model untuk masalah diskrit adalah menggunakan persamaan beda yang diterapkan pada perhitungan pengembalian suatu pinjaman di bank. Dalam bidang matematika keuangan, persamaan beda juga kerap digunakan dalam melakukan proses kombinasi antara suku bunga, penentuan tenor pembayaran angsuran, dan angsuran secara kredit. Untuk pembayaran bunga dan angsuran dengan tenor tertentu akan terbentuk suatu barisan teratur, sehingga pembayaran dapat dimodelkan secara matematika menggunakan persamaan beda. [1]

Kredit adalah penyerahan barang, jasa atau uang dari satu pihak atas dasar kepercayaan kepada pihak lain dengan janji membayar dari penerima kredit kepada pemberi kredit pada tanggal yang telah disepakati kedua belah pihak [2]. Namun terdapat beberapa pertimbangan dalam mengambil sistem kredit ini, diantaranya besar suku bunga yang ditawarkan oleh lembaga keuangan atau pihak bank.



Misalkan dalam pembiayaan Kredit Pemilikan Mobil (KPM) yang merupakan kredit yang diberikan untuk keperluan konsumsi berupa barang atau jasa oleh pihak finance dengan melakukan pembelian, penyewaan, dan proses kredit. KPM pada bank syariah menggunakan akad Murabahah, yaitu jual-beli barang sebesar harga perolehan ditambah dengan margin yang disepakati oleh penjual dan pembeli. Besarnya suku bunga pada kredit diklasifikasikan berdasarkan perbedaan jenisnya. Metode perhitungan yang digunakan sangat mempengaruhi besar bunga dan nilai angsuran bulanan. *Customer* harus memahami prosedur perhitungan dan pembayaran serta tepat dalam memilih metode pembayaran dengan bunga sekecil mungkin. Terdapat beberapa metode dalam perhitungan suku bunga, diantaranya metode bunga efektif dan bunga flat. Masalah yang kerap muncul adalah nasabah yang tidak mengetahui penjelasan perbedaan antara bunga yang diterapkan karena pihak *finance* tidak menjelaskan secara terbuka kepada nasabah. Berdasarkan uraian tersebut, penting untuk dilakukan analisis perhitungan suku bunga agar nasabah dapat benar-benar memahami metode perhitungan yang dilakukan dalam proses kredit yang diambil. Dari penelitian ini, diharapkan dapat membantu *customer* dalam memahami dan memilih dengan tepat sistem yang memberikan pembayaran angsuran dan bunga kredit lebih ringan.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode Perhitungan Angsuran dan Bunga Menggunakan Metode Bunga Flat

Perhitungan bunga dengan menggunakan metode bunga flat terjadi apabila pembebanan bunga terhadap nilai pokok pinjaman bersifat tetap dari suatu periode ke periode lainnya, namun pokok pinjaman terus menurun akibat dari pembayaran cicilan pokok pinjaman. Formula angsuran (A) perbulannya didapatkan dari nilai akhir atau jumlah untuk nilai pokok dan bunga dibagi dengan jumlah bulan dalam jangka periode kredit yaitu:

$$A = \frac{P \times (1 + (i \times t))}{12 \times t}$$

Untuk rumus bunga perbulan adalah sebagai berikut.

$$\text{Bunga} = P \times \frac{i}{12}$$

dimana:

A : Angsuran

P : *Principal* (pokok pinjaman)

i : Suku bunga pertahun

t : waktu tenor dalam tahun

2.2. Metode Perhitungan Angsuran dan Bunga Menggunakan Metode Bunga Efektif

2.2.1. Metode Anuitas

Anuitas merupakan sistem pembayaran dengan jumlah tetap setiap periode selama jangka waktu tertentu. Komposisi besarnya angsuran pokok dan bunga akan berbeda setiap bulannya, dimana pembayaran angsuran pokoknya semakin meningkat namun besarnya angsuran bunganya akan semakin menurun. Pembayaran anuitas menghasilkan total angsuran yang tetap setiap bulannya. Persamaan-persamaan anuitas diturunkan dengan menggunakan asumsi bunga majemuk. Metode perhitungan anuitas dibagi menjadi dua, yaitu:

Anuitas Biasa (*Ordinary Annuity*)

Jenis anuitas ini pembayaran atau penerimaannya terjadi di akhir periode. Maka rumus perhitungan jumlah nilai sekarang (JNS) = P dari pembayaran tetap sebesar A rupiah yang baru diterima mulai periode berikutnya selama t periode berturut-turut adalah :

$$P = \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right) \times A$$

A dihitung merupakan angsuran sehingga besarnya angsuran dibayar dibelakang adalah :

$$A = \frac{P \times i}{1 - \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)}$$

dimana:

A : Anuitas atau pembayaran per periode,

P : *Principal* (pokok pinjaman),

i : Suku bunga pertahun

n : Tenor

Anuitas Di Muka (*Annuity Due*)

Perbedaan antara anuitas biasa dan anuitas di muka adalah pada pembayaran pertamanya. Pembayaran pertama pada anuitas biasa dimulai satu periode lagi, sedangkan pada anuitas di muka adalah di awal periode. Adapun formula besarnya angsuran dibayar di muka adalah:

$$A = \frac{P \times i}{1 - \left(\frac{1}{(1+i)^n} \times (1+i) \right)}$$

dengan:

A : Anuitas atau pembayaran per periode,

P : *Principal* (nilai pokok pinjaman),

I : Suku bunga pertahun

n : Tenor.

2.2.2 Metode *Sliding Rate*

Pada metode *sliding rate* angsuran pokok tetap setiap periode, namun bunga menurun seiring berkurangnya sisa kredit. Dengan begitu, total angsuran pokok dan bunga akan semakin menurun selama jangka periode angsuran. Formula untuk menentukan angsuran bunga adalah:

$$A = \frac{P}{12 \times t}$$

Untuk rumus bunga perbulan dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$Bunga = P \times i \times \frac{30}{360}$$

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Data Sampel

Pada penelitian ini, diambil data sampel dari tiga bank dengan masing-masing komponen pembiayaan mobil sebagai berikut:

Tabel 1. Komponen Pembiayaan mobil dengan tenor 4 tahun

Nama Bank	Suku			
	DP	Bunga	Administrasi	Asuransi
BRI	30%	5.6%	Rp. 550,000	3.43%
BNI	30%	10.98%	Rp. 500,000	6.17%
BCA	30%	4.88%	Rp. 1,300,000	4.5%

Adapun jenis mobil yang dijadikan studi kasus ada 3, dengan masing-masing harganya sebagai berikut:

Tabel 2. Harga Mobil

Dealer	Jenis	OTR
Toyota	New Avanza G 1.3 Luxury	Rp 219,250,000
	All New Rush G 1.5 Luxury	Rp 253,945,000
	Veloz 1.5 Luxury	Rp. 236,850,000

3.2. Perhitungan Angsuran dan Bunga

Perhitungan angsuran dan bunga yang harus dibayarkan oleh nasabah BRI, BNI, dan BCA dihitung menggunakan dua metode yaitu metode bunga flat dan bunga efektif (Anuitas dan Sliding Rate). Masing-masing dihitung untuk menggunakan rumus yang telah dicantumkan untuk masa tenor 4 tahun atau 48 bulan. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan angsuran dan bunga pada masing-masing bank untuk mobil Avanza.

Tabel 3. Perbandingan Metode Pembayaran KPM

Finance	Metode	Angsuran	Bunga	Amortisasi Hutang
BRI	Flat	Rp 187,853,400	Rp 33,378,550.80	Rp 154,474,849.20
	Anuitas	Rp 185,968,713.11	Rp 31,494,507.26	Rp 154,474,205.85
	Sliding Rate	Rp 183,907,231.25	Rp 30,287,864.06	Rp 153,619,367.19
BNI	Flat	Rp 220,881,220.00	Rp 65,165,556.84	Rp 155,715,663.16
	Anuitas	Rp 218,046,276.29	Rp 66,660,925.98	Rp 157,385,350.31
	Sliding Rate	Rp 216,052,171.67	Rp 62,277,017.92	Rp 153,775,153.75
BCA	Flat	Rp 183,433,320.00	Rp 28,958,597.83	Rp 154,474,722.17
	Anuitas	Rp 181,162,273.99	Rp 26,635,837.45	Rp 154,526,436.54
	Sliding Rate	Rp 179,348,116.25	Rp 25,771,030.31	Rp 153,577,085.94

Tabel 3 memperlihatkan bahwa pembayaran KPM dengan metode flat: pembayaran angsuran, bunga, dan amortisasi hutangnya adalah tetap sedangkan pada sisa pinjaman kreditnya semakin menurun. Pada metode anuitas: angsuran yang dibayarkan customer perbulannya tetap, pembayaran bunga semakin kecil, serta amortisasi hutangnya semakin tinggi dan sisa pinjaman atau hutang kredit akan semakin menurun. Pada metode sliding rate: amortisasi hutang yang dibayarkan setiap bulan nilainya tetap, nilai bunga menurun sejalan berkurangnya sisa hutang sehingga customer akan membayar angsuran yang semakin menurun pula.

4. Kesimpulan

Metode yang digunakan untuk perhitungan angsuran, bunga, dan sisa pinjaman dalam kasus KPM menggunakan metode bunga flat, bunga efektif (meliputi metode anuitas dan sliding rate). Untuk metode bunga Flat pembayaran angsuran, bunga, serta amortisasi hutang setiap bulannya selalu tetap, sedangkan pada sisa pinjaman kredit tersebut semakin menurun setiap bulannya. Metode anuitas menghasilkan jumlah angsuran tetap setiap bulan, pembayaran bunga semakin kecil, serta amortisasi hutangnya semakin tinggi. Metode sliding rate menghasilkan amortisasi hutang yang nilainya tetap, sementara untuk bunga nilainya menurun sejalan berkurangnya sisa hutang sehingga pembayaran angsuran akan semakin menurun pula. Dari kedua metode pembayaran kredit tersebut, metode yang paling baik digunakan oleh customer adalah metode bunga efektif, yaitu sliding rate karena bunga yang dihasilkan nilainya paling kecil dibandingkan metode lain sehingga dapat meringankan beban nasabah dalam pelunasan pinjaman kredit.

Referensi

- [1] Kalangi, J.B. *Matematika Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta : BFPE, 1997.
- [2] Ascarya dan Yumanita, Diana. *Bank Syariah: Gambaran Umum*. Jakarta : Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan (PPSK) Bank Indonesia, 2005.
- [3] Fahmi, I. *Pengantar Perbankan Teori dan Aplikasi*. Salatiga : Alfabeta, 2014.
- [4] Astuti, Femi Dwi. *Algoritma Pemrograman 1*. Yogyakarta : STMIK AKAKOM, 2015.
- [5] Fulford,G.,Forrester,P.&Jones,A.*Modelling with Differential dan Difference Equation*.Cambridge : University Press, 1997.

Catatan:

