



POLMANBABEL



eISSN : 3024-9538

ISBN : 978-623-97870-1-1

PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN (SNITT) 2021



Inovasi Teknologi
di Era Industri 4.0

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

Sungailiat, Bangka, 02 Agustus 2021

Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan

**Tema:
Inovasi Teknologi di Era Industri 4.0**

**Sungailiat, Bangka
2 Agustus 2021**

**Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung**

Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) 2021

Steering Committee:

I Made Andik Setiawan, Ph.D
Muhammad Subhan, M.T
Eko Sulisty, M.T

Editors:

Irwan, Ph.D
Dr. Sukanto
Dr. Ilham Ary Wahyudie
Ramli, Ph.D
Heru Riva'i
Linda Fujiyanti, M.Kom

Reviewers:

Indra Dwisaputra, M.T
Boy Rollastin, M.T
Angga Sateria, M.T
Ocsirendi, M.T
Pristiansyah, M.Eng
M. Iqbal Nugraha, M.Eng

Desain Grafis:

Muhammad Zenda Rud

Panitia Pelaksana:

Abde Fattahwa
Amel
Anggi
Azzam
Barkah
Bunga aprilia arianto
Dea Amanda
Dinny Hilyati
Fikri
Irfan Fadlullah
Jessica Aulia Gani
Muhammad Ahlan Maulidiansyah
Muhammad Dzuljalali
Razila Kullaha
Sulistiana Rachmadini

Tim IT dan Fasilitas Umum:

Riki Afriansyah
Ronald Satria
Marsidin

Keynote Speaker:

Muhammad Rizky, M.M (Direktur SDM PT. Timah Tbk)

Keynote Speaker:

Muhammad Rizky, M.M (Direktur SDM PT. Timah Tbk)



  SNITT

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN

Tanggal Penting:
Pendaftaran, 5 - 19 Juli 2021
Batas Akhir Penumpukan *Full Paper*, 19 Juli 2021
Kegiatan pada 2 Agustus 2021

Keynote Speaker



Muhammad Rizky
Direktur SDM PT. Timah

Topik (tidak terbatas pada):
Kontrol Otomatis, Robotika, Mesin, Manufaktur,
Desain dan Rekayasa Mekanik, Information Technology,
Programming, Energi Baru dan Terbarukan, Kecerdasan
Buatan, Computer Network, Kecerdasan Buatan

Informasi di:
<https://www.polman-babel.ac.id>

Secara Daring

zoom

Terindeks di

Scholar

Prosiding Ber-ISBN

Tema:
Inovasi Teknologi di Era
Industri 4.0

Kata Pengantar

Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) 2021 dikelola oleh Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sebagai wadah rutin bagi mahasiswa dalam berbagi pengetahuan, temuan, dan pengalaman dalam hal inovasi teknologi terapan yang berkelanjutan.

SNITT 2021 ini merupakan ajang seminar ilmiah pertama mengundang para mahasiswa untuk ikut serta sebagai pemakalah dalam mendiseminasikan hasil Proyek Akhir yang telah dilakukan. Penyelenggaraan SNITT 2021 yang pada situasi pandemic Covid-19 akan dilakukan secara daring.

SNITT 2021 mengangkat tema “Inovasi Teknologi di Era Industri 4.0”.

Topik SNITT 2021 (tidak terbatas pada): Elektronika, Kontrol, Otomasi, Robotika, Mekanik, Mesin, Manufaktur, Information Technology, Programming, Energi Terbarukan, Kecerdasan Buatan, Computer Network, Kontrol Otomatis, Kecerdasan Buatan, Desain dan Rekayasa Mekanik.

Semoga Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) 2021 ini dapat menambah daya guna dan manfaat dari hasil-hasil Proyek Akhir.

Sungailiat, 2 Agustus 2021
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Direktur

I Made Andik Setiawan, Ph.D

DAFTAR ISI

SISTEM <i>MONITORING</i> KUALITAS AIR TAMBAK UDANG BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> (IOT) Achmad Zamzami ¹ , Odis Fransisco ² , Irwan ³ , Muhammad Iqbal Nugraha ⁴	1 – 7
KONTROL 3D PRINTER BERBASIS ARDUINO Reza Pahlevi ¹ , Muhammad Bobby Kusnadi ² , Made Andik Setiawan ³ , Charlotha ⁴	8 – 14
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN POTONG TERHADAP LAJU Pengerjaan Material pada Proses Pembubutan Baja AISI 1045 Erick Wiratama ¹ , Zaldy Kurniawan ² , Masdani ³	15 – 21
ANALISIS NILAI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES CNC MILLING BAJA AISI 1045 METODE RESPON SURFACE Egi Endrian ¹ , Muhammad Subhan ² , Yuliyanto ³	22 – 28
RANCANG BANGUN SISTEM CERDAS PERAWATAN Pencegahan pada Sektor Mesin Bubut di Bengkel Mekanik Polmanbabel Muhammad Rezeki ¹ , Fajar Aswin ² , Indra Feriadi ³	29 – 34
PENGARUH PARAMETER DENGAN BESARNYA GETARAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES GERINDA SILINDRIS MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA S45C Mei Adi Saputra ¹ , Muhamad Riva'i ² , dan Indra Feriadi ³	35 – 41
ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN BAJA AISI 1045 PADA PROSES PEMESINAN BUBUT CNC DENGAN METODE TAGUCHI Rahmat Dwi Cahyo ¹ , Muhammad Subhan ² , Indah Riezky Pratiwi ³	42 – 48
ANALISIS PENGARUH SUHU DAN WAKTU PROSES PENGEPRESAN CUP SAMBAL MENGGUNAKAN ALUMINIUM FOIL LID Kris Josua Pardede ¹ , Robert Napitupulu ² , Shanty Dwi Krisnaningsih ³	49 – 54
ANALISIS KEKUATAN IMPAK PADA MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT LIMBAH FILTER ROKOK SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN CANGKANG HELM Diah Mayleni ¹ , Boy Rollastin ² , Masdani ³	55 – 61
PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK KARBON, ANTRASIT, DAN ARANG KAYU TERHADAP KEKERASAN BAJA AMUTIT DALAM PROSES PERLAKUAN PANAS DENGAN MEDIA PENDINGIN AIR, AIR LAUT, AIR ES DAN OLI Anggi Leonardo ¹ , Somawardi ² , Yuliyanto ³	62 – 68
ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN KARAKTERISTIK BATU BATA MERAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE RSM DI KABUPATEN BANGKA Ludy Firmansyah ¹ , Yuliyanto ² , Nanda Pranandita ³	69 – 73
PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP KEKUATAN TARIK FILAMEN ST-PLA MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI Yulian Subakti ¹ , Hasdiansah ²	74 – 79

PENGARUH VARIASI ARUS BUSUR LISTRIK PENGELASAN GMAW TERHADAP KEKUATAN IMPAK PADA BAJA KARBON RENDAH ST 37 Bilal Nur Ikhsan ¹ , Rodika ² dan Yuli Dharta ³	80 – 86
ANALISA UJI KEKUATAN MATERIAL TROLI PADA SEPEDA BERBAHAN BAJA KARBON RENDAH Rama Irdyan ¹ , Subkhan ² , Rodika ³	86 – 92
ANALISA PENGUJIAN KEKUATAN MATERIAL TROLI PADA SEPEDA BERBAHAN GALVANIS Dito Yusuf Akbar ¹ , Rodika ² , Yudi Oktriadi ³	93 – 99
ANALISIS PENGARUH JAM OPERASI TERHADAP KUALITAS PELUMAS TELLUS 32 PADA HEADSTOCK MESIN BUBUT DoALL LT 13 Ichchan Adjyury Essarofy ¹ , Ariyanto ² , Indra Feriadi ³	100 – 105
PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTARAN DAN KEDALAMAN PEMOTONGAN BENDA KERJA BAJA S45C TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PROSES GERINDA SILINDRIS Mahendra Saputra ¹ , Muhamad Riva'i ² , dan Husman ³	106 – 112
ALAT PENGHITUNG BENIH IKAN LELE MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA Dendi Ahmad Septian ¹ , Sunardi ² , Irwan ³ , Nofriyani ⁴	113 – 119
PERANCANGAN SOFT STARTING PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA Muhammad Zaki ¹ , Nurhazizah ² , Zanu Saputra ³ , Yudhi ⁴	120 – 126
ANALISIS PENGARUH SERAT POHON PISANG TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN TOPOGRAFI PADA MATRIKS POLYESTER DENGAN 8 JENIS PISANG Deni ¹ , Yuliyanto ² , Juanda ³	127 – 131
PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID PADA POMPA AIR UNTUK TANAMAN HIDROPONIK Lilik Ade Putri ¹ , Muhammad Hafiz ² , Nofriyani ³ , Zanu Saputra ⁴	132 – 138
OPTIMASI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES DRILLING BAJA SKD 11 PADA CNC MILLING MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI Muhamad Fikri Burli ¹ , Eko Yudo ² , Nanda Pranandita ³	139 – 146
KAJI EKSPERIMENTAL MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS PADA PENGUJIAN BALISTIK Galindra Mutiara Rahmatullah ¹ , Boy Rollastin ² , Juanda ³	147 – 154
SISTEM PROTEKSI HUBUNG SINGKAT PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS ARDUINO Raden Rizki Alkawesar ¹ , Khoiriah Sari ² , Surojo ³ , Yudhi ⁴	155 – 161
ALAT UKUR KADAR PATI PADA UBI KAYU BERBASIS SMS Anggi Wahyudi ¹ , Nurmaya Sagita ² , Indra Dwisaputra ³ , Aan Febriansyah ⁴	162 – 168
OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KEKUATAN TARIK FILAMEN PLA FOOD GRADE Muhammad Habib Bari ¹ , Pristiansyah ² , Fajar Aswin ³	169 – 174

PENGARUH KEKERASAN BAJA ST.60 DALAM PROSES <i>CARBURIZING</i> DENGAN PENAMBAHAN SERBUK KARBON, ANTRASIT, ARANG KAYU YANG DI IKUTI PENDINGINAN CEPAT Deden Arafah ¹ , Somawardi ²	175 – 181
PENGARUH AMPER LAS PADA PENGELASAN BAJA LUNAK DENGAN PENGELASAN SMAW PADA POSISI PENGELASAN 4F Muhammad Tegar Dwicak Sono ¹ , Tuparjono ² , Muhammad Haritsah Amrullah ³	182 – 188
PENGARUH VARIASI <i>STATOR TURBO BLADE</i> TERHADAP KEKUATAN DORONG <i>TURBOJET DRIVE</i> PRODUK <i>3D PRINTING MATERIAL</i> ST-PLA Nori Farandi ¹ , Dedy Ramdhani Harahap ² , Hasdiansah ³	189 – 195
PENGARUH PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KEKUATAN IMPAK MENGGUNAKAN METODE CHARPY PADA FILAMEN PLA Ongki Rio Irfany ¹ , Zaldy Sirwansyah Suzen ² , Ariyanto ³	196 – 202
ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES <i>CNC TURNING</i> MATERIAL BAJA ST 42 MENGGUNAKAN METODE <i>TAGUCHI</i> Hermansyah Rhomadan ¹ , Robert Napitupulu ² , Husman ³	203 – 209
PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP KUAT TARIK SPESIMEN UJI ASTM D638 TYPE IV MENGGUNAKAN FILAMEN ESUN PLA+ Wahyudi Hafizi Pratama ¹ , Hasdiansah ²	210 – 215
<i>MONITORING</i> TEKANAN DAN KONTROL KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> Hasbullah ¹ , Vivi Vonny ² , Eko Sulisty ³ , Aan Febriansyah ⁴	216 – 222
OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D <i>PRINTING</i> FDM TERHADAP KEKUATAN TARIK <i>FILAMENT ABS CCTREE</i> MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI L9 Ade Ferdiansyah ¹ , Pristiansyah ² , Boy Rollastin ³	223 – 229
ANALISA SINYAL VIBRASI UNTUK MENDETEKSI KERUSAKAN PADA CONDENSATE PUMP DI PLTU AIR ANYIR BANGKA Abi Wahyudi ¹ , Yulidarta ² , Sugiyarto ³	230 – 236
PERANCANGAN PROGRAM PROSES MANUFAKTUR DAN SIMULASI <i>TROUBLESHOOTING</i> UNTUK MATA KULIAH PRAKTIK <i>FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM</i> DI PRODI TEKNIK MESIN DAN MANUFAKTUR Rian Rara Ilham ¹ , Fajar Aswin ² , Husman ³	237 – 243
ANALISIS SINYAL GETARAN DALAM DOMAIN FREKUENSI PADA MESIN BERPUTAR MENGGUNAKAN METODE <i>FAILURE ANALYSIS</i> Ariesa Prisilia Yustin ¹ , Fajar Aswin ² , Angga Sateria ³	244 – 250
DESAIN LAYOUT DAN ANALISIS RPM SPIN CASTING PADA PRODUK METAL JIG Muhammad Rizki Pratama ¹ , Muhammad Yunus ² , Erwanto ³	251 – 258
SISTEM PENDETEKSI BUAH LADA BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) Abdur Rohim ¹ , Reiva Marizka Harmie ² , Muhammad Iqbal Nugraha ³ , Indra Dwisaputra ⁴	259 – 265

ANALISIS PENGARUH KEDALAMAN POTONG DAN VARIASI CAMPURAN DROMUS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA AISI 1045 SETELAH DIQUENCHING MENGGUNAKAN AIR LAUT Odidio Pratama ¹ , Zaldy Kurniawan ² , Eko Yudo ³	266 – 272
ANALISIS <i>MATERIAL REMOVAL RATE</i> PADA PROSES <i>CNC MILLING</i> TERHADAP MATERIAL AISI 1045 Ival Parmadhika ¹ , Zaldy Kurniawan ² , Erwanto ³	273 – 279
RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER DUA AXIS MENGGUNAKAN PENGGERAK AIR Muhammad Ifdansyah ¹ , Sopian Arif ² , Ocsirendi ³	280 – 286
RANCANG BANGUN PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK BEBAN RUMAH TANGGA DENGAN DAYA MAKSIMAL 900 W Reza Ramadhan ¹ , Surojo ² , Zanu Saputra ³	287 – 293
PENGATURAN DAYA ANTARA PHOTOVOLTAIC DAN BATERAI DALAM SMART GRID Muhamad Suharto ¹ , Elfira Pranita ² , Made Andik Setiawan ³ , Eko Sulistyio ⁴	294 – 300
MONITORING ALIRAN ARUS PASANG SURUT AIR LAUT PADA PESISIR MUARA AIRKANTUNG BERBASIS ARDUINO Bambang Supriyadi ¹ , Rindy Clarita ² , Yudhi ³ , Ocsirendi ⁴	301 – 309
PERBAIKAN SISTEM KONTROL PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA POMPA AIR BERBASIS ARDUINO Alhuda Ash Shiddieqy ¹ , Sayu Pratiwi P ² , Aan Febriansyah ³ , Surojo ⁴	310 – 315
MAXIMUM POWER POINT TRACKING UNTUK WIND TURBINE Dori Oktariandi ¹ , Rifqy Adrian ² , Eko Sulistyio ³ , Ocsirendi ⁴	316 – 322
PENGARUH PARAMETER PROSES <i>3D PRINTING</i> MENGGUNAKAN <i>FILAMEN ESUN PLA +</i> , MENGGUNAKAN METODE <i>TAGUCHI</i> Berlian Adinata ¹ , Hasdiansah ² , Zaldy Sirwansyah Suzen ³	323 – 329

Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) 2021



POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

Susunan Acara SNITT 2021, Senin 2 Agustus 2021

Waktu (WIB)	Agenda
SESI I – Zoom Room 1 - 5	
08.30 – 09.00	Zoom Room sudah dibuka dan peserta diharapkan sudah bergabung
09.00 – 12.00	Sesi Presentasi Paralel
12.00 – 13.00	ISOMA
SESI II – Zoom Room Utama	
11.00 – 12.00	Sesi Presentasi Paralel
13.00 – 30.00	<i>Welcome speech</i> I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. Direktur Polman Negeri Babel
13.30 – 14.15	<i>Keynote Speech</i> Ir. Muhammad Rizki, M.M. Direktur Sumber Daya Manusia PT. Timah
14.15 – 14.45	Sesi tanya jawab Moderator
14.45-15.00	Istirahat
15.00– 15.30	1. Penyampaian <i>best presentator 1, 2, 3</i> untuk tiap-tiap <i>room</i> 2. Penutupan

Catatan:

1. *Zoom Meeting ID* : 826 0465 2620
Passcode : polman
2. Menggunakan *virtual background* yang telah disediakan
3. Penulisan nama bagi pemakalah mengikuti format berikut:
Nama Lengkap_Kelas

Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) 2021

SESI I

NO	WAKTU	ROOM 1	ROOM 2	ROOM 3	ROOM 4	ROOM 5
1	09.15 – 09.30	Diah Mayleni	Rahmat Dwi Cahyo	Erick Wiratama	Anggi Leonardo	Reza Pahlevi
2	09.30 – 09.45	Muhamad Fikri Burli	Mei Adi Saputra	Ludy Firmansyah	Achmad Zamzami	Sunardi
3	09.45 – 10.00	Galindra Mutiara Rahmatullah	Kris Josua Pardede	Egi Endrian	Lilik Ade Putri	Muhammad Zaki
4	10.00 – 10.15	Hermansyah Rhomadan	Muhammad Habib Bari	Muhammad Tegar Dwicak Sono	Khoiriah Sari	Deni
5	10.15 – 10.30	Abi Wahyudi	Deden Arafah	Ongki Rio Irfany	Vivi Vonny	Anggi Wahyudi
6	10.30 – 10.45	Rian Rara Ilham	Ariesa Prisilia Yustin	Nori Farandi	Ade Ferdiansyah	Reza Ramadhan
7	10.45 – 11.00	Mahendra Saputra	Muhammad Rizki Pratama	Ichchan Adjury Essarofy	Muhammad Ifdansyah	Elfira Pranita
8	11.00 – 11.15	Muhammad Rezeki	Odidio Pratama	Reiva Marizka Harmie	Alhuda Ash Shiddieqy	Bambang Supriyadi
9	11.15 – 11.30	Wahyudi Hafizi Pratama	Ival Parmadhika	Bilal Nur Ikhsan		Rifqy Adrian
10	11.30 – 11.45	Berlian Adinata	Rama Irdyan	Dito Yusuf Akbar		
11	11.45 – 12.00			Yulian Subakti		



SISTEM *MONITORING* KUALITAS AIR TAMBAK UDANG
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Achmad Zamzami¹, Odis Fransisco², Irwan³, Muhammad Iqbal Nugraha⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
achmadzamzami936@gmail.com

ABSTRAK

Pada saat ini telah banyak dibuat dan dikembangkan tambak udang vaname khususnya di Kepulauan Bangka Belitung. Salah satu permasalahan utama tambak udang adalah kualitas air tambak yang harus sesuai dengan kebutuhan hidup udang, proses pemantauan kualitas air pada tambak udang biasanya dilakukan secara manual dengan pengambilan sampel air kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempermudah petambak dalam proses pemantauan kualitas air tambak udang berbasis Internet of Things (IoT). Metode penelitian ini dilakukan dengan cara pengumpulan data, perancangan rangkaian kontrol, pengujian, dan analisis data. Rata-rata persentase error dari data hasil pengujian suhu selama 1 jam adalah 0.31%, selama 2 jam adalah 0.14%, dan selama 3 jam adalah 0.23%. Rata-rata persentase error dari data hasil pengujian ph selama 1 jam adalah 3.05%, selama 2 jam adalah 6.62% , dan selama 3 jam adalah 4.23%. Rata-rata persentase error dari data hasil pengujian salinitas selama 1 jam adalah 2.68%, selama 2 jam adalah 4.27% , dan selama 3 jam adalah 1.95%.

Kata Kunci: Pemantauan, Kualitas air, Udang, IoT.

ABSTRACT

At this time many vaname shrimp ponds have been made and developed, especially in the Bangka Belitung Islands. One of the main problems in shrimp ponds is the quality of pond water which must be in accordance with the living needs of shrimp, the process of monitoring water quality in shrimp ponds is usually done manually by taking water samples and then taking them to the laboratory for analysis. The purpose of this study is to facilitate farmers in the process of monitoring the water quality of shrimp ponds based on the Internet of Things (IoT). This research method is carried out by collecting data, designing control circuits, testing, and analyzing data. The average percentage error from the temperature test data for 1 hour is 0.31%, for 2 hours is 0.14%, and for 3 hours is 0.23%. The average percentage error from the pH test data for 1 hour is 3.05%, for 2 hours is 6.62%, and for 3 hours is 4.23%. The average percentage error of the salinity test results for 1 hour is 2.68%, for 2 hours is 4.27%, and for 3 hours is 1.95%.

Keywords: Monitoring, water quality, shrimp, IoT.

1. PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu bagian dari ekspor unggulan Indonesia yang perlu ditingkatkan kualitas dan kuantitasnya dalam skala besar. Berdasarkan data International Trade Center, bahwa peran nilai ekspor udang vaname beku (*Whiteleg shrimps*) terhadap total nilai ekspor perikanan Indonesia tahun 2016 lebih dari 27%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa udang memiliki peranan yang sangat besar dalam bidang ekonomi perikanan di Indonesia (Suriawan, et al., 2019). Perkembangan budidaya udang jenis vaname ini mulai berkembang di Bangka Belitung. Pertumbuhan udang vaname sangat bergantung pada kualitas air tambak (Saputri & Anzullah, 2019).

Pengelolaan sebuah tambak udang banyak faktor yang mempengaruhi seperti luas lahan, bibit, pakan, dan kualitas air. Salah satu permasalahan utama tambak udang adalah kualitas air tambak yang harus sesuai dengan kebutuhan hidup udang. Kualitas air yang tidak bagus bisa menyebabkan udang banyak yang mati, sehingga bisa menyebabkan kerugian bagi petambak udang. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air tambak yaitu suhu air, pH air, dan salinitas air. Pada laporan sebelumnya yang berjudul “*Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Wireless Sensor Network*” dengan jarak komunikasi *module wireless* maksimal 60 meter, kurang praktis apabila diakses dari kejauhan (Salim & Andini, 2019).

Pengelolaan kualitas air tambak yang baik dapat menjaga baku mutu dan dapat meningkatkan hasil dan produktivitas udang. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah para petambak udang untuk mengelola tambak udang dengan cara memantau kualitas air dari kejauhan yang berbasis *website*. Data hasil pemantauan yang akurat tersebut akan tersimpan sehingga dapat digunakan sebagai prediksi untuk memantau kualitas air tambak udang. Sistem ini berjudul “Rancang Bangun Sistem *monitoring* kualitas air tambak udang berbasis *Internet of Things*” dengan menggunakan sensor untuk memantau kualitas air tambak udang. Data sensor diolah oleh Arduino Nano dan Wemos D1 mini board berbasis Wifi dari keluarga ESP8266 yang mengirim data pada Firebase realtime database, kemudian pengguna akan memantau nilai kandungan garam, besar suhu, dan kandungan pH pada web (Wibisono, et al., 2019). *Internet of Things* merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas konektivitas yang tersambung secara terus menerus. Internet yang menjadi penghubung diantara kedua mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung (Tanuwijaya, 2018).

Dengan adanya alat ini dapat membantu petambak udang dalam memantau kualitas air tambak dari kejauhan yang berbasis internet menggunakan android pada aplikasi blynk apabila petambak tidak berada dikawasan tambak udang. Sedangkan pemantauan kualitas air tambak udang melalui LCD yang terpasang pada alat apabila petambak berada pada kawasan tambak udang.

2. METODE

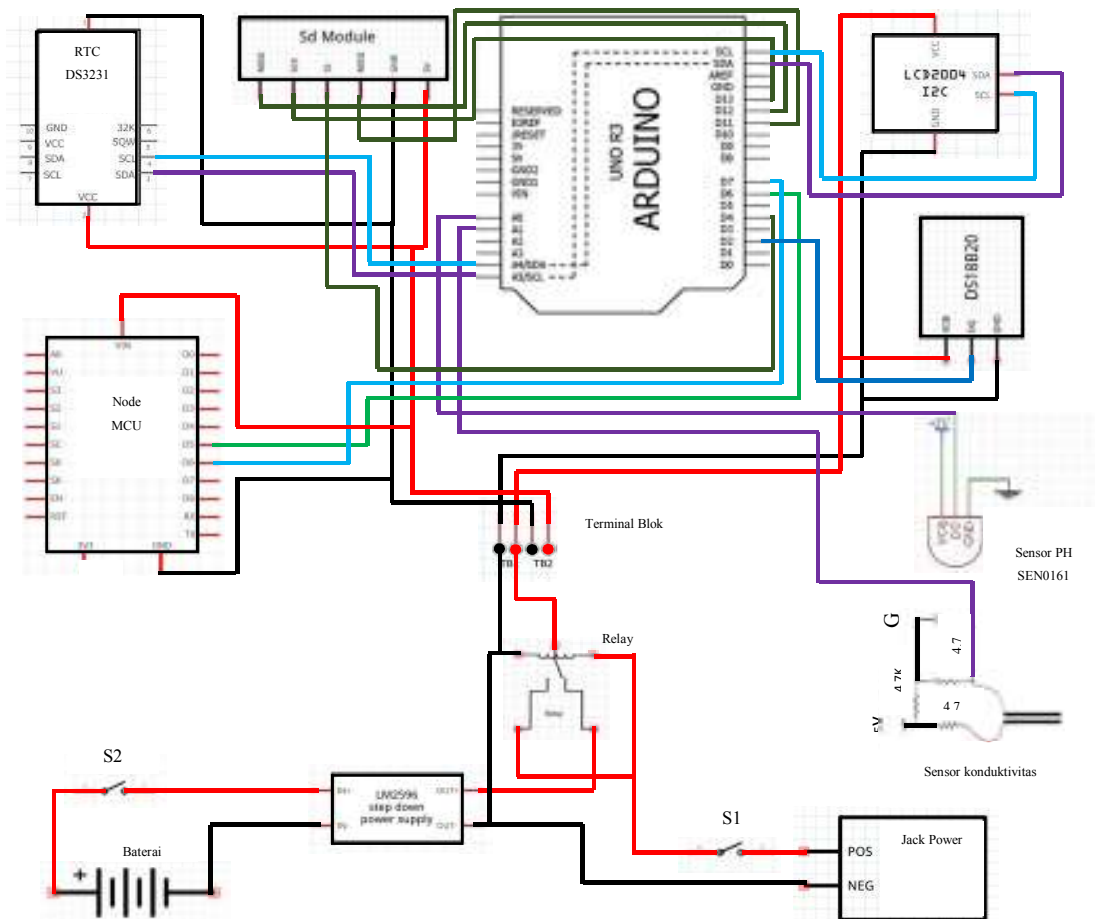
Dalam metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, adapun alur dalam penelitian dari Sistem *Monitoring* Kualitas Air Tambak Udang berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai berikut:

2.1 Pengumpulan Data dan Wawancara

Pengumpulan data yang didapatkan dari hasil wawancara dengan Pak Agung selaku teknisi tambak udang PT. Panorama Lintas Timur desa Rebo, Bangka dilakukan pada tanggal 4 Maret 2020.

2.2 Perancangan Rangkaian Kontrol dan Komunikasi

Rangkaian kontrol yang digunakan untuk mengilustrasikan Sistem *Monitoring* Kualitas Air Tambak Udang Berbasis *Internet of Things* (IoT).



Gambar 1. Rangkaian Kontrol dan Komunikasi

Berdasarkan gambar 1 menjelaskan bahwa cara kerja dari Sistem *Monitoring* Kualitas Air Tambak Udang Berbasis *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah alat yang digunakan untuk memantau kualitas air tambak udang dengan parameter suhu air, pH air dan salinitas air. sensor suhu DS18B20, sensor PH SEN0161, sensor konduktivitas, RTC, SD Card, dan LCD terhubung ke Arduino Uno untuk diolah atau diproses. Selanjutnya hubungkan Arduino Uno ke NodeMCU ini menggunakan serial komunikasi untuk saling terhubung satu sama lain, sehingga data pembacaan dapat terkirim ke Android yang berbasis *Internet*. Pada alat ini menggunakan sumber utama dari adapter yang di jalankan menggunakan S1 dan sumber cadangan dari baterai yang dijalankan menggunakan S2. Alat akan beroperasi apabila tombol *ON* pada alat ditekan, maka akan menampilkan hasil pemantauan kualitas air tambak udang pada aplikasi blynk dan LCD. Pada sistem ini menggunakan sensor DS18B20 untuk parameter suhu air, sensor PH SEN0161 untuk parameter PH air,

dan sensor konduktivitas untuk parameter salinitas air. RTC pada rangkaian kontrol itu digunakan untuk mengatur waktu penyimpanan data ke SD Card yang telah terpasang pada alat. Alat ini berperan untuk memantau kualitas air tambak udang melalui LCD (menampilkan nilai hasil pembacaan sensor) dan blynk pada Android (menampilkan nilai hasil pembacaan sensor dan grafik secara *real time*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian *Monitoring* selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam

3.1.1 Pengujian Selama 1 Jam

Pengujian keseluruhan sensor dalam jangka waktu 1 jam, untuk membaca data setiap 10 menit dari jam 8.00 – jam 9.00.

Tabel 1. Pengujian Selama 1 Jam

No	Nilai Suhu			Nilai PH			Nilai Salinitas		
	Sen. Suhu	AU. Suhu	%Error (%)	Sen. PH	AU. PH	%Error (%)	Sen. Sal	AU. Sal	%Error (%)
1.	27.42	27.4	0.07	6.49	6.66	2.55	21.10	22.0	4.09
2.	27.49	27.6	0.39	7.82	7.68	1.82	21.34	22.0	3.0
3.	27.67	27.7	0.10	7.97	7.74	2.97	21.61	22.0	1.7
4.	27.55	27.7	0.54	8.12	7.78	4.37	21.38	22.0	2.8
5.	27.61	27.7	0.32	8.25	7.95	3.77	21.47	22.0	2.4
6.	27.67	27.8	0.46	8.29	8.06	2.85	21.53	22.0	2.1
	Rata-rata		0.31	Rata-rata		3.05	Rata-rata		2.68

Dari hasil pengujian selama 1 jam dapat diketahui bahwa rata-rata nilai persentase *error* suhu yang terbaca sebesar 0.31%, rata-rata nilai persentase *error* pH yang terbaca sebesar 3.05%, dan rata-rata nilai persentase *error* salinitas yang terbaca sebesar 2.68%. Maka dari itu nilai yang terbaca oleh sensor dapat bekerja secara optimal.

3.1.2 Pengujian Selama 2 Jam

Pengujian keseluruhan sensor dalam jangka waktu 2 jam, untuk membaca data setiap 20 menit dari jam 8.00 – jam 10.00.

Tabel 2. Pengujian Selama 2 Jam

No	Nilai Suhu			Nilai PH			Nilai Salinitas		
	Sen. Suhu	AU. Suhu	%Error (%)	Sen. PH	AU. PH	%Error (%)	Sen. Sal	AU. Sal	%Error (%)
1.	27.42	27.4	0.07	6.78	6.86	1.16	23.59	23.0	2.56
2.	27.49	27.5	0.03	8.27	7.28	13.5	23.73	23.0	3.17
3.	27.42	27.4	0.07	8.42	7.86	7.12	24.09	23.0	4.73
4.	27.36	27.4	0.14	8.65	8.21	5.35	24.25	23.0	5.43
5.	27.24	27.3	0.21	8.83	8.24	7.16	24.06	23.0	4.60
6.	27.11	27.2	0.33	8.87	8.41	5.46	24.19	23.0	5.17
	Rata-rata		0.14	Rata-rata		6.62	Rata-rata		4.27

Dari hasil pengujian selama 2 jam dapat diketahui bahwa rata-rata nilai persentase *error* suhu yang terbaca sebesar 0.17%, rata-rata nilai persentase *error*

pH yang terbaca sebesar 6.62%, dan rata-rata nilai persentase *error* salinitas yang terbaca sebesar 4.27%. Maka dari itu nilai yang terbaca oleh sensor dapat bekerja secara optimal.

3.1.3 Pengujian Selama 3 Jam

Pengujian keseluruhan sensor dalam jangka waktu 3 jam, untuk membaca data setiap 30 menit dari jam 8.00 – jam 11.00.

Tabel 3. Pengujian Selama 3 Jam

No	Nilai Suhu			Nilai PH			Nilai Salinitas		
	Sen. Suhu	AU. Suhu	%Error (%)	Sen. PH	AU. PH	%Error (%)	Sen. Sal	AU. Sal	%Error (%)
1.	27.42	27.4	0.07	6.78	6.86	1.11	23.59	24.0	1.70
2.	27.42	27.4	0.07	8.31	7.98	4.18	23.91	24.0	0.37
3.	27.36	27.4	0.14	8.65	8.21	5.35	24.95	24.0	3.95
4.	26.98	27.0	0.07	8.71	8.31	4.81	24.34	24.0	1.41
5.	26.92	27.0	0.29	8.79	8.34	4.51	24.11	24.0	0.45
6.	26.47	26.5	0.11	9.09	8.62	5.45	24.93	24.0	3.87
	Rata-rata		0.23	Rata-rata		4.23	Rata-rata		1.95

Dari hasil pengujian selama 3 jam dapat diketahui bahwa rata-rata nilai persentase *error* suhu yang terbaca sebesar 0.23%, rata-rata nilai persentase *error* pH yang terbaca sebesar 4.23%, dan rata-rata nilai persentase *error* salinitas yang terbaca sebesar 1.95%. Maka dari itu nilai yang terbaca oleh sensor dapat bekerja secara optimal.

3.2 Hasil Pengujian *Monitoring* menggunakan Blynk pada Android

➤ Hasil *Monitoring* pada Android

Tampilan dari hasil pengujian sistem *monitoring* kualitas air tambak udang untuk parameter suhu, pH, dan salinitas menggunakan blynk pada Android.



Gambar 2. Sistem *Monitoring* menggunakan blynk pada Android

Dari hasil pengujian sensor suhu, pH, dan salinitas menggunakan blynk pada Android, jadi akan menampilkan nilai secara *real time* dan data akan tersimpan pada blynk, serta tersimpan juga pada SD Card. Gambar 2 ini digunakan sebagai sample untuk menampilkan nilai pada aplikasi blynk, serta notifikasi ketika kualitas air tidak pada kondisi normal.

3.3 Analisis Data Pengujian

Dari hasil pengujian sensor suhu selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dengan rata-rata persentase *error* berturut-turut 0.31%, 0.14%, dan 0.23%. Data hasil pengujian sensor pH selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dengan rata-rata persentase *error* berturut-turut 3.05%, 6.62%, dan 4.23%. Data hasil pengujian sensor salinitas selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dengan rata-rata persentase *error* berturut-turut 2.68%, 4.27%, dan 1.95%. Pengujian selama 1 jam dilakukan dari jam 8.00 - jam 9.00, pengujian selama 2 jam dilakukan dari jam 8.00 - jam 10.00, dan pengujian selama 3 jam dilakukan dari jam 8.00 - jam 11.00. Pengujian ini dengan cara merendamkan sensor pada air tambak udang secara terus menerus. Parameter suhu yang optimal untuk tambak udang yaitu sebesar 29°C, pH air yang optimal sebesar 7.5-8.4, dan salinitas air yang optimal sebesar 15-25 ppt.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan rangkaian kontrol dan komunikasi pada sistem *monitoring* yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian, berdasarkan hasil data yang diperoleh melalui pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengujian aplikasi *monitoring* menggunakan *software* Blynk pada Android. Dari hasil pengujian *monitoring* didapat bahwa aplikasi dapat menampilkan data nilai suhu, nilai pH, nilai salinitas, nilai grafik, dan notifikasi yang akan menginformasikan tentang kondisi kualitas air tambak udang dalam kondisi baik atau buruk dengan jarak jauh yang berbasis internet.
2. Pengujian suhu, pH, dan salinitas air didapatkan bahwa rata-rata persentase *error* dari data hasil pengujian sensor suhu selama 1 jam adalah 0.31%, selama 2 jam adalah 0.14% , dan selama 3 jam adalah 0.23%. Rata-rata persentase *error* dari data hasil pengujian sensor pH selama 1 jam adalah 3.05%, selama 2 jam adalah 6.62% , dan selama 3 jam adalah 4.23%. Rata-rata persentase *error* dari data hasil pengujian sensor konduktivitas selama 1 jam adalah 2.68%, selama 2 jam adalah 4.27% , dan selama 3 jam adalah 1.95%. Jadi, keakuratan dari Sistem *Monitoring* Kualitas Air Tambak Udang Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk parameter suhu sebesar 99.69% - 99.86%, parameter pH sebesar 93.38% - 96.95% dan parameter salinitas sebesar 95.73% - 98.05%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya kepada PT Panorama Lintas Timur Desa Rebo, Bangka terkhususnya Pak Agung dan rekan kerja yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini terkait permasalahan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air dan proses pemantauan kualitas air tambak udang.

DAFTAR PUSTAKA

- Salim, A. & Andini, S., 2019. *Monitoring kualitas air tambak udang menggunakan wireless sensor network*, Sungailiat: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Saputri, R. S. & Anzullah, M., 2019. *Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Udang Vaname (Semi Automatic Feeder) Berbasis Internet of Things (IoT)*, Sungailiat: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Suriawan, A., Efendi, S., Asmoro, S. & Wijaya, J., 2019. Sistem budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tambak udang HDPE dengan sumber Air bawah tanah salinitas tinggi. *Jurnal Perencanaan Budidaya Air Payau dan Laut*, pp. 6-14.
- Tanuwijaya, C. N., 2018. *Binus University*. [Online] Available at: <https://sis.binus.ac.id/2018/03/08/apakah-itu-iot-internet-of-things/> [Accessed 14 November 2020].
- Wibisono, D. A., Aminah, S. & Maulana, G., 2019. Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet Of Things. *SNIA (Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya)*, September, 4(1), pp. 1-9.



KONTROL 3D PRINTER BERBASIS ARDUINO

Reza Pahlevi¹, Muhammad Bobby Kusnadi², Made Andik Setiawan³, Charloth⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: rpahlevi1324@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini dunia industri terus mengalami perkembangan, terutama industri yang bergerak di bidang manufaktur. Pengembangan produk oleh perusahaan manufaktur merupakan sebuah keharusan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Salah satu cara yang paling efisien untuk pengembangan produk tersebut adalah menggunakan 3D printer. 3D printer yang beredar di pasaran menggunakan papan kontrol RAMPS 1.4 dengan marlin firmware yang bersifat open source, sedangkan 3D printer yang dibuat ini menggunakan Arduino sebagai sistem kontrolnya. 3D printer yang dibuat ini memiliki kemampuan untuk mencetak garis lurus dengan aplikasi Matlab sebagai aplikasi untuk memberi perintah untuk mencetak. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal perlu dilakukan persiapan dan pengujian untuk mendapatkan parameter yang sesuai. Berdasarkan pengujian dari alat yang telah dibuat, 3D printer dapat berfungsi cukup dengan parameter seperti suhu nozzle pada kisaran 150 °C dan jarak antara ujung nozzle dan alas cetak sebesar 0,25 mm. 3D printer yang telah dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 9,4$ mm dengan resolusi sebesar 0,16 mm dan repetabilitas sebesar 0,2 mm.

Kata Kunci: 3D printer, Arduino, Matlab, Parameter

ABSTRACT

Currently the industrial world continues to experience development, especially industries engaged in manufacturing. Product development by manufacturing companies is a must to meet consumer needs. One of the most efficient ways to develop these products is to use a 3D printer. The 3D printers on the market use the RAMPS 1.4 control board with the marlin firmware which is open source, while the 3D printers made use of the Arduino as the control system. This 3D printer has the ability to print straight lines with the Matlab application as an application to give commands to print. To get maximum results, it is necessary to prepare and test to get the appropriate parameters. Based on the testing of the tools that have been made, the 3D printer can function sufficiently with parameters such as nozzle temperature in the range of 150 °C and the distance between the nozzle tip and the print bed of 0.25 mm. The 3D printer that has been made has an accuracy rate of ± 9.4 mm with a resolution of 0.16 mm and a repeatability of 0.2 mm.

Keywords: 3D printer, Arduino, Matlab, Parameters

1. PENDAHULUAN

Saat ini dunia industri terus mengalami perkembangan, terutama industri yang bergerak di bidang manufaktur. Dalam industri manufaktur perencanaan suatu produk menjadi bagian yang sangat penting mengingat begitu ketatnya persaingan dan cepatnya inovasi baru yang dikeluarkan oleh produsen untuk mendapatkan pasar penjualan (Bagus, 2018)

Pengembangan produk oleh perusahaan manufaktur merupakan sebuah keharusan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Beberapa perusahaan manufaktur melakukan pengembangan produk, yaitu proses dimana konsep produk harus diterjemahkan dari gambar teknik menjadi produk fisik. Pembuatan produk fisik model pertama atau prototype dinamakan prototyping. Prototyping sangat penting karena merupakan makna terakhir dalam verifikasi bentuk, kesesuaian, dan fungsi produk. Rapid Prototyping atau Layered Manufacturing adalah proses fabrikasi suatu produk dengan layer by layer, atau penambahan raw material berturut-turut pada layer hingga terbentuk produk yang sesuai dengan model (PT. Deprintz, 2018). Untuk pembuatan prototype tersebut, salah satu cara yang paling efisien adalah menggunakan 3 dimensions printer (3D Printer). Penggunaan 3D printer dapat memangkas biaya produksi dan waktu pengerjaannya akan lebih cepat dibandingkan dengan cara yang konvensional.

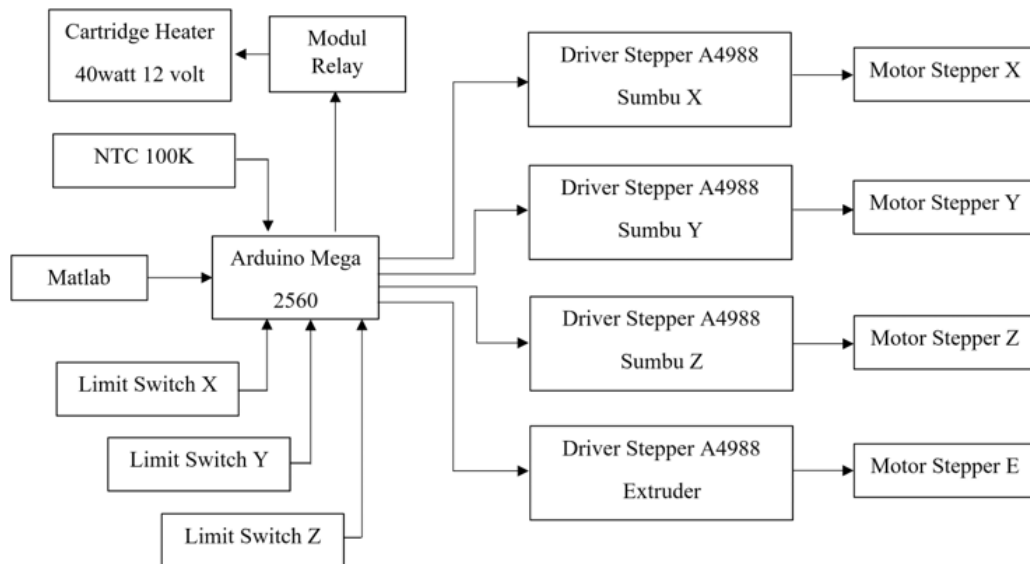
Pada Proyek Akhir ini kontrol 3D printer menggunakan Arduino Mega 2560, sedangkan pada 3D printer yang beredar di pasaran menggunakan papan kontrol RAMPS 1.4 dengan marlin firmware yang bersifat open source. Dengan menggunakan RAMPS 1.4 3D printer mampu mencetak bentuk 3 dimensi dengan format STL. Karena marlin firmware bersifat open source, maka dari itu 3D printer yang akan dibuat pada proyek akhir ini memiliki kemampuan untuk mencetak garis lurus dengan aplikasi Matlab sebagai aplikasi untuk memberi perintah untuk mencetak.

2. METODE

Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat alat untuk kontrol 3D printer berbasis Arduino, 3D printer yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan metode Fused Deposition Modeling (FDM) adalah Proses pembuatan additive yang termasuk dalam kelompok "Material Extrusion". Dalam FDM, Sebuah Objek dibentuk dengan cara melelehkan material (Resin) lalu di tempatkan lapis demi lapis sehingga membentuk sebuah objek yang di inginkan. Material yang digunakan dalam FDM adalah Jenis Thermoplastic dalam bentuk Filament. FDM Sendiri digunakan dalam sebagian besar industri 3D Printer dan ini merupakan teknologi yang banyak digunakan pada jenis printer 3D (Gandjar Kiswanto, 2010)

Adapun tahapan dalam penelitian ini terdiri dari 6 tahapan yaitu, pertama melakukan studi literatur serta pengumpulan data yang berkaitan dengan 3D printer. Tahapan kedua yaitu mendesain Kontrol 3D Printer Berbasis Arduino baik dari hardware maupun software. Tujuannya agar mempermudah dalam pembuatan tugas akhir ini. Perancangan hardware ini berupa perancangan elektrik yang dibutuhkan dalam 3D printer itu sendiri. Tahapan ketiga yaitu, Pembuatan hardware dan software, untuk konstruksi mekanik dalam penelitian ini penulis tidak membuat langsung konstruksi mekaniknya karena kontruksi mekaniknya membeli kontruksi yang sudah siap pakai. Tahapan empat yaitu, proses pembuatan hardware elektrik dan software selesai, langkah selanjutnya adalah proses uji coba alat. Proses ini

bertujuan untuk mengetahui kerja alat apakah bekerja secara optimal dan berfungsi sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Tahapan kelima yaitu tahap analisis data pada hasil uji coba yang telah dilakukan yang bertujuan untuk melihat kekurangan terhadap alat yang telah dibuat baik dari segi konstruksi, rangkaian kontrol serta program yang dibuat.



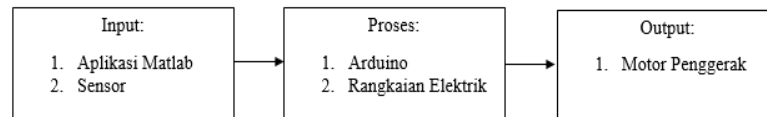
Gambar 1. Blok diagram hardware elektrik

Pada Gambar 1 yaitu merupakan blok diagram kontrol 3D printer berbasis Arduino. Perintah input nilai yang ingin dicetak menggunakan aplikasi Matlab, input yang dimaksud berupa nilai sumbu X dan sumbu Y. Kemudian Arduino akan memproses seluruh kontrol yang telah dibuat sehingga semua sistem bekerja sesuai dengan kontrol yang telah dibuat. Mulai dari motor stepper bergerak sesuai dengan nilai input yang telah diperintahkan, kemudian pemanas akan mulai bekerja untuk memanaskan nozzle sehingga proses pencetakan dapat berjalan dan akan menghasilkan output yang diinginkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnya, cara kerja 3D printing sama saja dengan printer inkjet konvensional dimana printer membuat layer atau lapisan-lapisan cetakan warna untuk membuat sebuah objek terlihat seperti seharusnya. Hanya saja pada 3D printer yang digunakan bukanlah tinta tetapi plastic molten wax atau filament sehingga menjadi sebuah objek yang diinginkan. Berbeda dengan teknologi seperti pada mesin CNC (Computer Numeric Control) yaitu substractive manufacturing, 3D printer menganut teknologi additive manufacturing di mana objek terbangun dengan membentuk layer per layer material, bukan membuang material seperti pada laser cutting/milling machine (Sumantri, 2012)

Hasil pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana proses pencetakan pada 3D printer, dengan cara mengubah-ubah parameter seperti suhu nozzle dan jarak ujung nozzle dengan alas cetak sampai mendapatkan parameter yang tepat untuk mendapatkan hasil cetakan yang diinginkan.



Gambar 2. Blok diagram sistem 3D printer berbasis arduino secara umum

Dapat dilihat pada Gambar 2 bagian input pada alat terdiri dari aplikasi untuk memasukkan nilai x dan y, pembuatan aplikasi input tersebut menggunakan GUI matlab. Sedangkan sensor yang digunakan adalah thermistor 100K sebagai pengontrol suhu pada nozzle. Untuk bagian pemrosesan menggunakan arduino mega 2560 sebagai pengontrol rangkaian elektrik pada 3D printer yang dibuat. Dan untuk bagian output yaitu motor stepper sebagai penggerak setiap axis sehingga dapat mencetak garis lurus sebagai hasilnya.

1. Pengujian Motor *Stepper* Sebagai Penggerak X Axis

Untuk mendapatkan rumus perhitungan untuk mencetak garis lurus pada penelitian ini kita harus mengetahui spesifikasi dari *Timing belt* dan *Pulley circle*. *Belt* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tipe GT2 dimana jarak antara *pitch* yaitu 2 milimeter. Sedangkan *pulley circle* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tipe GT2 dengan jumlah gigi 32 dimana jarak antara *pitch* yaitu 2 milimeter. Didapatkanlah perhitungan untuk mengkonversikan nilai *step* motor menjadi nilai dengan satuan milimeter.

Panjang satu putaran penuh motor stepper yaitu 32 mm. Dan untuk mencetak sepanjang satu milimeter diperlukan 6,25 *step*.

Jika ingin mencetak garis dengan panjang 100 mm, maka kita dapat menghitung berapa jumlah *step* yang diperlukan untuk mencetak garis tersebut yaitu 625 *step* sebagaimana digambarkan dalam Gambar 3 dan Tabel 1.



Gambar 3. Motor *stepper* sebagai penggerak X axis

Tabel 1. Hasil pengujian motor stepper sebagai penggerak X axis

<i>Step</i>	Hasil Pengukuran (mm)
62	10
312	50
625	100

Pada Tabel 1 diatas merupakan hasil pengujian motor *stepper* dengan *driver* A4988. Dari data pengujian menggunakan pena dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan sama dengan hasil garis yang terbentuk.

2. Pengujian Aplikasi Input 3D Printer Dengan Matlab

Penelitian ini menggunakan fungsi GUI, untuk mencoba interaksi antara Arduino dan Matlab.



Gambar 2. Aplikasi *input* 3D printer dengan Matlab

Terdapat beberapa menu yang disediakan seperti tombol *connect* dan *disconnect* yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan koneksi antara Arduino dan Matlab. Serta menu untuk mengatur nilai X dan nilai Y yang diinginkan, dan terakhir tombol *reset* yang berfungsi untuk mengembalikan nilai X dan nilai Y menjadi nol.

3. Pengujian Keseluruhan

Pengujian dilakukan dalam bentuk kalibrasi parameter dengan mencetak, hasil yang sudah tercetak kemudian diukur dan dilihat secara visual tampilan luarnya. Jika hasil pengukuran maupun hasil secara visual tidak sesuai, maka parameter diubah sampai didapat hasil yang sesuai.

Jarak antara ujung *nozzle* dengan alas cetak = 1 mm, suhu *nozzle* = 100 °C filamen yang keluar kurang baik dan terlalu cepat mengeras, filamen tidak menempel pada alas cetak. Suhu *nozzle* = 125 °C, filamen yang keluar kurang baik dan terlalu cepat mengeras, filamen tidak menempel pada alas cetak. Suhu *nozzle* = 150 °C, filamen yang keluar sudah sesuai dengan yang diinginkan, filamen tidak menempel pada alas cetak.

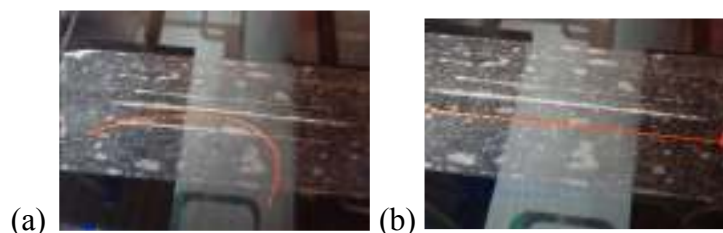
Suhu *nozzle* = 150 °C, jarak antara ujung *nozzle* dengan alas cetak = 0.8 mm dan 0.5 mm filamen tidak menempel dengan baik pada alas cetak. Sedangkan jarak dengan alas cetak = 0.25 mm filamen menempel dengan baik pada alas cetak.



Gambar 3. Hasil dari parameter dengan suhu (a) 100°C, (b) 125°C, (c) 150°C dan jarak 1 mm

Parameter suhu pada *nozzle* sangat berpengaruh pada hasil cetakan, suhu yang terlalu rendah akan membuat *filament* cepat mengeras sehingga hasil cetakan tidak menempel pada alas cetak. Sedangkan apabila suhu terlalu tinggi akan berpengaruh pada *hotend* yang berfungsi sebagai penyerap panas *nozzle*, kemampuan *hotend* akan berkurang apabila suhu *nozzle* terlalu tinggi sehingga *nozzle* akan mengalami *overheat*.

Parameter jarak antara ujung *nozzle* ke alas cetak juga berpengaruh pada kemampuan menempelnya. Secara ideal diameter keluaran plastik dari *nozzle* sama dengan diameter ujung *nozzle*. Jenis alas cetak yang digunakan juga berpengaruh pada kemampuan menempelnya *filament*. Alas cetak *heat bed* biasanya paling banyak digunakan karena *heat bed* dapat menghantarkan panas. Beda dengan alas cetak dari jenis akrilik ataupun kaca yang tidak dapat menghantarkan panas.



Gambar 9. Hasil dari parameter dengan suhu 150°C dan jarak (a) 0,50 mm, (b) 25 mm

Setelah dilakukan pengujian dengan parameter kedua, suhu pada *nozzle* yang baik ada pada kisaran 150°C. Sedangkan untuk jarak antara alas cetak dengan ujung *nozzle* yang baik ada pada jarak 0,25 mm. Apabila jarak lebih kecil dari 0,25 *filament* sulit untuk keluar dan dapat menyebabkan *nozzle* menjadi buntu karena adanya gumpalan *filament* yang menumpuk dalam *nozzle*. Dengan menggunakan alas cetak dari kaca, dimana *filament* sulit untuk menempel jika tidak dibantu dengan perekat seperti lem kertas atau *double tape*. Kemudian dilakukan pengecekan apakah alat yang dibuat memiliki akurasi dan presisi yang baik atau tidak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengerjaan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat berfungsi baik dengan parameter suhu *nozzle* pada kisaran 150°C dan jarak antara ujung *nozzle* dan alas cetak adalah 0,25 mm. Hasil cetak pada alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 9,4$ mm dengan resolusi sebesar 0,16 mm dan reipabilitas sebesar 0,2 mm. Penggunaan alas cetak dari kaca kurang efisien karena perlu penambahan perekat sebelum mencetak agar filamen menempel.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih untuk Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan Penelitian Riset Dasar Kementerian Riset dan Teknologi tahun 2020, I Made Andik Setiawan selaku dosen pendamping, serta pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan artikel ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus, I., 2018. *Pengertian 3D Printer FDM (Fused Deposition Modeling)*. [Online] Available at: <https://www.idekubagus.com/2018/02/pengertian-3d-printer-fdm-fused.html>, [Accessed 17 November 2020].
- Gandjar Kiswanto, A. R. A. S. H. M., 2010. Pengembangan Mesin Rapid Prototyping Berbasis Fdm (Fused Deposition Modeling) Untuk Produk Berkontur Dan Prismatik. p. 123.
- PT. Deprintz, 2018. *Mesin 3D Printer*. [Online] Available at: <https://jualmesinprinter3d.com/prinsip-dasar-dan-cara-kerja-mesin-3d-printer/#:~:text=Prinsip%20utama%20untuk%20pencetakan%203D,menampilkan%20data%20dalam%203%20dimensi.> [Accessed 17 November 2020].
- Sumantri, D., 2012. Gandjar Kiswanto, dkk, Pengembangan Mesin Rapid Prototyping Berbasis Fdm (Fused Deposition Modeling) Untuk Produk Berkontur Dan Prismatik, 2010, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9 Palembang.. pp. 1-2.



ANALISIS PENGARUH KECEPATAN POTONG TERHADAP
LAJU Pengerjaan MATERIAL PADA PROSES
PEMBUBUTAN BAJA AISI 1045

Erick Wiratama¹, Zaldy Kurniawan², Masdani³

^{1,2,3} Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung, Sungailiat
erickwiratama1@gmail.com

ABSTRAK

Proses pengerjaan logam dapat diklasifikasikan secara umum menjadi 2 yaitu noncutting (tanpa penyayatan) dan cutting (penyayatan). Dunia industri manufaktur, keberhasilan suatu proses produksi sangat dipengaruhi oleh mesin-mesin produksi yang digunakan. Mesin Bubut adalah mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang berputar. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman pemotongan terhadap laju pengerjaan material menggunakan pahat bubut insert CNMG 120404-TF merk iscar dan menggunakan dromus sebagai cairan pendingin. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan setting variabel-variabel guna mendapat laju pengerjaan material yang besar.. Proses pembubutan menggunakan mesin bubut konvensional MAWItech D.O.O.B 160 x1000, serta material yang digunakan adalah AISI 1045, serta data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANAVA pada software statistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh kecepatan potong terhadap laju pengerjaan material mean sebesar -4.32% dan S/N rasio sebesar -2.50% . Kedalaman pemotongan memberikan pengaruh yang paling signifikan terhadap laju pengerjaan material.

Kata Kunci: Bubut, Laju, Logam, Material, Potong

ABSTRACT

Metal working processes can be generally classified into 2, namely non-cutting (without cutting) and cutting (cutting). In the world of manufacturing industry, the success of a production process is greatly influenced by the production machines used. Lathes are machine tools used to cut rotating objects. The purpose of this study was to determine the effect of cutting speed, infeed speed, and cutting depth on the material processing rate using CNMG 120404-TF iscar brand lathe and using dromus as coolant. This study uses an experimental method, with variable settings in order to obtain a large material processing rate. The turning process uses a conventional MAWItech D.O.O.B 160 x1000 lathe, and the material used is AISI 1045, and the research data is analyzed using ANAVA in statistical software. The results showed that the effect of cutting speed on the mean material

processing rate was -4.32% and the S / N ratio was -2.50%. The depth of cutting has the most significant effect on the rate of material processing.

Keywords: Cut, Lathe, Metal, Material, Rate

1. PENDAHULUAN

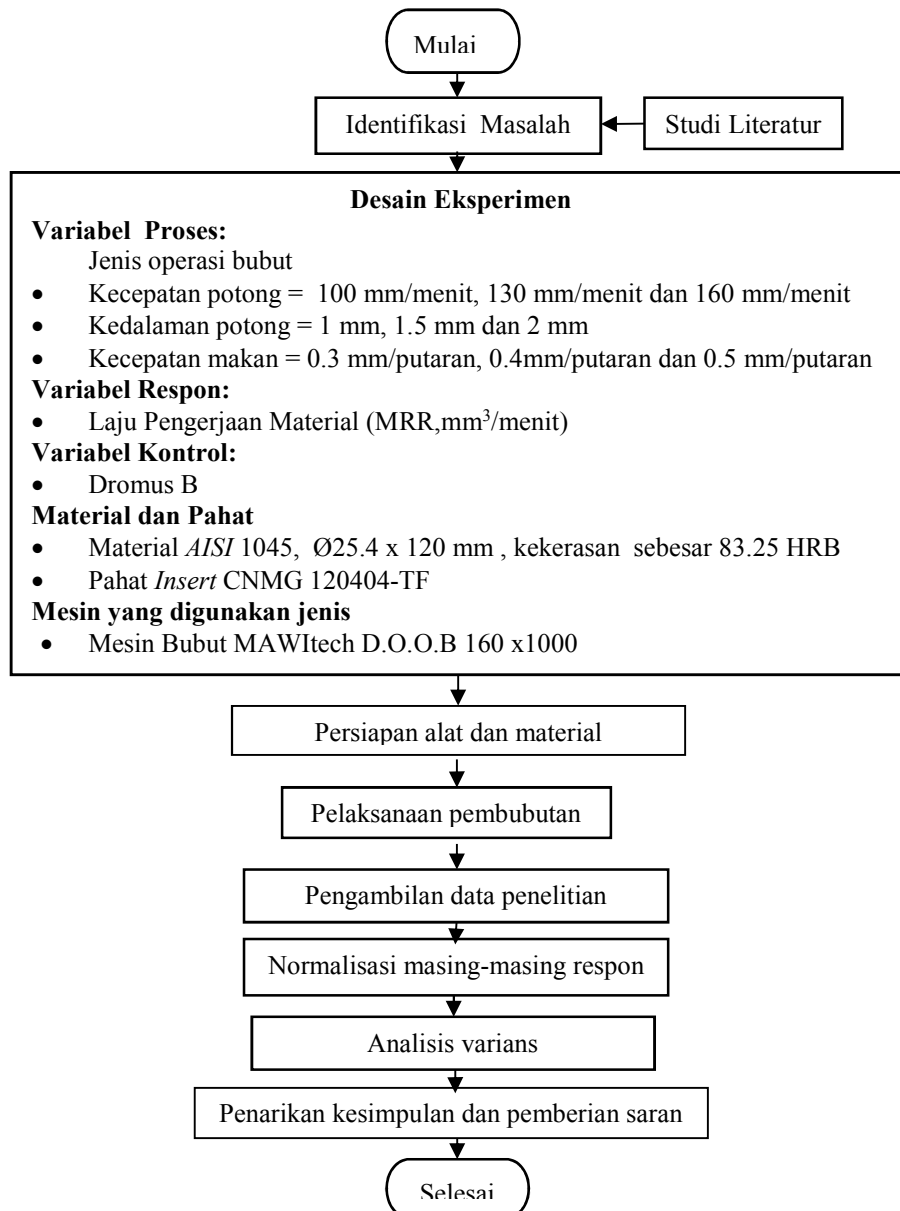
Dunia industri manufaktur, keberhasilan suatu proses produksi sangat dipengaruhi oleh mesin-mesin produksi yang digunakan. Hal ini dikarenakan di tiap bengkel mesin konstruksi dan bengkel-bengkel pengerjaan logam, mesin-mesin ini banyak digunakan dalam pembuatan atau perbaikan komponen tertentu dalam suatu produk manufaktur. Salah satu mesin perkakas yang digunakan adalah mesin bubut. Mesin Bubut adalah mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang berputar. Bubut merupakan suatu proses pemakanan benda kerja dengan mensayat benda kerja yang berputar. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan. Proses bubut (*turning*) dalam industri manufaktur merupakan salah satu proses yang digunakan dalam pemotongan logam. Lebih kurang 80% dari keseluruhan kegiatan yang ada pada operasi proses pemotongan logam menggunakan proses bubut (Azib, 2017).

Mukherjee, dkk (2014) menyimpulkan bahwa kedalaman potong memiliki pengaruh paling signifikan terhadap laju pembuangan material (*Material Removal Rate*) dan diikuti oleh kecepatan pemakanan (*feed rate*), dengan meningkatkan kedalaman potong (*depth of cut*) maka laju pembuangan material (*Material Removal Rate*) juga ikut meningkat. Vinayak, dkk (2019) menyatakan bahwa rasio S/N dan *main effect plot* untuk MRR, dapat disimpulkan optimal. Parameter pemesinan untuk memaksimalkan tingkat laju pengerjaan material, dimana kecepatan potong pada sebesar 750m/ mnt, gerak umpan 0.07 mm/mnt, dan kedalaman pemotongan 0.5 mm adalah *setting* parameter yang disarankan untuk mendapatkan MRR yang tinggi.

Dari uraian-uraian yang telah dibaca, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh kecepatan potong terhadap laju pengerjaan material pahat bubut jenis *insert* CNMG 120404-TF dan menggunakan cairan pendingin dromus B. Adapun bahan yang digunakan adalah *AISI* 1045 dengan menggunakan metode eksperimen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan potong terhadap laju pengerjaan material pahat bubut *insert* CNMG 120404-TF merk *iscar* dan untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh terhadap laju pengerjaan material pahat bubut *insert* CNMG 120404-TF merk *iscar*. Penulis berharap penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk memaksimalkan laju pengerjaan material bagi operator dan penelitian sejenis kedepannya. Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain Sebagai bahan referensi pada penelitian sejenisnya dalam rangka untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang laju pengerjaan material dan dapat menekan biaya produksi.

2. METODE

Pada tahapan penelitian tugas akhir ini terdapat rancangan penelitian, sehingga memudahkan peneliti bagaimana melakukan penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, desain penelitian atau alur proses penelitian adalah rencana dan struktur penyelidikan yang disusun sedemikian rupa sehingga peneliti dapat memperoleh jawaban untuk pertanyaan-pertanyaan pada penelitiannya (Soejanto,2009). Penelitian ini akan dilakukan di Bengkel Mekanik Polman Babel, yang dapat dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.1 Karakteristik Respon Optimal

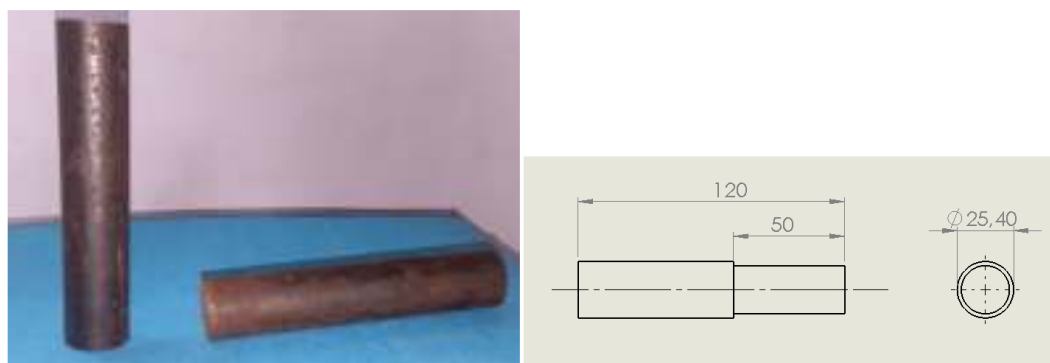
Variabel respon yang meliputi laju pengerjaan material (MRR, mm³/menit) memiliki karakteristik respon optimal. Karakteristik semakin besar semakin baik

(*Larger is better*) digunakan respon untuk laju pengerjaan material (MRR, mm³/menit), hal ini berarti bahwa nilai laju pengerjaan material (MRR, mm³/menit) maksimum adalah yang paling diinginkan.

2.3 Bahan dan Peralatan

a. Benda Kerja

Material benda kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah material baja *AISI 1045*, yang ditunjukkan pada Gambar 2. Material ini memiliki dimensi Ø25.4 x 120 mm dengan kekerasan sebesar 83.25 HRB (Aziza dan Pradani, 2017). Yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Benda kerja

b. Pahat *Insert* CNMG

Pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa pahat *Insert* CNMG 120404-TF. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pahat *insert* CNMG 120404-TF

c. Mesin Bubut

Mesin bubut yang digunakan pada proses pengambilan data keausan pahat bubut adalah mesin bubut yang ada di bengkel mekanik Polman Babel. Spesifikasi mesin bubut dapat dilihat pada Tabel 1 dan gambar mesin bubut Dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Spesifikasi mesin bubut

Merek	MAWitec
Type	D.O.O.B 160 x1000

Tahun Pembuatan	1995
Daya Motor	4.3 Kw
Rpm Maksimal	2000 Rpm

Sumber : *Manual book MAWItec D.O.O.B 160x1000*



Gambar 4. Mesin bubut MAWItec

c. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang benda kerja sebelum melakukan dan sesudah melakukan proses pembubutan. yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Timbangan digital

2.4. Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan ANAVA dimana akan dilakukan pengumpulan data dan perhitungan serta pengujian data dengan statistik antara lain, uji normalitas, uji homogenitas, dan analisis varians pada data hasil percobaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan Rata-rata

Dari hasil perhitungan nilai rata-rata dengan menggunakan taraf interval kepercayaan pada tingkat kepercayaan 95%. Taraf interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan rata-rata menggunakan software dengan taraf interval kepercayaan 95%

<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
---------------	--------------------------------	-----------	--------------------	----------	-------------

<i>Corrected Model</i>	289.014 ^a	6	48.169	7.180	.127
<i>Intercept</i>	4002.207	1	4002.207	596.603	.002
<i>VC</i>	.341	2	.171	.025	.975
<i>F</i>	29.969	2	14.985	2.234	.309
<i>A</i>	258.704	2	129.352	19.282	.049
<i>Error</i>	13.417	2	6.708		
<i>Total</i>	4304.638	9			
<i>Corrected Total</i>	302.431	8			

a. $R\text{-Squared} = .956$ ($Adjusted\ R\text{-Squared} = .823$)

Berdasarkan Tabel 2, Maka didapatkanlah nilai F_{tabel} yakni 4.35, sehingga nilai F_{hitung} (19.282) > F_{tabel} (5.71) = ada pengaruh terhadap laju pengerjaan material. Artinya kedalaman pemotongan memberikan pengaruh terhadap hasil laju pengerjaan material dengan persentase sebesar 81.11%, semakin besar kedalaman pemotongan maka akan semakin besar pula laju pengerjaan material yang dihasilkan.

3.2 Hasil Perhitungan Rasio S/N

Dari hasil perhitungan nilai rasio S/N dengan menggunakan taraf interval kepercayaan pada tingkat kepercayaan 95%. Taraf interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan rasio S/N menggunakan software dengan taraf interval kepercayaan 95%

<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Corrected Model</i>	50.374 ^a	6	8.396	5.489	.162
<i>Intercept</i>	6118.942	1	6118.942	4000.660	.000
<i>VC</i>	.195	2	.097	.064	.940
<i>F</i>	5.084	2	2.542	1.662	.376
<i>A</i>	45.095	2	22.548	14.742	.064
<i>Error</i>	3.059	2	1.529		
<i>Total</i>	6172.375	9			
<i>Corrected Total</i>	53.433	8			

a. $R\text{-Squared} = .943$ ($Adjusted\ R\text{-Squared} = .771$)

Berdasarkan Tabel 3, Maka didapatkanlah nilai F_{tabel} yakni 4.35, sehingga nilai F_{hitung} (14.742) > F_{tabel} (5.71) = ada pengaruh terhadap laju pengerjaan material. Artinya kedalaman pemotongan memberikan pengaruh terhadap hasil laju pengerjaan material dengan persentase sebesar 81.54%, semakin besar kedalaman pemotongan maka akan semakin besar pula laju pengerjaan material yang dihasilkan.

3.3 Analisis

Kondisi hipotesis nol (H_0) untuk masing-masing variabel proses ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kondisi hipotesis nol respon secara serentak

Sumber Variabel	Kondisi H_0
VC	Gagal ditolak/ diterima
F	Gagal ditolak/ diterima
A	Gagal Diterima/ ditolak

Sumber: Hasil dari analisis

Berdasarkan Tabel 4. menunjukkan bahwa variabel-variabel kecepatan potong, dan kecepatan pemakanan tidak berpengaruh terhadap laju pengerjaan material. Sedangkan kedalaman pemakanan mempengaruhi laju pengerjaan material. Variabel-variabel proses yang memiliki kontribusi yang besar terhadap total variansi dari laju pengerjaan material adalah kedalaman pemakanan, yaitu sebesar 81.11% dan 81.54%, diikuti oleh kecepatan pemakanan yang memiliki persen kontribusi sebesar 5.47% dan 6.65%, serta kecepatan potong memiliki persen kontribusi sebesar -4.32% dan -2.50%.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian didapatkan bahwa pengaruh kecepatan potong terhadap laju pengerjaan material *mean* sebesar -4.32% dan laju pengerjaan material S/N rasio sebesar -2.50%. Kedalaman pemotongan merupakan variabel pemesinan yang paling berpengaruh terhadap laju pengerjaan material ($F_{Hitung} > F_{Tabel}$) dengan persentase *mean* sebesar 81.11% dan persentase S/N rasio sebesar 81.54%. Adapun variabel yang paling berpengaruh dari penelitian yang telah dilakukan adalah variabel kedalaman pemotongan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziza Yuliana dan Yayi Febdia Pradani. 2017. *Pengaruh kadar garam dapur (NaCl) dalam media pendinginan terhadap tingkat kekerasan pada proses pengerasan baja ST-60*. Jurnal Teknologi Terapan (G-Tech). Vol.1. No.1
- Azib Fahim Barok Al. 2017. *Pengaruh variasi kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong pada mesin bubut terhadap tingkat keausan pahat HSS*. Artikel Skripsi Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Mukherjeea Sayak, Anurag Kamala, dan Kaushik Kumarb.2014. *Optimization of Material Removal Rate During Turning of SAE 1020 Material in CNC Lathe using Taguchi Technique*. 12th global congress on manufaktur and management, GCMM.
- Soejanto, I. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Vinayak Mr. H. Salgar, Mr. Mohit M. Patil , Mr. Nitin S. More, Mr. Aditya S. Nikam, dan Ajay P. Dhawan. 2019. *Optimization of Cutting Parameters During Turning of AISI 1018 using Taguchi Method*. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). e-ISSN: 2395-0056. p-ISSN: 2395-0072. Vol.6



ANALISIS NILAI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES CNC
MILLING BAJA AISI 1045 METODE *RESPON SURFACE*

Egi Endrian¹, Muhammad Subhan², Yuliyanto³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : egiendrian23@gmail.com

ABSTRAK

Kekasaran permukaan yang minimal merupakan tujuan yang diinginkan pada proses permesinan CNC MORI SEIKI MV-40M dengan parameter – parameter proses permesinan yang tepat agar diperoleh hasil respon kekasaran permukaan benda kerja yang minimal. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa untuk mengurangi variasi dari respon secara serentak. Untuk memperoleh kekasaran permukaan benda kerja yang minimal pada baja AISI 1045 dengan variasi parameter kedalaman pemakanan 0.18 mm (faktor A level 1), feed rate 60 mm/menit (faktor B level 1 dan putaran spindel 800 RPM (faktor C level 2) dengan nilai kekasaran yang dihasilkan 1.169 μ m.

Kata kunci: AISI 1045, Kekasaran Permukaan, Respon Surface.

ABSTRACT

Minimum surface roughness is the desired goal in the MORI SEIKI MV-40M CNC machining process with the right machining process parameters in order to obtain a minimum workpiece surface roughness response. The results of the study indicate that to reduce the variation of the response simultaneously. To obtain minimum workpiece surface roughness on AISI 1045 steel with a variation of 0.18 mm infeed depth parameter (factor A level 1), feed rate 60 mm/min (factor B level 1 and spindle rotation 800 RPM (factor C level 2) with a The resulting roughness is 1,169 m.

Keywords: AISI 1045, Surface Roughness, Respon Surface.

1. PENDAHULUAN

Menurut (Raul, Widiyanti dan Poppy 2016), Dalam proses pemesinan CNC, tingkat kekasaran permukaan adalah hal penting yang harus diperhatikan dari hasil proses pemesinan. Tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan oleh proses pemesinan harus sesuai dengan kebutuhan. Semakin tinggi tingkat kualitas permukaan benda kerja semakin tinggi pula tingkat kepresisiannya.

Menurut (Z. Kurniawan 2013), Kekasaran permukaan cocok digunakan untuk memeriksa kualitas permukaan akhir benda kerja yang dihasilkan dalam jumlah banyak, karena kekasaran permukaan lebih peka terhadap penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan.

Parameter – parameter mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan seperti kecepatan spindle dan kedalaman pemakanan. Penelitian tentang kualitas kekasaran permukaan benda kerja hasil pemesinan sudah sering dilakukan, hal ini dilakukan untuk memperbaiki lagi tingkat kualitas kekasaran permukaan suatu benda kerja dalam proses pemesinan dengan hasil yang maksimal.

Dari penelitian yang berjudul “Analisis Parameter Pemotongan Dan Debit Pendinginan CNC *Milling* Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Box Behkern *Design*” Penelitian ini menggunakan kedalaman pemakanan 0.18 mm, 0.22 mm, dan 0.26 mm, kecepatan pemakanan 180 mm/menit, 240 mm/menit, dan 300 mm/menit, serta debit pendinginan 5 ml/detik, 10 ml/detik dan 15 ml/detik. Berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan, diperoleh kondisi optimum *setting* parameter untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan terbaik, yaitu untuk nilai parameter kedalaman pemakanan sebesar 0.18 mm, nilai kecepatan pemakanan sebesar 180 mm/menit, dan nilai debit pendinginan sebesar 10 ml/detik. Dengan *setting* parameter ini didapatkan nilai optimum kekasaran permukaan sebesar 1.027 μm (Pratama 2017).

Dari penelitian yang berjudul “Optimasi Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Baja ST.42 Dengan Menggunakan Metode Taguchi” Penelitian ini tentang optimasi kekasaran permukaan proses pembubutan baja ST.42 dengan pengaturan parameter yang memiliki nilai kekasaran permukaan paling rendah adalah putaran *spindle* diatur sebesar 2748 rpm, gerak makan diatur sebesar 0,15 mm/put dan dalam pemakanan diatur sebesar 0,5 mm dengan nilai kekasaran yaitu 0,83 μm (Apreza, Kurniawan dan Subhan 2017).

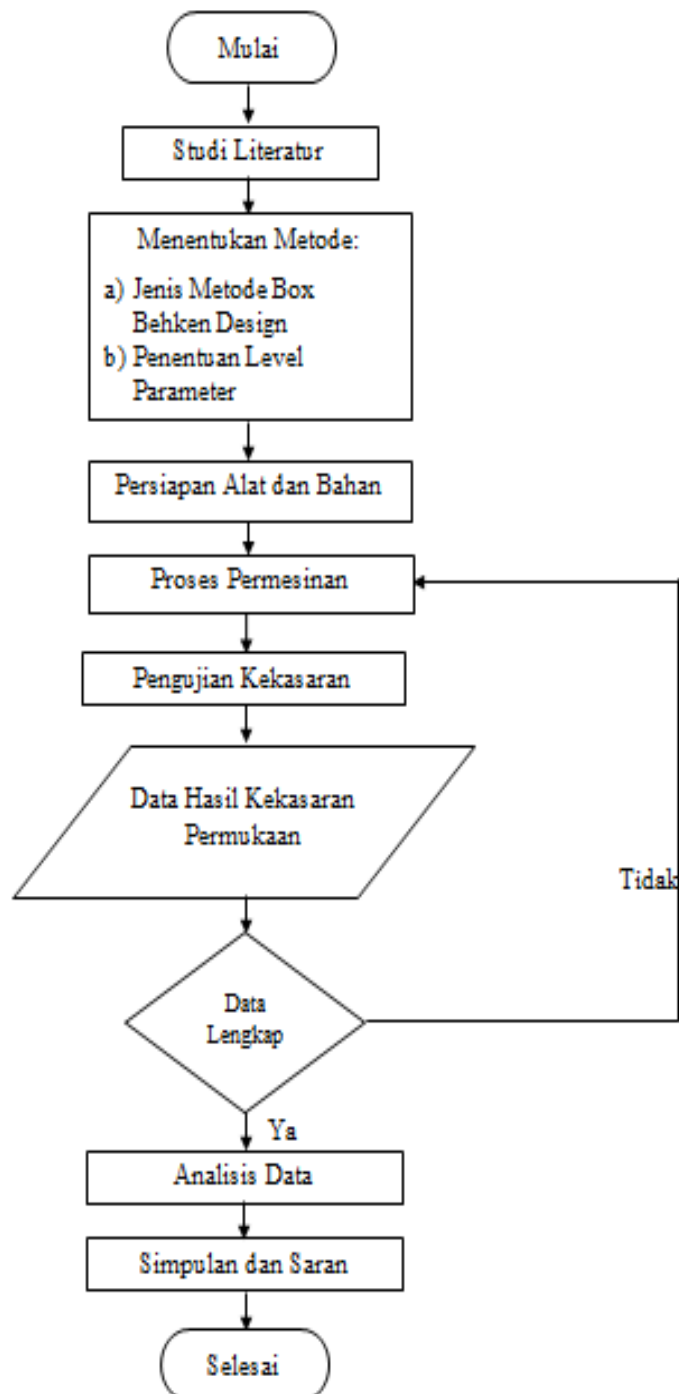
Dari penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja St 41”. Dalam penelitian ini memaparkan tentang pengaruh variasi kecepatan potong dan kedalaman potong pada mesin bubut terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja ST 41. Dimana yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling rendah adalah kecepatan potong (VC) 170 m/menit dan kedalaman potong 0,6 mm yaitu 2,784 μm (Raul, Widiyanti dan Poppy 2016).

Dari penelitian yang berjudul “Optimasi Kekasaran Permukaan Pada Material Amutit Dengan Proses CNC Turning Menggunakan Desain Taguchi”. tentang optimasi kekasaran permukaan material Amutit dengan proses CNC turning dengan pengaturan parameter yang memiliki nilai kekasaran permukaan paling rendah adalah putaran spindle diatur sebesar 2420 rpm, kecepatan potong (*feeding*) diatur sebesar 0,25 mm/put dan dalam pemakanan diatur sebesar 1 mm dengan nilai kekasaran yaitu 2,988 μm (Kurniawan, Yudho dan Rosmansyah 2018).

Dalam penelitian ini baja yang digunakan adalah baja dari jenis baja *American Iron and Steel Institute* (AISI) 1045. Baja AISI 1045 adalah baja karbon kelas menengah yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43% - 0,50%.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

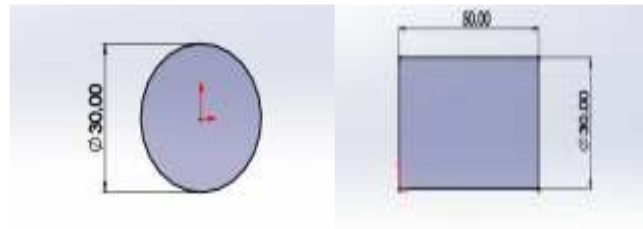


Gambar 1. Diagram Alir

2.2 Objek Penelitian

Objek penelitian dilakukan pada mesin *Milling* CNC MORI SEIKI MV-40M. Material yang digunakan Baja AISI 1045 dengan diameter 30 mm dan panjang 50

mm. Desain objek dibuat menggunakan *software* gambar dengan bentuk dan dimensi berdasarkan spesimen pengujian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Dimensi dan Bentuk Spesimen Uji

2.3 Alat dan Bahan

1. Mesin CNC *Milling* yang digunakan dalam penelitian ini adalah CNC *Milling* MORI SEIKI MV-40M *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210



Gambar 3. Mesin CNC MORI SEIKI MV-40M Dan *Surface Roughness*

2. Spesimen uji dan Pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat *Insert Carbide End Mill* APMT113508PDTR



Gambar 4. Spesimen Uji Dan Pahat *Insert Carbide*

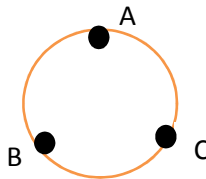
2.4 Langkah – langkah Penelitian

Setelah persiapan selesai dilakukan, maka akan dilanjutkan dengan menentukan parameter proses permesinan seperti kedalaman pemakanan, *feed rate* dan putaran spindel seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Percobaan Dengan Box Behnken *Design*

NO	Kedalaman Pemakanan (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Putaran Spindel (RPM)
1	0,18	60	800
2	0,26	60	800
3	0,18	120	800
4	0,26	120	800
5	0,18	90	700
6	0,26	90	700
7	0,18	90	900
8	0,26	90	900
9	0,22	60	700
10	0,22	120	700
11	0,22	60	900
12	0,22	120	900
13	0,22	90	800
14	0,22	90	800
15	0,22	90	800

Setelah semua proses selesai, maka selanjutnya uji kekasaran dengan menggunakan alat *Surface Roughness Tester* untuk mengukur tingkat kekasaran permukaan untuk mengetahui kekasaran permukaan material baja AISI 1045. Berikut merupakan titik pengambilan data nilai kekasaran permukaan spesimen ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Titik yang Diuji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara mengkombinasikan parameter-parameter proses yang terdapat pada mesin CNC *Milling*. Berikut merupakan data hasil pengujian kekasaran pada Tabel 2.

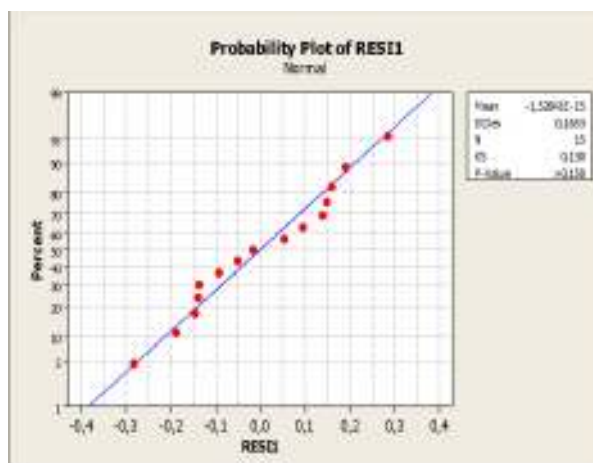
Tabel 2. Hasil Pengujian Kekasaran

No	Parameter Proses			Respon
	Kedalaman Pemakanan (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Putaran Spindel (RPM)	Nilai Kekasaran Keseluruhan (μm)
1	0,18	60	800	1,169
2	0,26	60	800	1,577
3	0,18	120	800	1,943
4	0,26	120	800	1,746
5	0,18	90	700	2,118
6	0,26	90	700	2,008
7	0,18	90	900	1,210
8	0,26	90	900	1,704
9	0,22	60	700	1,449
10	0,22	120	700	2,088

11	0,22	60	900	2,146
12	0,22	120	900	1,526
13	0,22	90	800	1,552
14	0,22	90	800	1,852
15	0,22	90	800	1,675

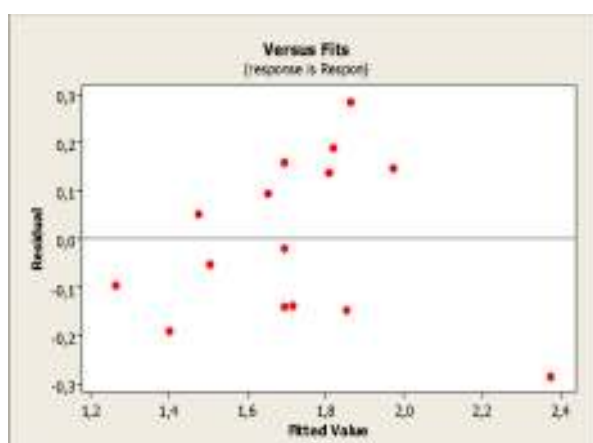
3.1 Uji Kenormalan Residual

Dari data yang telah diperoleh dapat dicari nilai uji kenormalan residual model regresi linear sederhana.

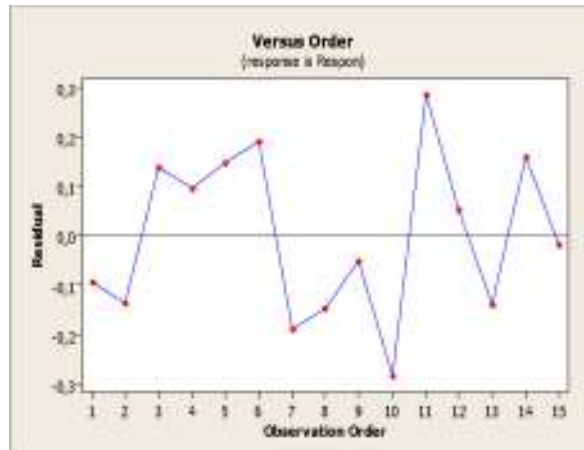


Gambar 6. Plot Distribusi Normal Residual

Berdasarkan gambar 6. Hasil uji kenormalan residual adalah residual model regresi linear yang dibuat telah mengikuti distribusi normal. Jadi, asumsi kenormalan residual suatu model regresi telah dipenuhi oleh model regresi linear sehingga model regresi yang telah dibuat bisa digunakan.



Gambar 7. Plot Residual Dengan Taksiran Model



Gambar 8. Plot Residual Dengan Order Model

Berdasarkan gambar 7 dan gambar 8. pada kedua output, kita telah mengetahui bahwa titik – titik telah membentuk pola acak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model regresi yang telah dibuat cukup tepat dengan data.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka diperoleh:

1. Untuk *feed rate* memberikan kontribusi paling berpengaruh dari ketiga variabel faktor. Sedangkan untuk kedalaman pemakanan dan putaran spindle tidak sebaik *feed rate* dalam memberikan pengaruh terhadap respon yang dihasilkan.
2. Pengaturan parameter yang menghasilkan kekasaran permukaan minimal adalah 0,18 mm untuk kedalaman pemakanan, 60 mm/menit untuk *feed rate* dan 800 RPM untuk putaran spindle dengan nilai kekasaran yang dihasilkan 1.169 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Apreza, Said, Zaldy Kurniawan, dan Muhammad Subhan. 2017. "Optimasi Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Baja ST. 42 dengan menggunakan Metode Taguchi." *Jurnal Manutech* 9: 74-85.
- Kurniawan, Z. 2013. "Optimasi Laju Pengerjaan Material Dan Kekasaran Permukaan Proses EDM Sinking Baja AISI 4140 Dengan Menggunakan Metode Taguchi-Fuzzy."
- Kurniawan, Zaldy, Eko Yudho, dan Ridho Rosmansyah. 2018. "Optimasi Kekasaran Permukaan pada Material Amutit dengan Proses CNC Turning menggunakan Desain Taguchi." *Jurnal Manutech* 10: 46-57.
- Pratama, M Y. 2017. "Analisis Parameter Pemotongan Dan Debit Pendingin CNC Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Box Behnken Design."
- Raul, Widiyanti, dan Poppy. 2016. "Pengaruh Variasi Kecepatan Potong dan Kedalaman Potong pada Mesin Bubut terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja ST 41." *Jurnal Teknik Mesin*.



RANCANG BANGUN SISTEM CERDAS PERAWATAN
PENCEGAHAN PADA SEKTOR MESIN BUBUT DI BENGKEL
MEKANIK POLMANBABEL

Muhammad Rezeki¹, Fajar Aswin,² Indra Feriadi,³

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur
Negeri Bangka Belitung

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung

Rezekimtl@yahoo.com

ABSTRAK

Perawatan yang dilakukan pada Bengkel Mekanik Polman Babel menggunakan sistem breakdown maintenance. Breakdown maintenance merupakan sistem perawatan yang hanya dilakukan jika ada mesin yang rusak. karena itu dibuatlah perawatan pencegahan yang berfokus pada penjadwalan untuk melakukan perawatan secara terjadwal pada mesin agar selalu dalam keadaan siap pakai. Berdasarkan kondisi saat ini kegiatan perawatan masih dilakukan dengan cara manual. Sistem perawatan yang akan dirancang memanfaatkan teknologi website sebagai tampilan antar muka. Tahapan-tahapan dalam merancang sistem ini dimulai dari identifikasi masalah, rumusan masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, pembuatan sistem, uji coba, analisis, kesimpulan dan saran. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan oleh rancangan sistem yang telah dirancang mampu menggenerate jadwal perawatan, lembar kerja, dan juga menyimpan hasil perawatan yang telah menentukan kapan perawatan selanjutnya akan dilakukan.

Kata kunci : Perawatan, rancangan sistem website, database.

ABSTRACT

The maintenance carried out at the Polman Babel Mechanic Workshop uses a breakdown maintenance system. Breakdown maintenance is a maintenance system that is only carried out if a machine is damaged. because it is made preventive maintenance that focuses on scheduling to perform scheduled maintenance on the machine so that it is always ready to use. based on current conditions maintenance activities are still carried out manually. The maintenance system that will be designed uses website technology as a display interface. The stages in designing this system start from problem identification, problem formulation, data collection, system design, system development, testing, analysis, conclusions and suggestions. Based on trial result wich is done by the system design, it will able to generate

maintenance schedules, worksheets, and also keep the result of maintenance that have determined when the next treatment will be carried out.

Keywords: maintenance, website design, database.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan perawatan pada mesin mempunyai peranan yang penting untuk mendukung beroperasinya secara lancar sesuai dengan apa yang kita kehendaki. Jika melakukan perawatan sebelum terjadinya kerusakan atau perawatan pencegahan maka biaya yang dihasilkan akan lebih kecil daripada biaya perawatan perbaikan.

Pada bengkel mekanik Polman Babel memiliki beberapa mesin perkakas untuk praktek mahasiswa dan mesin produksi dari mitra polman. Sektor mesin perkakas yang paling sering digunakan adalah sektor mesin bubut. Untuk menjamin keberlangsungan siap pakai praktek oleh mahasiswa dan untuk keperluan produksi, maka harus ada sistem perawatan dan perbaikan secara berkala dan jenis perawatan yang paling efektif dalam hal ini adalah perawatan pencegahan. Pada sektor mesin bubut di bengkel mekanik Polman Babel sudah ada sistem perawatan pencegahan yang dilakukan tetapi belum terstruktur, terutama pada bagian penjadwalan. Sehingga kondisi yang terjadi sekarang ada yang beberapa mesin yang tidak terdata dan tidak diketahui kapan terakhir akan dilakukan perawatan pencegahan, dan biasanya yang dilakukan ialah jika rusak baru mau akan diperbaiki atau masuk ke jenis perawatan *breakdown maintenance*.

2. METODE

Metode perawatan yang diterapkan pada Laboratorium Mekanik Polman Babel saat ini adalah perawatan *breakdown maintenance*. Dimana perawatan tersebut hanya dilakukan apabila ada mesin yang rusak pada saat akan dioperasikan. Namun sebelumnya di lab mekanik polman Babel khususnya pada sektor mesin bubut sudah ada perawatan *preventive* dan *corrective* namun tidak dapat terorganisir dengan baik. Kemudian dalam menerapkan perancangan tersebut diperlukan suatu kebutuhan sistem. Berdasarkan analisis permasalahannya maka akan dibangun sistem perawatan pencegahan cerdas yang terstruktur dengan memanfaatkan teknologi internet. Sehingga teknisi maupun pengawas bisa mengakses secara realtime. Sebelum membangun sistemnya adakalanya harus dilakukan perhitungan pada nilai Kerumitan Perawatan. Nilai kerumitan perawatan sendiri adalah nilai relatif dari kerumitan yang tergantung dari ukuran dan kemampuan departemen perawatan mesin untuk menangani sebuah mesin tertentu yang dibandingkan dengan mesin-mesin lain yang ada di bengkel tersebut. Hasil dibawah ini merupakan perhitungan dari nilai kerumitan mesin untuk mendapatkan siklus perawatan.

Tabel 1. Siklus Perawatan

Repair Complexity	Repair Cycle	M	S	I	t (Bulan)	T (Tahun)
63	O-I1-I2-I3-S1-I4-I5-I6-S2-I7-I8-I9-M1-I10-I11-I12-S3-I13-I15-S4-I16-I17-I18-M2-I19-I20-I21-S5-I22-I23-I24-S6-I25-I26-I27-O1	2	6	27	6,5	9

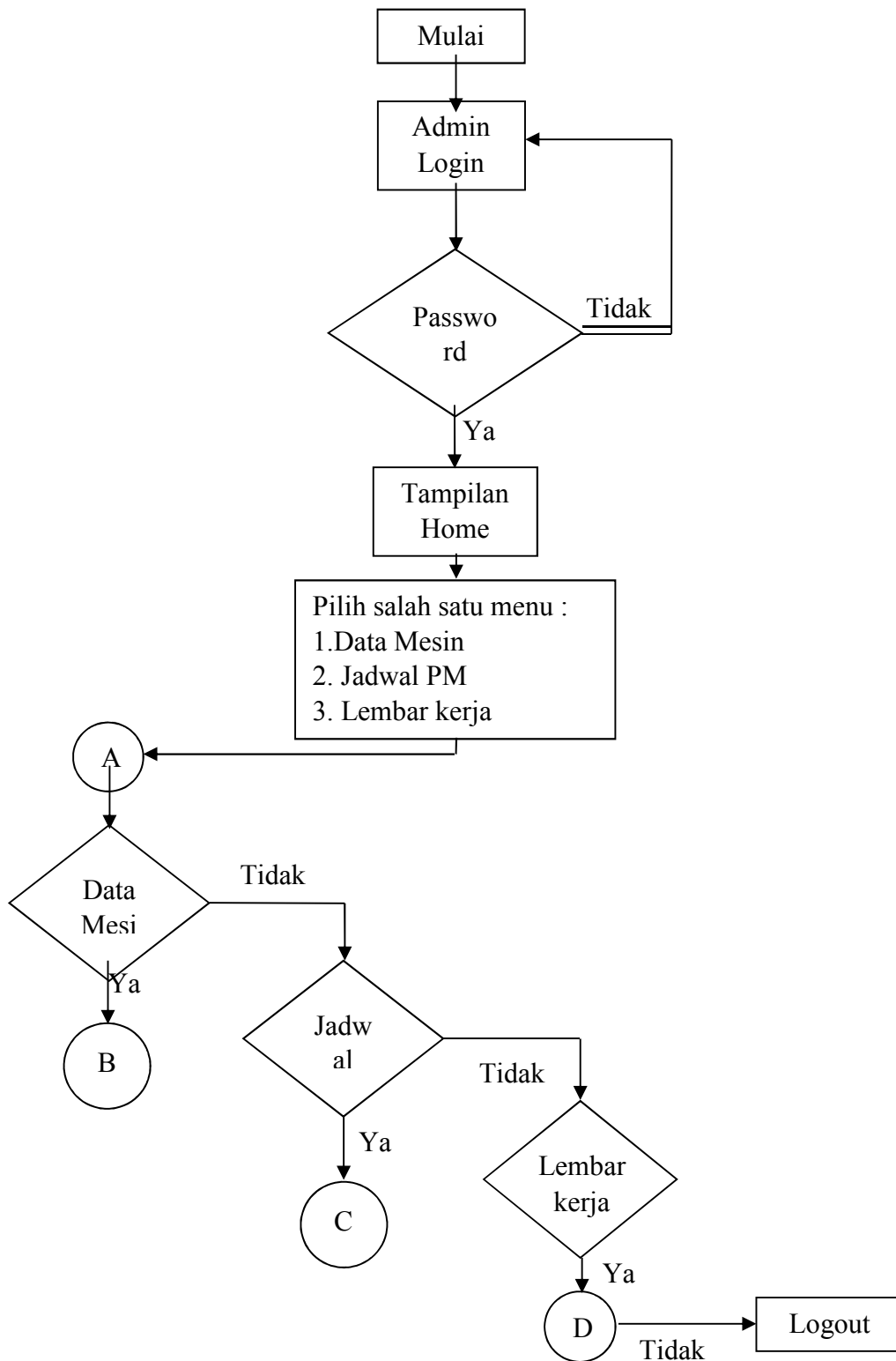
Tabel 2. Jadwal perawatan preventiv tahun 2021

JADWAL PERAWATAN PREVENTIV TAHUNAN																			
TAHUN 2021																			
Mesin	Nomor Letak	Model	Karak Teristik Teknik	Siklus	Giliran	Tahun Lalu		Bulan Reparasi											
						Jenis	Bulan	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Bubut	BU 25	Beemato	1480 x 717	6,5	1	O1	10												
2. Bubut	BU 26	Beemato	1480 x 717	6,5	2	O1	10							II					
3. Bubut	BU 27	Beemato	1480 x 717	6,5	1	O1	11							II					
4. Bubut	BU 28	Beemato	1480 x 717	6,5	2	O1	11							II					
5. Bubut	BU 29	Beemato	1480 x 717	6,5	1	O1	12							II					
6. Bubut	BU 30	Beemato	1480 x 717	6,5	2	O1	12								II				

Kemudian untuk rancangan sistem pada website yang akan dibuat akan menggunakan berbagai fitur sebagai berikut :

1. Sistem keamanan
2. Home
3. Data Mesin
4. Jadwal PM
5. Lembar Kerja

Pada perancangan sistem ini menggunakan teknologi berbasis website, di bawah ini flowchart dalam perancangannya. Flowchart ini menjelaskan hubungan antara objek-objek data yang mempunyai hubungan antar relasi.



Gambar 1. Flowchart Menu Utama

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ini dilakukan dengan membandingkan kondisi yang sebelumnya dengan perkiraan dampak yang akan ditimbulkan bila rancangan ini diterapkan. Data perbandingan antara kondisi awal dengan kondisi yang akan diinginkan nantinya. Data dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Perbandingan peforma antara kondisi awal dengan kondisi yang diinginkan

Kondisi awal	Kondisi yang diinginkan
Sistem penjadwalan masih dilakukan secara manual dan belum ada serta diterapkan.	Data spesifikasi mesin dapat dilihat secara langsung melalui website, dan admin dapat menambah data spesifikasi mesin baru serta mengedit data spesifikasi mesin apabila ada perubahan data.
Sistem penjadwalan masih dilakukan secara manual dan belum ada serta diterapkan	Sistem mampu menampilkan jadwal perawatan pencegahan berdasarkan metode ISMO dan dapat menampilkan kode reparasi yang akan dilakukan.
Pelaksanaan kegiatan perawatan tidak terpantau apakah sudah dilakukan atau belum karena prosedur perawatannya masih terpantau manual.	Sistem mampu memunculkan kegiatan perawatan yang belum dilakukan serta dapat menampilkan perawatan jenis apa yang harus dilakukan

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa rancangan sistem cerdas perawatan pencegahan dapat mengatasi permasalahan yang dialami teknisi dan dapat menentukan jadwal perawatan secara langsung. Hasil rancangan sistem cerdas perawatan pencegahan dapat diakses melalui website dan data perawatan tersimpan didalam database yang sudah langsung terupload ke dalam cloud sehingga data akan selalu tersimpan dan untuk mengaksesnya selama dilakukannya pembayaran hosting (sewa cloud), apabila biaya hosting tidak dibayar maka data tidak bisa diakses namun akan selalu tersimpan. Jadi data yang sudah tersimpan didalam cloud akan terjamin ketersediaan dan keamanannya. Data-data juga dapat diorganisir dengan baik dan data akan selalu update

4. KESIMPULAN

Dari berbagai penjelasan yang telah diuraikan dalam Jurnal ini, maka dapat disimpulkan bahwa Rancang bangun sistem dapat diakses secara *realtime* melalui internet dengan media *website*. Sistem dapat menampilkan jadwal perawatan, menambahkan, dan mengubah jadwal perawatan pencegahan. Sistem juga dapat menampilkan spesifikasi kerja sesuai dengan jenis reparasinya serta dapat menambahkan dan mengubah serta melakukan pengecekan secara langsung pada lembar kerja, kemudian data kegiatan perawatan akan tersimpan di server.

DAFTAR PUSTAKA

- Misbachul, Nanang Huda 2016. “LKP Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Mata Pelajaran pada SMA Shafta Surabaya”. Jurnal Stikom.
- Yusuf, Mochamad Farid., Yerry Soepriyanto. 2017. Rancang bangun Animasi Protokol Routing jenis Distance vector dan Link State Menggunakan Teknologi Augmented Reality. Kediri : UN PGRI Kediri. Seminar Nasional Inovasi Teknologi. ISSN : 2549-7952.
- Maimunah, Diniluigi dan Ferdiansyah ade 2017. “ Rancang Bangun Sistem Pelayanan Data Pelanggan (Xibar) Berbasis Online” ISSN : 2302-2805.
- Waryanto, 2018. Pengertian *Website* Lengkap dengan Jenis dan Manfaatnya <https://www.niagahoster.co.id/blog/pengertian-website/> (diakses tanggal 26 agustus 2020).
- Garg, H.P. (1976). Industrial Maintenance. New Delhi: S. Chand. Willis, Z. US Integrated Ocean Observing System (IOOS) delivering benefits and the Global HF Radar and glider initiative. 2013 MTS/IEEE OCEANS - Bergen, 10-14 June 2013 2013. 1-5
- Ir. Ating Sudradjat, M.T, Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri, Bandung : PT.Refika Aditama, 2011.
- Perawatan Terencana (Planned Maintenance)[Online], diakses pada 22 Desember 2020, Available : <http://ekowinn.blogspot.co.id/2011/07/perawatan-terencana-planned-maintenance.html>.



PENGARUH PARAMETER DENGAN BESARNYA GETARAN
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES
GERINDA SILINDRIS MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA
S45C

Mei Adi Saputra¹, Muhamad Riva'i², dan Indra Feriadi³
^{1,2,3} Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Indonesia.
Email : meiadisaputra@gmail.com

ABSTRAK

Penggerindaan silindris adalah proses mendasar dalam pemesinan akhir, karena membutuhkan ketelitian dimensi tinggi dan tingkat kekasaran permukaan rendah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai getaran terhadap kekasaran permukaan pada proses gerinda silindris. Metode yang digunakan yaitu metode Taguchi. Variasi parameter proses gerinda silindris antara lain kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemotongan. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin cepat putaran benda kerja dan kedalaman pemotongan maka getaran maupun kekasaran permukaan semakin tinggi sehingga mengetahui besarnya getaran yang mengakibatkan tingkat kekasaran permukaan pada material baja S45C.

Kata Kunci : Getaran, Gerinda Silindris, Kekasaran Permukaan

ABSTRACT

Cylindrical grinding is a fundamental process in final machining, as it requires high dimensional accuracy and low surface roughness. The purpose of this study was to determine the value of vibration on surface roughness in the cylindrical grinding process. The method used is the Taguchi method. Variations in cylindrical grinding process parameters include workpiece rotation speed and cutting depth. This research shows that The faster the rotation of the workpiece and the depth of cutting, the higher the vibration and surface roughness, so that you know the amount of vibration that causes the level of surface roughness in S45C steel material.

Keywords : Vibration, Cylindrical Grinding, Surface Roughness

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mempunyai peranan yang penting dalam kemajuan suatu bangsa sekaligus mempengaruhi keberhasilan pembangunan di bidang industri, hal itu dilihat dari kemajuan teknologi yang semakin canggih. Dalam dunia industri proses permesinan merupakan hal yang

paling penting. Proses permesinan merupakan proses membentuk sebuah benda kerja menjadi benda jadi dengan tujuan untuk mendapatkan produk jadi dengan ukuran, bentuk, dan kualitas permukaan yang diharapkan [1].

Proses gerinda adalah suatu tipe *abrasive machining* yang digunakan untuk melakukan proses *finishing*. Dengan penggerindaan maka kekasaran permukaan benda kerja yang rendah dan toleransi yang sempit bisa dicapai serta dapat menghasilkan kehalusan dan kerataan benda kerja yang dikeraskan [2].

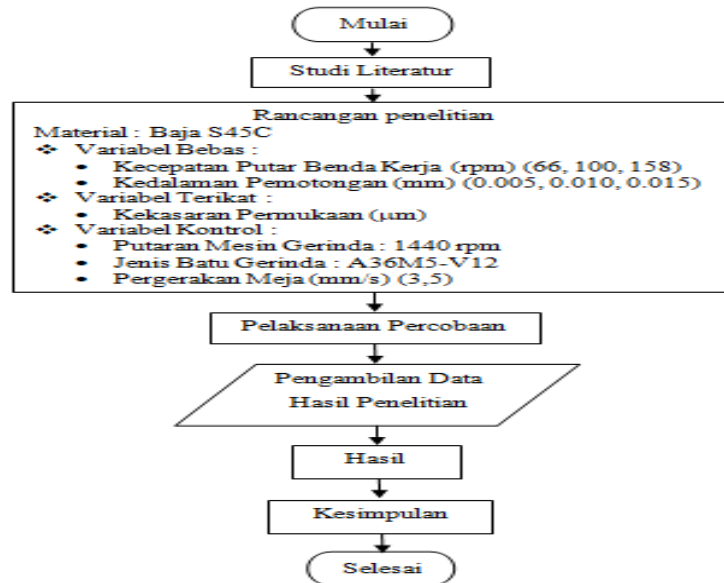
Pada saat dilakukannya proses kedalaman pemotongan yang akan mengakibatkan timbulnya getaran-getaran dikarenakan terjadi gesekan antara batu gerinda dan benda kerja yang akan menyebabkan kualitas dan hasil dari permukaan benda kerja. Kualitas permukaan benda kerja tergantung pada kondisi pemotongan (*cutting condition*), adapun yang dimaksud mengenai kondisi pemotongan di sini yaitu besarnya kecepatan spindle dan kedalaman pemotongan (*depth of cut*) [3]. Mesin gerinda merupakan solusi yang dapat mengatasi masalah kekasaran permukaan benda kerja, untuk menghasilkan tingkat kehalusan permukaan yang tinggi, salah satunya dapat dilakukan dengan cara penengerindaan permukaan [4].

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan getaran yang mengakibatkan kekasaran permukaan antara lain : “Prediksi Kekasaran Permukaan pada Balokan Keras Berdasarkan Parameter Pemotongan dan Getaran Pahat” mengatakan bahwa getaran telah dilaporkan cukup kuat berkorelasi dengan kekasaran permukaan dan fitur yang berbeda dari sinyal getaran telah dipilih untuk memperkirakan kualitas permukaan. Faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan adalah getaran mesin [5]. Penelitian dengan judul “Memprediksi Nilai Kekasaran Permukaan Dengan Besarnya Getaran Amplitudo Pada Gerak *Cross Feed* Proses Gerinda Datar Dengan Material *Hardened Tool Steel SKD11*” menyatakan bahwa kekasaran permukaan proporsional langsung dengan amplitudo getaran. Oleh sebab itu, pengukuran sinyal getaran untuk memprediksi kekasaran permukaan benda kerja pada proses pengerindaan [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai getaran dengan memvariasikan kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemotongan terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja dengan material baja S45C pada proses gerinda silindris dan pengujian akan dilakukan menggunakan alat uji getaran yaitu *Vibroport 80* serta alat uji kekasaran permukaan yaitu *Surface Roughness Tester*.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen ini digunakan untuk mendapatkan parameter proses yang optimal terhadap keakurasian dimensi spesimen. Tahapan proses penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Penentuan Parameter Proses

Pemilihan parameter proses yang berupa faktor dan level eksperimen ditentukan berdasarkan studi pustaka. Parameter proses yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kecepatan putaran (rpm) dan Kedalaman pemotongan (mm). Nilai level dan parameter proses yang diuji pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Level dan Parameter Proses yang Diuji

Faktor	Parameter Proses	Level		
		1	2	3
A	Kecepatan putaran (rpm)	66	100	158
B	Kedalaman pemotongan (mm)	0.005	0.010	0.015

Setelah nilai level dan parameter proses ditentukan selanjutnya dilakukan pendesainan faktorial metode *Taguchi L₉ orthogonal array* (OA) menggunakan software. Hasil desain faktorial ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Faktorial Penelitian

Exp.	Kecepatan Putaran (rpm)	Kedalaman Pemotongan (mm)
1	66	0.005
2	66	0,010
3	66	0.015
4	100	0.005
5	100	0.010
6	100	0.015
7	158	0.005
8	158	0.010
9	158	0.015

Penelitian ini menggunakan metode 3x3 sehingga diperlukan 9 kondisi eksperimen atau 9 kombinasi perlakuan yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel bebas ini disebut faktor. Faktor A mempunyai tiga taraf yakni kecepatan putar benda kerja yaitu $n=66$ rpm, $n=100$ rpm, dan $n=158$ rpm, sedangkan faktor b mempunyai tiga taraf yaitu kedalaman pemakanan yaitu 0.005 mm, 0.010 mm, dan 0.015 mm. Pada masing-masing perlakuan dilakukan dua kali pengulangan, sehingga tiap perlakuan diperoleh sebanyak dua data, maka faktorial 3x3 ini akan diperoleh data sebanyak 18 data.

2.2. Alat dan bahan

1. Mesin gerinda silindris merk JAINNHER

Jenis mesin JHU-3506-H, kecepatan putaran 1440 rpm dan dimensi batu gerinda $\varnothing 203 \times 50$. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Gerinda Silindris

2. Baja S45C

Material yang digunakan adalah baja sedang S45C yang memiliki kekerasan sebesar 86 HRC dengan dimensi $\varnothing 25 \times 300$ mm. Material benda kerja yang akan digunakan di tunjukan pada Gambar 5.



Gambar 5. Material Baja S45C

3. Surface Roughness Tester

Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah *Mitutoyo type SJ201*. Alat ini bekerja dengan cara mengeserkan bagian sensornya ke permukaan material. Alat ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Alat Uji Kekasaran

4. Vibroport 80

Alat ini digunakan untuk mengetahui getaran yang terjadi pada saat proses permesinan berlangsung. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah *Vibroport 80 Bruel & Kjaer* dengan sensitivitas 10.18 mV/ms^{-2} atau 99.8 mV/g . Alat ini bekerja dengan cara membaca sensor getaran pada saat proses permesinan dan akan terkirim ke monitor alat uji. Dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Alat Uji Getaran

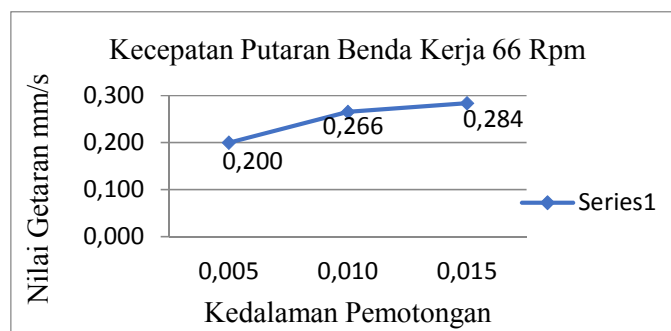
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh getaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan menggunakan material baja S45C pada mesin gerinda silinderis dengan kecepatan putaran benda kerja 66, 100, dan 158 rpm serta kedalaman pemotongan 0.005, 0.010, dan 0.015 mm. Hasil pengujian getaran dan kekasaran permukaan tersebut akan didapati parameter terbaik pada proses gerinda silinderis.

Tabel 3. Hasil pengujian kekerasan

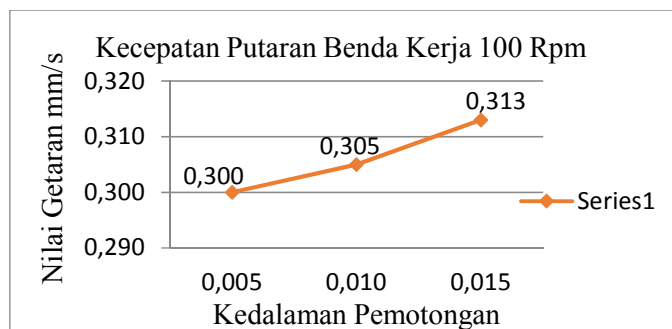
Matriks Ortogonal L9(3²)						
Eksp.	Faktor		Replikasi		Jumlah	Mean
	A	B	1	2		
1	1	1	0,138	0,140	0,270	0,139
2	1	2	0,178	0,175	0,353	0,177
3	1	3	0,194	0,197	0,391	0,196
4	2	1	0,157	0,155	0,312	0,156
5	2	2	0,191	0,194	0,385	0,193
6	2	3	0,197	0,195	0,392	0,196
7	3	1	0,168	0,170	0,338	0,169
8	3	2	0,199	0,198	0,397	0,199
9	3	3	0,201	0,197	0,398	0,199
Rata-rata						0,180

Dari data yang diperoleh dalam pengujian getaran terhadap kekasaran permukaan hasil gerinda silinderis pada baja S45C dengan variasi kecepatan putaran benda kerja (rpm) dan kedalaman pemotongan terbagi menjadi 9 kelompok, yaitu hasil variasi kecepatan putaran benda kerja dengan kecepatan 66 rpm dengan masing-masing kedalam pemotongan 0.005 mm, 0.010 mm, dan 0.015 mm. kecepatan 100 rpm dengan masing-masing kedalam pemotongan 0.005 mm, 0.010 mm, dan 0.015 mm. kecepatan 158 rpm dengan masing-masing kedalam pemotongan 0.005 mm, 0.010 mm, dan 0.015 mm.



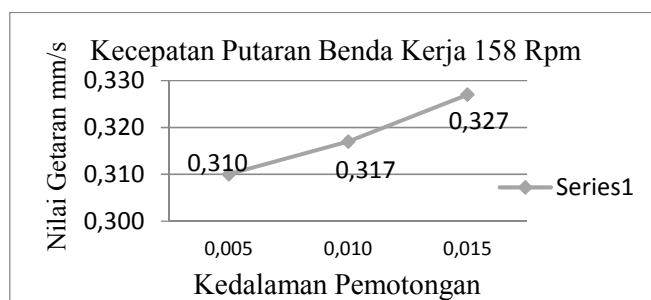
Gambar 9. Grafik Pengukuran Getaran pada Kecepatan Putaran 66 Rpm

Dari Gambar 9 dapat dijelaskan bahwa perbedaan kedalaman pemotongan berpengaruh besar terhadap nilai getaran yang terjadi pada benda kerja. Dimana nilai rata-rata getaran (paling rendah) pada kedalaman potong 0,005 mm yaitu sebesar 0,200 mm/S, sedangkan untuk nilai rata-rata getaran tertinggi (paling tinggi) terjadi pada kedalaman potong 0,015 mm yaitu sebesar 0,310 mm/s.



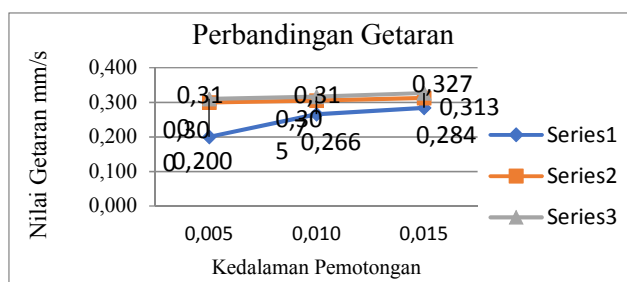
Gambar 10. Grafik Pengukuran Getaran pada Kecepatan Putaran 100 Rpm

Dari Gambar 10 dapat dijelaskan bahwa perbedaan kedalaman pemotongan berpengaruh besar terhadap nilai getaran yang terjadi pada benda kerja. Dimana nilai rata-rata getaran (paling rendah) pada kedalaman potong 0,005 mm yaitu sebesar 0,266 mm/s, sedangkan untuk nilai rata-rata getaran tertinggi (paling tinggi) terjadi pada kedalaman potong 0,015 mm yaitu sebesar 0,317 mm/s



Gambar 11. Grafik Pengukuran Getaran pada Kecepatan Putaran 158 rpm

Dari Gambar 11 dapat dijelaskan bahwa perbedaan kedalaman pemotongan berpengaruh besar terhadap nilai getaran yang terjadi pada benda kerja. Dimana nilai rata-rata getaran (paling rendah) pada kedalaman potong 0,005 mm yaitu sebesar 0,284 mm/s, sedangkan untuk nilai rata-rata getaran tertinggi (paling tinggi) terjadi pada kedalaman potong 0,015 mm yaitu sebesar 0,327 mm/s.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Getaran Terhadap Benda Kerja

Dari Gambar 12, proses pemotongan yang menghasilkan getaran yang baik (paling rendah) adalah proses pemotongan dengan kecepatan putaran benda kerja sebesar 66 Rpm dengan kedalaman pemotongan 0,005 mm yaitu sebesar 0,200 mm/s, sedangkan untuk proses pemotongan yang menghasilkan getaran tertinggi (paling tinggi) adalah proses pemotongan dengan kecepatan putaran benda kerja

sebesar 158 Rpm dengan kedalaman pemotongan 0,015 mm yaitu sebesar 0,327 mm/s.

Semakin rendah getaran dan parameter proses maka tingkat kekasaran permukaan terhadap baja S45C akan semakin halus, sebaliknya jika getaran dan parameter proses semakin tinggi akan menghasilkan tingkat kekasaran yang semakin kasar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada getaran 0,200 mm/s akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan terendah sebesar 0,139 μm berada pada tabel kekasaran (R_a) ISO yaitu N3 dengan kecepatan putaran benda kerja 66 rpm dan kedalaman pemotongan 0,005 mm sedangkan kekasaran tertinggi terjadi pada getaran 0,327 mm/s dengan kekasaran 199 μm dan berada pada tabel kekasaran N3 dengan kecepatan putaran 158 rpm dan kedalaman pemotongan 0,015 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyadi, Santoso. 2012, *Pengaruh Kecepatan Potong, Gerak Makan Dan Ketebalan Pemotongan Terhadap Getaran Benda Kerja Pada Proses Sekrap*. Jurnal Rotor, 5(1), 36-43.
- Anam, Chairul dan Dian Ridlo Pamuji. 2017, *Memprediksi Nilai Kekasaran Permukaan Dengan Besarnya Getaran Amplitudo Pada Gerak Cross Feed Proses Gerinda Datar Dengan Material Hardened Tool Steel SKD11*. Jurnal Elemen, 4(1), 13-17.
- Yanuar, Hari, Akhmad Syarief, dan Ach. Kusairi. 2014. *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Berbagai Media Pendingin Pada Proses Frais Konvensional*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam, 03(1), 27-33
- Anne, Afrian. 2016. *Pengaruh Feeding dan Cutting Fluid Terhadap Kekasaran Permukaan Baja EMS 45 pada Proses Surface Grinding*. Under Graduates Thesis, Universitas Negeri Semarang.
- Zahia Hessainia, Ahmed Belbah, Mohamed Athmane Yallese, Tarek Mabouki, dan Jean-Francois Rigal, 2013. *On the Prediction of Surface Roughness In the Hard Turning Based On Cutting Parameters and Tool Vibrations*. Measurement, 46, 1671-1681.
- Anam, Chairul dan Dian Ridlo Pamuji. 2017, *Memprediksi Nilai Kekasaran Permukaan Dengan Besarnya Getaran Amplitudo Pada Gerak Cross Feed Proses Gerinda Datar Dengan Material Hardened Tool Steel SKD11*. Jurnal Elemen



ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN BAJA AISI 1045 PADA
PROSES PEMESINAN BUBUT CNC DENGAN METODE
TAGUCHI

Rahmat Dwi Cahyo¹, Muhammad Subhan², Indah Riezky Pratiwi³
^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
rahmatdwi433@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia industri manufaktur pada proses pemesinan terutama CNC hal yang harus diperhatikan adalah tingkat kekasaran permukaan dari kombinasi parameternya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan yang minimal pada proses pemesinan CNC MORI SEIKI SL-25 dengan pengaturan parameter-parameter proses pemesinan yang tepat. Parameter proses pemesinan yang dianalisis adalah kecepatan potong, kedalaman pemakanan dan gerak makan. Rancangan percobaan berdasarkan metode taguchi dan berupa matriks ortogonal L9 (3³) dengan replikasi sebanyak 2 kali untuk mengatasi parameter gangguan dari proses pemesinan. Metode analisis dalam percobaan ini adalah metode taguchi. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mengurangi variasi dari respon secara serentak, kecepatan potong memiliki kontribusi terbesar yaitu sebesar 36,50%, dibandingkan dengan kedalaman pemakanan yaitu sebesar 16,28% dan gerak makan yaitu sebesar -12,45%. Pengaturan setting parameter yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang minimal adalah 150 m/menit untuk kecepatan potong, 0,40 mm untuk kedalaman pemakanan dan 0,35 mm/put untuk gerak makan.

Kata Kunci: AISI 1045, CNC MORI SEIKI SL-25, Kekasaran Permukaan, Taguchi

ABSTRACT

In the manufacturing industry in the machining process especially CNC machining, the thing that must be considered is the level of surface roughness of the combination of parameters. This study aims to determine the minimum level of surface roughness in the CNC MORI SEIKI SL-25 machining process by setting the right machining process parameters. The machining process parameters analyzed were cutting speed, depth of cut and feeding. The experimental design is based on the Taguchi method and is an orthogonal matrix L9 (3³) with 2 replications to overcome the interference parameters of the machining process. The analysis method in this experiment is the Taguchi method. Based on the results of the study showed that to reduce the variation of the response simultaneously, the cutting speed had the largest contribution of 36.50%, compared to the depth of cut which was 16.28% and feeding of -12.45%. Parameter settings that produce a minimum

level of surface roughness are 150 m/min for cutting speed, 0.40 mm for depth of cut and 0.35 mm/put for feeding.

Keywords: AISI 1045, CNC MORI SEIKI SL-25, Surface Roughness, Taguchi

1. PENDAHULUAN

Dunia industri manufaktur saat ini perkembangannya sangat pesat. Hal ini dikarenakan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju, dapat dilihat dari bagaimana kualitas suatu produk atau barang hasil produksi yang dihasilkan sesuai dengan tuntutan hasil produksi. Dimana tingkat kepresisian, ketelitian, kualitas maupun kuantitas dari suatu produk menjadi hal utama pengerjaan dalam proses pemesinan. Mesin *Computer Numerical Control* disingkat CNC adalah salah satunya. Kelebihan dari mesin CNC ini adalah dapat memproduksi barang massal dengan program dan *settingan* yang sama tanpa perlu mengatur ulang setingannya karena terkontrol oleh komputer. Untuk mencapai kapasitas produksi yang tinggi dalam proses pemesinan dibutuhkan waktu yang sesingkat mungkin dalam pembuatan komponen (Sunyapa, 2016).

Dalam proses pemesinan CNC, hal utama yang harus diperhatikan dari hasil proses pemesinan adalah tingkat kekasaran permukaan. Dimana tingkat kekasaran permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan yang dihasilkan harus sesuai dengan kebutuhan. Tingginya suatu tingkat kualitas permukaan benda kerja akan sama tingginya dengan tingkat kepresisian benda kerja (Raul, et al., 2016). Penelitian pada hasil proses pemesinan tentang kualitas kekasaran permukaan suatu benda kerja sudah sering diteliti, hal ini bertujuan untuk memperbaiki lagi tingkat kualitas kekasaran permukaan suatu benda kerja dalam proses pemesinan dengan hasil yang maksimal.

Penelitian yang dilakukan oleh (Raul, et al., 2016) memaparkan tentang pengaruh variasi kecepatan potong dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja ST 41 pada mesin bubut. Dimana yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling rendah adalah kecepatan potong (VC) diatur 170 m/menit dan kedalaman pemakanan diatur 0,6 mm yaitu menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 2,784 μm .

Penelitian lain juga yang dilakukan oleh (Apreza, et al., 2017) meneliti tentang optimasi kekasaran permukaan proses pembubutan baja ST 42 dengan pengaturan parameter yang memiliki nilai kekasaran permukaan paling rendah adalah putaran *spindle* diatur sebesar 2748 rpm, gerak makan diatur sebesar 0,15 mm/put dan kedalaman pemakanan diatur sebesar 0,5 mm dengan nilai kekasaran yaitu 0,83 μm .

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Kurniawan, et al., 2018) juga meneliti tentang optimasi kekasaran permukaan material Amutit dengan proses CNC turning dengan pengaturan parameter yang memiliki nilai kekasaran permukaan paling rendah adalah putaran *spindle* diatur sebesar 2420 rpm, kecepatan potong (*feeding*) diatur sebesar 0,25 mm/put dan dalam pemakanan diatur sebesar 1 mm dengan nilai kekasaran yaitu 2,988 μm .

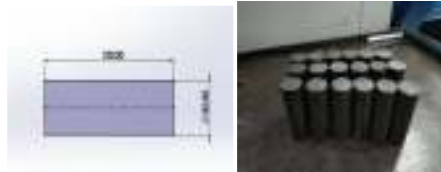
Dari penelitian diatas baja yang ingin digunakan penulis dalam penelitian ini adalah baja dari jenis baja karbon sedang khususnya pada baja *American Iron and Steel Institute* (AISI 1045). Baja AISI 1045 ialah baja karbon kelas menengah yang mempunyai kandungan karbon berkisar 0,43% - 0,50%. Untuk menentukan

rancangan eksperimen dari variasi proses pemesinan yang meliputi kecepatan potong, kedalaman pemakanan dan gerak makan ialah menggunakan desain metode taguchi.

2. METODE

2.1 Material Penelitian

- Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja AISI 1045 dengan ukuran panjang 100 mm dengan diameter 30 mm. Ukuran dan bentuk benda kerja dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ukuran dan Bentuk Material

- Mata Potong yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Insert Carbide* CNMG 120408-MA dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mata Potong *Insert Carbide* CNMG 120408-MA

2.2 Peralatan Penelitian

- Mesin CNC MORI SEIKI SL-25 yang digunakan adalah buatan Jepang dengan spesifikasi Merek MORI SEIKI, Tipe SL-25, Tahun pembuatan 2011 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mesin Bubut CNC MORI SEIKI SL-25

- *Surface Roughness Tester* digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan dari suatu proses pemesinan. *Surface Roughness Tester* yang digunakan adalah SJ-210 dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Surface Roughness Tester SJ-210*

2.3 Langkah-langkah Penelitian

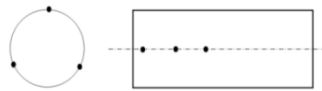
Langkah penelitian ini mulai dari persiapan material dan peralatan yang digunakan yang berhubungan dengan penelitian ini agar proses penelitian lebih terarah. Setelah semua persiapan telah selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan langkah-langkah berikut ini:

- Penentuan Parameter Bebas dan Level dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Parameter Bebas dan Level

Kode	Parameter Bebas	Level		
		1	2	3
A	Kecepatan Potong (m/menit)	120	135	150
B	Kedalaman Pemakanan (mm)	0,40	0,70	1
C	Gerak Makan (mm/put)	0,15	0,25	0,35

- Titik Pengambilan Data nilai kekasaran permukaan benda kerja dilakukan secara horizontal dengan pengambilan data sebanyak 9 kali pada benda kerja dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 5. Titik Pengambilan Data

- Rancangan dan Data Hasil Percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rancangan dan Data Hasil Percobaan

No	Parameter Pemesinan			Nilai Kekasaran Permukaan		
	Kecepatan Potong (m/menit)	Kedalaman Pemakanan (mm)	Gerak Makan (mm/put)	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata
1	120	0,40	0,15	X1.1	X1.2	X1
2	120	0,70	0,25	X2.1	X2.2	X2
3	120	1	0,35	X3.1	X3.2	X3
4	135	0,40	0,25	X4.1	X4.2	X4
5	135	0,70	0,35	X5.1	X5.2	X5
6	135	1	0,15	X6.1	X6.2	X6
7	150	0,40	0,35	X7.1	X7.2	X7
8	150	0,70	0,15	X8.1	X8.2	X8
9	150	1	0,25	X9.1	X9.2	X9

2.4 Benda Kerja AISI 1045

Benda kerja AISI 1045 yang telah diambil dengan menggunakan mesin CNC MORI SEIKI SL-25 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Benda Kerja

2.5 Menghitung Respon Rasio S/N

Perhitungan rasio S/N pada penelitian ini digunakan untuk respon kekasaran permukaan dengan karakteristik kualitas semakin kecil, semakin baik (*Small is Better*) dapat dihitung menggunakan *software* analisis statistik dan pada rumus (1) berikut ini (Soejanto, 2009):

$$\text{rasio S/N} = -10 \log\left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n}\right) \quad (1)$$

2.6 Analisis of Varian dan Persen Kontribusi

Analisis of varian digunakan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh secara signifikansi terhadap nilai rasio S/N kekasaran permukaan (Soejanto, 2009). Persen kontribusi digunakan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh parameter-parameter dan interaksi, terlebih dahulu menghitung SS'_{faktor} (Soejanto, 2009) :

$$SS'_{\text{faktor}} = SS_{\text{faktor}} - MS_{\text{error}} (Vv) \quad (2)$$

Persen kontribusi masing-masing parameter dihitung dengan rumus:

$$\mu = \frac{SS'_{\text{faktor}}}{SS_m} \times 100\% \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Percobaan

Data hasil percobaan yang berupa nilai kekasaran permukaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

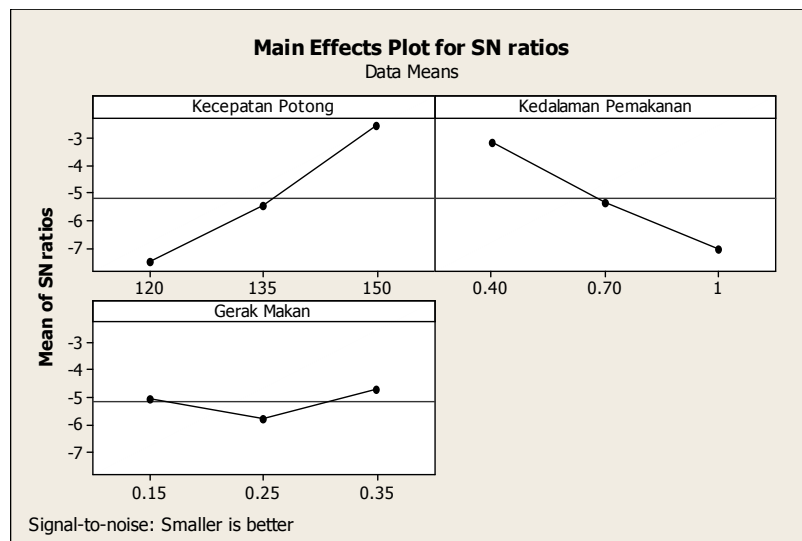
No	Parameter Pemesinan			Nilai Kekasaran Permukaan		
	A	B	C	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata
1	1	1	1	2,124	2,282	2,203
2	1	2	2	2,476	2,397	2,437
3	1	3	3	2,404	2,585	2,495
4	2	1	2	1,307	1,526	1,417
5	2	2	3	2,271	2,036	2,154
6	2	3	1	2,112	2,172	2,142
7	3	1	3	0,885	1,005	0,945
8	3	2	1	1,195	1,207	1,201
9	3	3	2	2,087	2,165	2,126
Rata-rata						1,902

3.2 Perhitungan Respon *Signal to Noise*

Dari data yang telah diperoleh dapat dicari nilai dari rasio S/N pada setiap parameter dengan karakteristik *Smaller the Better* dan diperoleh hasil perhitungan respon dapat ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 7.

Tabel 4. Respon Rasio S/N Kekasaran Permukaan

Rasio S/N dari pengaruh parameter			
Level	A	B	C
Level 1	- 7,5273	-3,1587	-5,0360
Level 2	-5,4477	-5,3344	-5,7797
Level 3	-2,5565	-7,0384	-4,7157
Selisih	4,9708	3,8797	1,064
Peringkat	1	2	3



Gambar 7. Plot Rasio S/N untuk Respon Kekasaran Permukaan

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 7 dapat diperoleh bahwa parameter yang paling mempengaruhi kekasaran permukaan dengan urutan kecepatan potong, kedalaman pemakanan dan gerak makan, dengan pengaturan level parameter untuk menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang paling rendah yaitu kecepatan potong level 3 (150 m/menit), kedalaman pemakanan level 1 (0,40 mm) dan gerak makan level 3 (0,35 mm/put).

3.3 Analisis of Varian dan Persen Kontribusi Rasio S/N

Hasil analisis of varian pada nilai rasio S/N dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Anova dan Persen Kontribusi Rasio S/N

Sumber	V	SS	MS	F-Rasio	ρ %
A	2	37,4040	18,7020	3,476	36,6424%
B	2	22,7603	11,3801	2,1151	16,5032%
C	2	1,7878	0,8939	0,1661	-12,3398%
Error	2	10,7604	5,3802		59,1942%
Total	8	72,7125	-		

Berdasarkan Tabel 5 hasil anova menunjukkan bahwa parameter proses yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon Ra yang diamati. Parameter proses yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon apabila memiliki nilai F_{hitung} lebih besar dibandingkan nilai $F_{\alpha,2,8}$ (Nilai F dilihat pada Tabel statistic). Parameter-parameter yang memiliki kontribusi terhadap kekasaran permukaan yang paling besar dibandingkan parameter lain yaitu kecepatan potong sebesar 36,64%. Kontribusi kedua yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan yaitu sebesar 16,28%. Dan kontribusi ketiga yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah gerak makan yaitu sebesar -12,33%.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk mengurangi variasi respon kekasaran permukaan adalah kecepatan potong memberikan pengaruh kontribusi sebesar 36,64%. Kedua yaitu parameter kedalaman pemakanan yang memberikan pengaruh kontribusi sebesar 16,28%. Dan yang terakhir adalah parameter gerak makan memberikan pengaruh kontribusi sebesar -12,33%. Pengaturan setting parameter untuk mendapatkan kekasaran permukaan paling rendah yaitu kecepatan potong level 3 (150 m/menit), kedalaman pemakanan level 1 (0,40 mm) dan gerak makan level 3 (0,35 mm/put). Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi menambah parameter bebasnya dan jumlah levelnya serta dapat dicari nilai respon selain kekasaran permukaan dan dapat menggunakan metode yang lain sebagai perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apreza, S., Kurniawan, Z. & Subhan, M., 2017. Optimasi Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Baja ST. 42 dengan menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Manutech*, Volume 9, pp. 74-85.
- Irawan, N. & Astuti, S. P., 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah menggunakan Minitab 14 Edisi 1*. Yogyakarta: Andi.
- Kurniawan, Z., Yudho, E. & Rosmansyah, R., 2018. Optimasi Kekasaran Permukaan pada Material Amutit dengan Proses CNC Turning menggunakan Desain Taguchi. *Jurnal Manutech*, Volume 10, pp. 46-57.
- Rochim, T., 2001. *Sfesifikasi, Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung: ITB.
- R., W. & P., 2016. Pengaruh Variasi Kecepatan Potong dan Kedalaman Potong pada Mesin Bubut terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja ST 41. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Soejanto, I., 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sunyapa, B., 2016. *Analisis Variasi Proses Milling CNC Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 41 Dengan Metode Taguchi*, Jember: Digital Repository Universitas Jember.
- Widardo, 2008. *Teknik Pemesinan*. Jakarta: Depdiknas.



ANALISIS PENGARUH SUHU DAN WAKTU PROSES
PENGEPRESAN CUP SAMBAL MENGGUNAKAN ALUMINIUM
FOIL LID

Kris Josua Pardede¹, Robert Napitupulu², Shanty Dwi Krisnaningsih³
^{1,2,3}Polman Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Corresponding Author: krispart308@gmail.com

ABSTRAK

Pengepresan cup sambal sangat berpengaruh pada kualitas dan berdampak pada kemplang yang diproduksi. Proses pengepresan sambal terasi masih dilakukan dengan cara manual yaitu dibungkus dengan plastik, kemudian dimasukan kedalam wadah sambal kemplang. Akibatnya, kemplang tersebut tidak dapat bertahan lama. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan setting variabel suhu dan waktu, serta persentase kontribusi variabel suhu dan waktu yang berpengaruh pada pengepresan cup sambal menggunakan aluminium foil lid. Metode penelitian yang digunakan yaitu mengacu pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua variabel. Variabel pertama adalah suhu yang terdiri dari 3 level, yaitu: 100°C, 150°C dan 200°C. Variabel kedua adalah lamanya penahanan waktu yang terdiri dari 3 detik, 4 detik dan 5 detik. Perlakuan dalam penelitian ini adalah hasil kombinasi antar variabel dari seluruh taraf perlakuan, menggunakan Matriks Ortogonal L₉ (3²). Untuk menghindari terjadinya gangguan (noise), maka masing-masing kombinasi variabel dilakukan replikasi sebanyak 2 (Dua) kali. Hasil penelitian menunjukkan setting variabel pengepresan cup sambal terbaik pada suhu 150°C dan waktu pengepresan 4 detik, menjadikan cup merekat dan menutup dengan baik tanpa ada kebocoran. Persentase kontribusi terbesar dari variabel yang berpengaruh adalah suhu, sebesar 90.757%.

Kata Kunci: Aluminium foil lid, cup sambal, rancangan acak lengkap, replikasi, sambal, variabel.

ABSTRACT

Pressing chili cups greatly affects the quality and has an impact on the kemplang produced. The process of pressing the chili paste is still done manually, which is wrapped in plastic, then put into a container of chili kemplang. As a result, the kemplang could not last long. This study aims to determine the setting of temperature and time variables, as well as the percentage of the contribution of temperature and time variables that affect the pressing of chili cups using aluminum foil lid. The research method used is referring to factorial Completely Randomized Design (CRD) with two variables. The first variable is temperature which consists of 3 levels, namely: 100 ° C, 150 ° C and 200 ° C. The second variable is the length of time holding which consists of 3 seconds, 4 seconds and 5 seconds. The treatment

in this study was the result of a combination of variables from all levels of treatment, using the L9 Orthogonal Matrix (32). To avoid noise, each combination of variables was replicated 2 (two) times. The results showed that the best chili cup pressing variable setting was at a temperature of 150 ° C and a pressing time of 4 seconds, making the cups stick and close properly without any leakage. The largest percentage contribution from the influencing variable is temperature, amounting to 90.757%.

Keywords: Aluminum foil lid, chili cup, completely randomized design, replication, chili sauce, variable.

1. PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dikenal sebagai penghasil ikan laut yang besar. Hasil olahan ikan laut tersebut ada yang diolah menjadi makanan cemilan yang sangat khas. Salah satu contoh adalah kemplang panggang “Pipik”.

Sambal Kemplang merupakan salah satu pelengkap cemilan kemplang yang sangat disukai oleh masyarakat Indonesia, khususnya Sumatera bagian Selatan. Andika dkk (2019), telah merancang dan membangun mesin pengepres *cup* sambal menggunakan metode VDI 2222 dengan bahan penutup *aluminium foil lid*. Mesin Pengepres *Cup Sealer* adalah mesin yang digunakan untuk menutup permukaan *cup* minuman sehingga memberikan kesan rapi, indah dan tidak tumpah. Mesin pengepres *cup sealer* ini menggunakan prinsip kerja pemanasan (*heating*). Variabel Proses adalah variabel yang cara memperoleh keadaan proses sesuai dengan yang diinginkan (Heriyanto, 2010). Pada penelitian ini, Variabel proses yang digunakan adalah suhu dan waktu.

2. METODE

Pemilihan matriks ortogonal yang sesuai ditentukan oleh jumlah derajat kebebasan dari jumlah variabel dan jumlah level variabel. Matriks ortogonal memiliki kemampuan untuk mengevaluasi sejumlah variabel-variabel dengan jumlah percobaan yang minimum. Suatu matriks orthogonal dilambangkan dalam bentuk:

$$L_a(b^c)$$

Matriks ortogonal $L_a(b^c)$ adalah salah satu matriks ortogonal standar dengan beberapa level gabungan. Matriks ortogonal $L_a(b^c)$ ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Ortogonal $L_a(b^c)$

NO	Matriks Ortogonal $L_a(b^c)$		Variabel Respon	
	Variabel SUHU (°C)	Variabel WAKTU (Detik)	Hasil	Gambar Hasil
1	1	1	X	Y
2	1	2	X	Y
3	1	3	X	Y
4	2	1	X	Y
5	2	2	X	Y
6	2	3	X	Y
7	3	1	X	Y
8	3	2	X	Y
9	3	3	X	Y

Dalam percobaan yang telah dilakukan, akan dilakukan analisis lanjut dengan analisis statistik, pada hasil kualitas akan diubah menjadi kuantitas dengan diambil keterangan yaitu:

- 1 = Tutup *cup* sambal merekat dengan Baik dan sedikit bocor.
- 2 = Tutup *cup* sambal merekat kurang baik dan banyak bocor
- 3 = Tutup *cup* sambal merekat dengan baik dan tidak bocor.
- 4 = Tutup *cup* sambal merekat dengan Sangat baik dan tidak bocor.

Peneliti dalam hal ini mengolah data dengan menggunakan kuantitas yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Normalitas *Output*

NO	VARIABEL		REPLIKASI	
	SUHU (°C)	WAKTU (Detik)	1	2
1	100	3	X	Y
2	100	4	X	Y
3	100	5	X	Y
4	150	3	X	Y
5	150	4	X	Y
6	150	5	X	Y
7	200	3	X	Y
8	200	4	X	Y
9	200	5	X	Y

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

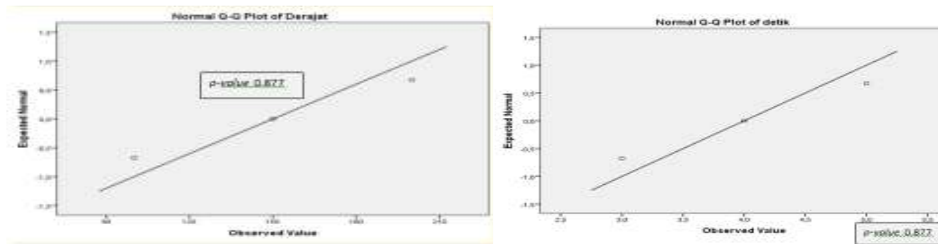
Pengujian dapat menghasilkan hasil yang baik dengan variabel pengepresan yang ditentukan pada suhu dan waktu untuk menjadikan produk *aluminium foil lid* yang merekat dan menutup dengan baik tanpa ada kebocoran sedikitpun. Didapat hasil data dengan menggunakan kuantitas yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Normalitas *Output*

NO	VARIABEL		REPLIKASI	
	SUHU (°C)	WAKTU (Detik)	1	2
1	100	3	1	1
2	100	4	2	2
3	100	5	3	3
4	150	3	3	3
5	150	4	4	4
6	150	5	3	3
7	200	3	2	2
8	200	4	2	2
9	200	5	3	3

Pada Tabel 1.3. merupakan data hasil percobaan yang dijelaskan dalam kuantitas untuk pengolahan data.

3.1. Uji Kenormalan data



Gambar 1. Plot Uji Kenormalan Data

Berdasarkan kriteria penolakan, hasil uji kenormalan data pengepresan ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kenormalan Data

Respon	<i>p-value</i>	Kondisi H_0	Data
Tutup cup merekat sempurna	0.877	Gagal ditolak	Berdistribusi normal

Sumber ; Hasil *Softwares*

3.2. Uji dua variansi (*two variances*)

Two variance *p-value* 0.577

Derajat	3	100	100	200	150,00	28,868	50,000	2500,000
detik	3	2	3	5	4,00	,577	1,000	1,000
Valid N (listwise)	3							

Gambar 2. Uji Dua Variansi

Berdasarkan kriteria penolakan, hasil uji dua variansi untuk respon pengepresan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji dua variansi

Respon	<i>P-value</i>	Kondisi H_0	Variansi
Tutup <i>sealer cup</i> merekat sempurna	0.577	Gagal ditolak	Sama

Sumber: Hasil *Software*

3.3. Persentase Kontribusi

Hasil perhitungan persentase kontribusi terhadap rata-rata diperlihatkan pada Table 6.

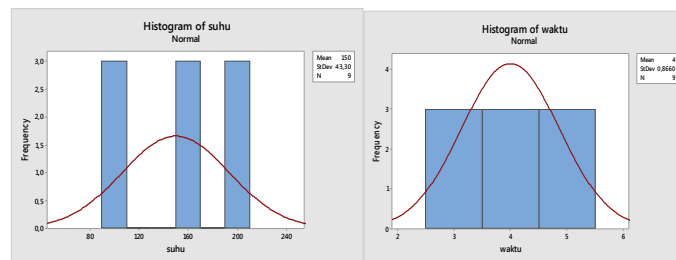
Tabel 6. Persen Kontribusi Terhadap Rata-Rata

Faktor	A	B	Persen
SS^1_A	2.89	5.89	90.757%
SS^1_B	1.44	2.94	0.111%
SS^1_e	52.80	52.80	5.613%

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel perhitungan kontribusi diatas menunjukkan bahwa faktor memberikan kontribusi paling besar terhadap rata-rata perhitungan pengepresan *cup* sambal terbesar adalah 90.757% dibandingkan dengan faktor lain.

Hasil pengepres *cup* sambal dapat menunjukkan hasil yang baik dengan parameter pengepresan *cup* ditentukan pada histogram suhu menunjukkan 150°C dan histogram waktu pengepresan menunjukkan 4 detik untuk menjadikan *cup* merekat dan menutup dengan baik tanpa ada kebocoran sedikitpun.



Gambar 3. Grafik histogram pengujian

4. KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen analisis hasil pengujian yang telah dilakukan penulis, kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. *Setting* variabel suhu dan waktu terbaik pada pengepresan *cup* sambal menggunakan *aluminium foil lid* yang didapatkan adalah suhu 150°C dengan waktu 4 detik.
2. Besar persentase kontribusi dari variabel suhu dan waktu yang berpengaruh pada pengepresan *cup* sambal menggunakan *aluminium foil lid* adalah dengan suhu sebesar 90.757%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis berterima kasih kepada:

1. Bapak Robert Napitupulu, S.S.T., M.T. Dosen Pembimbing Utama.
2. Ibu Shanty Dwi Krisnaningsih, M.Hum., Dosen Pembimbing pendamping.
3. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Polman Babel
4. Bapak Boy Rollastin, S.S.T. M.T. Selaku Kepala Prodi Teknik Mesin dan Manufaktur.
5. Kepada teman-teman yang membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
6. Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi.

Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Pradesa, Dodo Dermawan, Serly Oktavia (2018), ” Modifikasi Mesin *Cup Sealer* Sambal Terasi Pada Kemplang Panggang”, Laporan Akhir Proyek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung , Sungaliat
- Ambasari, D.N, (2000), Analisis Optimalisasi Penggunaan Faktor-faktor Produksi Industri Kecil Kerupuk Ikan (Kemplang). [Skripsi]. Program Studi

- Sosial Ekonomi Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. Bogor. 80 hlm.
- A Mulya Anhar, (2014), “Analisa Hasil Pengujian Mesin *Cup Sealer* Semi Otomatis”
- Andika dkk, (2019), Merancang dan membangun mesin pengepres *cup* sambal menggunakan metode metode VDI 2222 dengan bahan penutup *aluminium foil lid*.
- Anhar, Adhi Mulya (2014), ANALISA HASIL PENGUJIAN MESIN CUP SEALER SEMI OTOMATIS
- Anonim, (2020), *Mesin Cup Sealer*. Diakses pada 07 Februari 2020, <<https://www.mesinraya.co.id/mesin-cup-sealer-mesin-pres-cup-minuman.html>>
- Nabila, Haura, (2011), *Cup Sealer Mesin Penutup Cup*. (online).
- Sastrosupadi A, (2000), Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Buku. Kanisius. Malang. 267 P.
- Shabrinarain, (2017), Asal muasal kerupuk kemplang, Diakses pada 10 agustus 2019<<https://belanga.id/asal-muasal-kerupuk-kemplang-hingga-lidah-bergoyang/>>
- Sumardjo. N. P, (2002), Aluminium Foil. [www.aluminium foil.com](http://www.aluminiumfoil.com), Jam 09.00, 2 Januari 2012.



ANALISIS KEKUATAN IMPAK PADA MATERIAL KOMPOSIT
BERPENGUAT LIMBAH FILTER ROKOK SEBAGAI BAHAN
DASAR PEMBUATAN CANGKANG HELM

Diah Mayleni¹, Boy Rollastin², Masdani³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
diahmayleni020500@gmail.com

ABSTRAK

Limbah filter rokok merupakan salah satu limbah yang sulit didaur ulang dan tidak memiliki nilai jual, maka diadakannya limbah filter rokok sebagai bahan alternatif pembuatan cangkang helm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana suatu material komposit (yaitu HGM 16%, epoxy 76.5%, limbah filter rokok 7.5%) ini sebagai material dasar dalam pembuatan cangkang helm. Proses pengujian yang dilakukan yaitu pengujian uji impak charpy dengan ketebalan spesimen yang berbeda (3 mm, 4 mm, 5 mm). Berdasarkan penelitian ini dengan ketebalan 3 mm didapatkan hasil kekuatan impak rata-rata paling tinggi dibandingkan dengan spesimen ketebalan yang lain yaitu 0.02868 J/mm², pada ketebalan 4 mm yaitu 0.01628 J/mm², pada ketebalan 5 mm yaitu 0.01025 J/mm². Pada pengujian ini dibandingkan dengan hasil pengujian kekuatan impak helm SNI sebesar 0,00972 J/mm² maka semua spesimen lulus uji material untuk helm SNI.

Kata Kunci: Helm, kekuatan impak, limbah filter rokok, material komposit

ABSTRACT

Cigarette filter waste is one of the wastes that is difficult to recycle and has no selling value, so cigarette filter waste is used as an alternative material for making helmet shells. This study aims to determine how a composite material (ie 16% HGM, 76.5% epoxy, 7.5% cigarette filter waste) is used as a basic material in the manufacture of helmet shells. The testing process carried out is the charpy impact test with different specimen thicknesses (3 mm, 4 mm, 5 mm). Based on this study with a thickness of 3 mm, the highest average impact strength compared to other thickness specimens was 0.02868 J/mm², at 4 mm thickness was 0.01628 J/mm², at 5 mm thickness was 0.01025 J/mm². In this test, compared with the results of the SNI helmet impact strength test of 0.00972 J/mm² then all specimens passed the material test for SNI helmets.

Keywords: Helmet, impact strength, cigarette filter waste, composite material

1. PENDAHULUAN

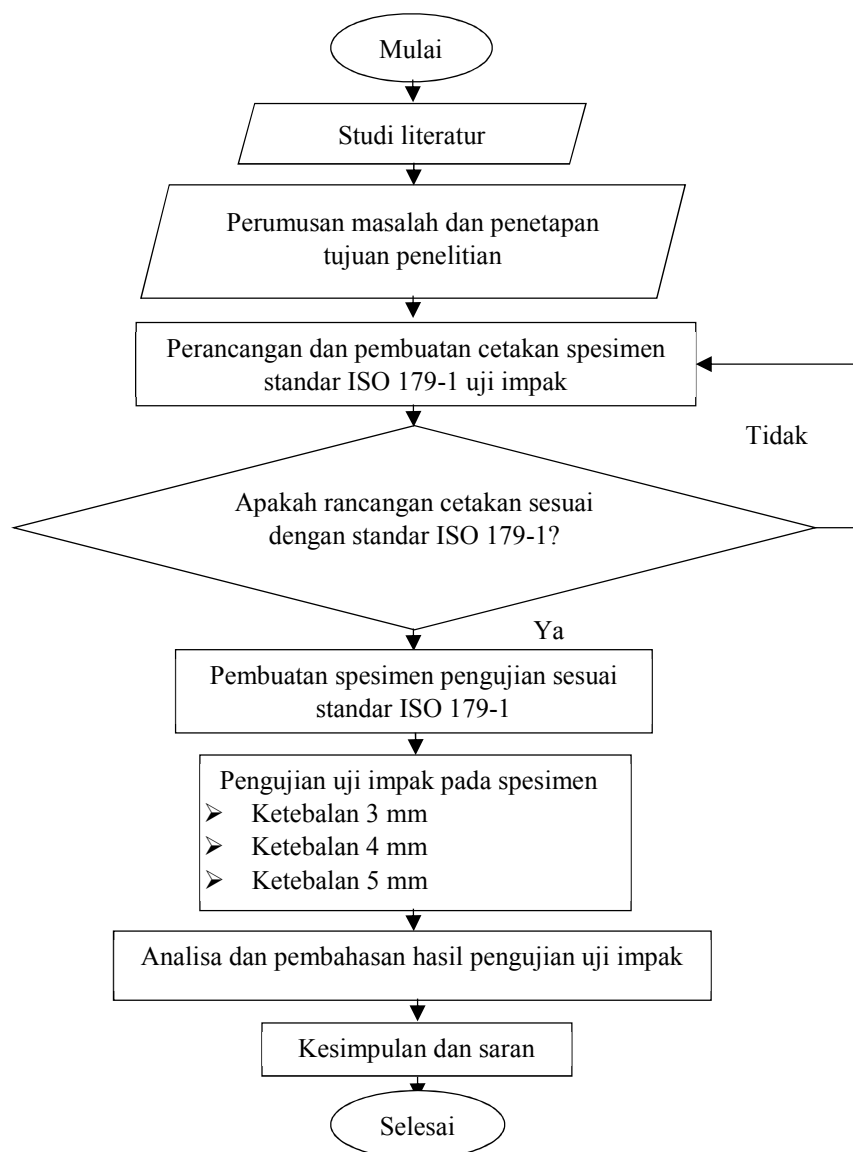
Helm merupakan salah satu alat pelindung keselamatan yang berfungsi untuk melindungi kepala pada saat berkendara agar terhindar dari cedera kepala dan benturan. Pemakaian helm wajib digunakan bagi para pengendara baik pengendara motor maupun sepeda. Hal ini berdasarkan UU No 22 Tahun 2009 tentang Lalu-Lintas dan Angkutan Jalan pasal 57 ayat 1 *juncto* ayat 2. Selain itu, pada pasal 106 ayat 8 menyatakan bahwa helm yang dikenakan harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu SNI 1811-2007 (Safa'at, 2017). Bagian helm yang memiliki fungsi penting untuk pelindung keselamatan adalah bagian cangkang. Cangkang helm terbuat dari material yang kuat, tahan benturan dan bukan logam, tidak mudah untuk berubah bentuk serta tahan terhadap pengaruh bahan cairan pembersih (Rollastin, 2018). Bahan helm pada umumnya terbuat dari polimer *polypropylene* (Mukhamad & Setyoko, 2014). Bahan tersebut memiliki sifat isolasi termal dan listrik yang baik tapi mudah rapuh pada suhu rendah. Disamping ketahanan helm saat terjadi benturan berat dan dimensi helm juga berpengaruh terhadap kenyamanan pengendara, helm yang berat cenderung dapat menyebabkan leher pengendara lebih cepat mengalami kelelahan. Oleh karena itu, pemilihan material helm harus bersifat ringan.

Pada umumnya material komposit merupakan material yang kuat dan ringan. Material komposit merupakan material yang banyak dikembangkan dan penggunaannya telah meluas dalam berbagai sektor industri, rumah tangga dan alat pendukung olahraga (Suryana, et al., 2018). Salah satu pemilihan material alternatif berbahan komposit yang memiliki sifat material yang kuat dan ringan, salah satunya material komposit dengan penguat dari *fiber* dan *fiber glass*. Sama halnya dengan limbah filter rokok yang juga memiliki bahan dasar kapas yang ringan, berpori dan mudah menyerap (Candra, et al., 2019). Limbah filter rokok atau biasa dikenal dengan puntung rokok merupakan salah satu jenis limbah yang mudah ditemukan di tempat-tempat umum dan hampir diseluruh dunia. Pada tahun 2018, WHO (*World Health Organization*) meringkas jumlah perokok di dunia sebanyak 1,1 miliar (Rahman & Giustozzi, 2020). Di Indonesia, jumlah pengkonsumsi rokok cukup tinggi sehingga menghasilkan sampah yang cukup banyak. Dilihat dari jumlahnya, puntung rokok menyumbang 32 persen sampah di pantai, sungai maupun perairan, hal ini berdasarkan salah satu diskusi panel di ajang *15th World Conference on Tobacco or Health*, di *Suntec convention center* Singapura (Aji, et al., 2015). Mengatasi permasalahan tersebut diadakannya material baru untuk kebutuhan industri khususnya industri plastik. Sedangkan kedepannya material plastik/bahan baku plastik sangat banyak dibutuhkan sebagai komponen penunjang rumah tangga, bahkan tidak menutupi kemungkinan dapat digunakan pada dunia perindustrian seperti industri otomotif dan lain sebagainya. Pada penelitian ini akan dilakukan bagaimana cara mengatasi permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah filter rokok dan menjadikan limbah filter rokok tersebut menjadi material baru yang memiliki nilai jual. Selain itu juga untuk mengetahui tentang kekuatan mekanik dan karakteristik dari material baru tersebut. Penelitian ini juga dilakukan sebagai salah satu bukti dan tindakan langsung membantu pemerintah untuk mengatasi permasalahan sampah dan limbah yang ada di Indonesia.

Alternatif ini yaitu dilakukan penelitian dengan pembuatan spesimen dan dilakukan pengujian uji impact terhadap spesimen material komposit dengan pencampuran limbah filter rokok sebagai bahan campuran dalam pembuatan cangkang helm. Dalam penelitian sebelumnya, telah dilakukan simulasi uji penetrasi dan penyerapan beban kejut, mengacu pada SNI 1811 – 2007, terhadap helm dengan material komposit *epoxy* – HGM sebesar 16%.

2. METODE

Pada penelitian ini metode yang dilakukan menggunakan metode eksperimen. Adapun tahapan penelitian yang dijelaskan secara sederhana sesuai dengan diagram alir penelitian.



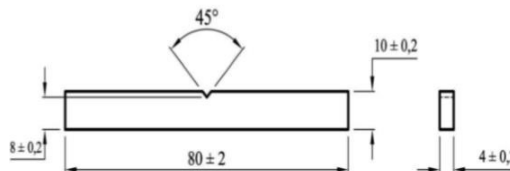
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Alat dan bahan penelitian

1. Timbangan digital
2. Cetakan spesimen
3. Laptop
4. Alat Bantu : Jangka sorong, penggaris, gunting, cutter, ampelas, gergaji dan kikir
5. Limbah filter rokok
6. Resin *Epoxy*
7. *Hollow Glass Microsphere* (HGM)
8. *Hardener*
9. *Wax*
10. Serta peralatan dan bahan pendukung lainnya.

2.2 Pembuatan model spesimen uji

Pembuatan model spesimen pengujian dilakukan berdasarkan ketentuan standar ukuran spesimen uji dampak yang digunakan yaitu sesuai dengan standar ISO 179-1. Model spesimen uji dibuat dengan ketebalan berbeda yaitu 3 mm, 4 mm, 5 mm.



Gambar 2. Dimensi spesimen uji dampak ISO 179-1 (Mulyo & Yudiono, 2018)

Prosedur pembuatan model spesimen uji adalah sebagai berikut :

1. Limbah filter rokok yang masih baru terlebih dahulu dipisahkan dari filter pembungkus yang biasa menempel pada busa yang kemudian ambil busanya.
2. Kemudian busa yang sudah siap untuk digunakan dicacah (sehingga berbentuk pipih) agar mudah dalam proses pencetakan.
3. Setelah itu, ukur massa material yang akan digunakan yaitu serat limbah filter rokok, HGM, resin *epoxy*, katalis sesuai dengan hitungan yang telah dihitung sebelumnya menggunakan timbangan digital. Timbangan digital terlebih dahulu dikalibrasi.
4. Kemudian lapisi cetakan (mal) dengan *Wax* secara merata agar material komposit tidak mudah lengket atau mudah dilepaskan dari cetakan.
5. Masukkan dan susun secara acak serat filter rokok yang sudah ditimbang ke dalam cetakan.
6. Lalu campurkan resin *epoxy* dan katalis serta *Hollow Glass Microsphere* (HGM) yang telah ditimbang ke dalam wadah yang lainnya sebelum dimasukkan ke dalam cetakan (mal). Kemudian aduk hingga merata $\pm 15 - 20$ menit agar campuran merata sehingga tidak terdapat ruang kosong diantara material.
7. Jika telah selesai, masukan campuran resin *epoxy*, katalis, dan HGM ke dalam cetakan (mal).
8. Pastikan semua campuran material dalam cetakan memiliki ketebalan merata.

9. Kemudian tunggu hingga kering, atau bisa dijemur di bawah sinar matahari selama $\pm 30 - 60$ menit.
10. Jika sudah kering lepaskan campuran material dari cetakan. Kemudian lakukan proses pembuatan takikan pada spesimen menggunakan alat bantu gergaji dan kikir dengan ukuran sesuai standar ISO 179-1 seperti pada gambar 2. Untuk hasil spesimen dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Spesimen uji impact

2.3 Pengujian uji impact material komposit

Proses pengujian material komposit menggunakan alat uji impact GOTECH metode *charpy* model GT-7045 dengan kapasitas 150 kg/cm yang ada di POLMAN BABEL.



Gambar 4. Alat uji impact GOTECH model GT-7045

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

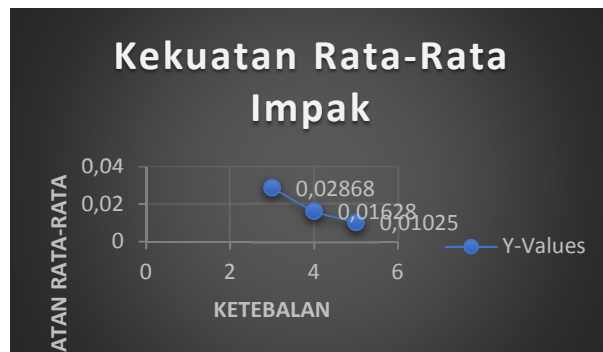
Hasil pengujian impact yang telah dilakukan menggunakan alat uji impact *charpy* dan standar pengujian yang digunakan adalah ISO 179-1. Berdasarkan hasil dari pengujian impact didapatkan hasil kekuatan dari masing-masing variasi ketebalan dengan persentase rasio volume matrix dan serat yang sama yaitu filter rokok 7.5 %, resin *epoxy* 76.5% dan HGM 16%.

Adapun didapatkan hasil data dari pengujian untuk kekuatan impact dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian uji impact

Ketebalan spesimen	Kekuatan Impact (J/mm^2)						Kekuatan Impact Rata-Rata (J/mm^2)
	Replikasi						
	1	2	3	4	5	6	
3 mm	0.0318	0.0340	0.0362	0.0275	0.0191	0.0232	0.02868
4 mm	0.0113	0.0412	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113	0.01628
5 mm	0.0165	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.01025

Berdasarkan pengujian uji impact yang telah dilakukan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 1 yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata kekuatan impact maksimum yaitu 0.02868 J/mm^2 pada ketebalan spesimen 3 mm. Sedangkan nilai rata-rata kekuatan impact minimum yaitu 0.01025 J/mm^2 pada ketebalan spesimen 5 mm. Dan untuk nilai rata-rata paling rendah kedua yaitu pada ketebalan 4 mm dengan hasil 0.01628 J/mm^2 .



Gambar 5. Grafik Kekuatan rata-rata impact

Dilihat dari grafik rata-rata kekuatan impact pada gambar 5 adanya penurunan kekuatan yang berarti menunjukkan bahwa ketebalan spesimen mempengaruhi kekuatan impact tersebut. Dimana semakin tebal spesimen maka kekuatan impact semakin rendah. penurunan kekuatan terjadi pada ketebalan 5 mm, hal ini dikarenakan adanya pengaruh kondisi spesimen yang kurang sempurna, di mana terdapat *void*/gelembung udara yang dapat mempengaruhi hasil pengujian tersebut. Dan juga dapat diakibatkan karena pengaruh dari penguat serat dan matrik yang tidak mengikat dengan baik Sehingga ketebalan 5 mm memiliki nilai energi impact dan harga impact yang paling rendah dibandingkan dengan ketebalan yang lainnya. Akan tetapi berbeda halnya pada ketebalan 3 mm yang memiliki nilai energi impact dan harga impact yang paling tinggi dan mempunyai ketangguhan yang paling baik dan keuletan yang tinggi dibandingkan dengan spesimen ketebalan yang lainnya. Di mana, hal ini dikarenakan adanya pengaruh pada proses *curing* (Proses pengeringan) yang lebih cepat dibandingkan dengan spesimen yang lainnya dikarenakan memiliki ukuran ketebalan yang lebih tipis sehingga penguat serat dan matriks dapat mengikat dengan baik.

4. KESIMPULAN

Pada pengujian eksperimen uji impact *charpy* dengan variasi ketebalan yang berbeda maka didapatkan hasil nilai rata-rata kekuatan impact maksimum yaitu 0.02868 J/mm^2 pada ketebalan spesimen 3 mm. Sedangkan nilai rata-rata kekuatan impact minimum yaitu 0.01025 J/mm^2 pada ketebalan spesimen 5 mm. Dan untuk nilai rata-rata paling rendah kedua yaitu pada ketebalan 4 mm dengan hasil 0.01628 J/mm^2 . Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, untuk hasil pengujian kekuatan impact dibandingkan dengan hasil pengujian kekuatan impact helm SNI sebesar $0,00972 \text{ J/mm}^2$ (Mulyo & Yudiono, 2018) maka spesimen yang dibuat lulus uji material untuk helm SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A., Maulinda, L. & Amin, S., 2015. Isolasi Nikotin dari Puntung Rokok Sebagai Insektisida. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, pp. 100-120.
- Candra, A. I., Gardjito, E., Cahyo, Y. & Prasetyo, G. A., 2019. Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori.
- M. Gokulnath, P. H. K. S. J. J. J. C. N. A. P., 2019. UTILISATION OF CIGARETTE BUTTS IN CLAY BRICKS. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* , p. 3240.
- Mukhamad, A. F. H. & Setyoko, B., 2014. Studi Kelayakan Mekanik Komposit Serat Rami Acak-Polyester Sebagai Bahan Helm Standar SNI.
- Mulyo, B. T. & Yudiono, H., 2018. Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI. *Jurnal Kompetensi Teknik*, p. 2.
- Rahman, M. T. & Giustozzi, A. M. F., 2020. Possible Recycling of Cigarette Butts as Fiber Modifier in Bitumen for Asphalt Concrete. p. 1.
- Rollastin, B., 2018. Uji Penetrasi Spesimen Pada Sungkup Helm Berbahan Biokomposit Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Helm. *Jurnal Manutech*, Volume 10, p. 9.
- Safa'at, A., 2017. *Aplikasi Komposit Epoxy – HGM – Carbon Fiber Pada Sungkup Helm Untuk Menahan Penetrasi dan Mereduksi Energi Impact*, Surabaya: Repository Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suryana, D., Junaidi, A. & Rizki, M., 2018. Pengaruh Komposisi Komposit Serat-Serat Eceng Gondok. *Jurnal Austenit*, p. 56.



PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK KARBON, ANTRASIT,
DAN ARANG KAYU TERHADAP KEKERASAN BAJA AMUTIT
DALAM PROSES PERLAKUAN PANAS DENGAN MEDIA
PENDINGIN AIR, AIR LAUT, AIR ES DAN OLI

Anggi Leonardo¹, Somawardi², Yuliyanto³

^{1,2,3}Program Study Teknik Mesin dan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Polman
Babel,

e-mail : ronaldoanggi456@gmail.com

ABSTRAK

Didalam dunia industri memiliki banyak permasalahan yang kompleks tentang logam, maka dari itu perlu adanya berbagai variasi perlakuan panas pada logam agar didapatkan produk yang sesuai dengan yang diinginkan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang pengaruh perlakuan panas terhadap nilai kekerasan baja Amutit dan pengaruh proses hardening dengan tiga jenis media penambah yaitu serbuk karbon, antrasit, dan arang kayu dengan empat variasi media pendinginan yaitu Air Biasa, Air Laut, Air Es dan Oli. Dengan penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat dalam bidang industri manufaktur. Tujuan penelitian adalah Mendapatkan nilai kekerasan yang optimum akibat dari proses perlakuan panas dan pendinginan cepat. Material baja amutit K-460/ AISI 01 termasuk dalam klasifikasi tool steel yang digunakan pada industri manufaktur untuk membantu proses produksi seperti alat pemotongan dan sebagai bahan cetakan untuk bahan plastik. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Baja amutit atau AISI 01 memiliki kekerasan 16.3 HRC tanpa perlakuan. Kekerasan baja amutit ini mampu ditingkatkan melalui perlakuan panas dengan pendinginan cepat. Perlakuan panas yang dilakukan dengan penambahan media karbon aktif lebih keras di bandingkan dengan penambahan media Antrasit dan Media Arang kayu. Kekerasan tertinggi tersebut dipengaruhi oleh bentuk atau dimensi karbon aktif yang lebih halus dibandingkan media lainnya, dimana semakin halus atau kecil dimensi bahan penambah maka akan semakin cepat proses berdifusi terjadi. Dimana Rata-rata kekerasan untuk penambahan media karbon aktif adalah Air Laut (64,13), Air Biasa (63,46), Oli (63,83), dan Air Es (66,2) dengan satuan HRC, sedangkan untuk media Antrasit yaitu Air Laut (58,26), Air Biasa (54,76), Oli (51,8), dan Air Es (55,8) dengan satuan HRC dan media Arang Kayu sebesar Air Laut (58,33), Air Biasa (51,83), Oli (45,8), dan Air Es (58,8) dengan satuan HRC.

Kata Kunci : *Serbuk karbon, Baja Amutit, Kekerasan, Pendingin*

ABSTRACT

In the industrial world has many complex problems about metals, therefore there needs to be a variety of heat treatment on metals in order to obtain the desired product. Therefore, in this study was conducted to obtain data on the effect of heat treatment on the hardness value and micro structure of Amutit steel and the influence of hardening process with three types of enhancing media namely carbon powder, anthracite, and wood charcoal with four variations of cooling media namely Ordinary Water, Sea Water, Ice Water and Oil. With this research is also expected to be useful in the manufacturing industry. The purpose of the study was to obtain optimum hardness due to the process of heat treatment and rapid cooling. Steel material amutit K-460 / AISI 01 is included in the classification of steel tools used in the manufacturing industry to help the production process such as cutting tools and as a mold material for plastic materials. Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that Baja amutit or AISI 01 has a hardness of 16.3 HRC without treatment. The hardness of this amutit steel is able to be increased through heat treatment with rapid cooling. Heat treatment done with the addition of activated carbon media is harder in comparison with the addition of Anthracite media and wood charcoal media. The highest hardness is influenced by the form or dimension of activated carbon that is smoother than other media, where the smoother or smaller the dimensions of the enhancer material, the faster the diffusion process occurs. Where the average hardness for the addition of activated carbon media is Sea Water (64.13), Plain Water (63.46), Oil (63.83), and Ice Water (66.2) with HRC units, As for anthracite media, namely Sea Water (58.26), Plain Water (54.76), Oil (51.8), and Ice Water (55.8) with units of HRC and Wood Charcoal media of Sea Water (58.33), Plain Water (51.83), Oil (45.8), and Ice Water (58.8) with units of HRC.

Keywords: Carbon Powder, Amutit Steel, Hardness, Coolant

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, penggunaan logam sebagai bahan utama operasional atau sebagai bahan baku produksi industri semakin besar. Baja karbon banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif dan kebutuhan rumah tangga. Akibat dari pemakaian, menyebabkan struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja (Fariadhie, 2012).

Didalam dunia industri yang memiliki permasalahan yang kompleks perlu adanya berbagai variasi perlakuan panas pada logam agar didapatkan produk yang sesuai dengan yang diinginkan. Perlakuan Panas adalah suatu proses mengubah sifat mekanis logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan (Asiri, 2010).

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan. Adakalanya baja yang akan diproses tidak mempunyai kekerasan yang cukup. Oleh karena itu perlu dilakukan proses lagi yaitu proses *hardening*. Dengan melakukan *Hardening* maka akan didapatkan sifat kekerasan yang lebih tinggi. Semakin tinggi angka kekerasan maka sifat keuletan akan menjadi rendah dan baja akan menjadi getas. Baja yang demikian tidak cukup baik untuk berbagai pemakaian. Oleh karena itu biasanya selalu setelah dilakukan proses pengerasan kemudian segera diikuti dengan *Tempering* (Daryono, 2010).

Akibat proses perlakuan panas ini adalah akan terjadi perubahan mikrostruktur pada logam. *Quenching* pada baja merupakan salah satu dari beberapa proses *hardening* yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja dengan cara memanaskan logam tersebut pada temperatur tertentu, biasanya antara 845°-870°C, kemudian didinginkan secara cepat pada media pendingin untuk mendapatkan struktur martensit. *Quenching* dilakukan untuk mencegah terjadinya pembentukan struktur perlit serta untuk memudahkan pembentukan struktur bainit atau martensit (Afendi, 2009).

Tujuan utama *quenching* adalah meningkatkan kekerasan logam, sedangkan kunci utama dalam proses *quenching* adalah pengaturan laju pendinginan pada logam. Jika laju pendinginan terlalu lambat, logam menjadi lebih getas dan kekerasan akan berkurang. Jika laju pendinginan terlalu cepat, maka akan terjadi distorsi dan retak pada logam. Oleh karena itu, yang menarik dari metode *quenching* adalah bagaimana memilih media pendingin dan tahapan proses yang dilakukan sehingga akan meminimalkan beragam tegangan yang timbul yang dapat mengurangi terjadinya retak dan distorsi serta pada saat yang sama mampu menyediakan laju perpindahan panas yang cukup untuk mendapatkan sifat akhir hasil *quenching* seperti kekerasan (Fedare, 2011).

Terdapat beragam media pendingin yang digunakan dalam dunia industri antara lain : air, larutan/air garam, minyak/oli, polimer encer, dan bak garam. Air dan oli merupakan media pendingin yang paling banyak dipakai untuk mengeraskan baja karena mudah dalam proses pencelupannya. Oli/minyak mempunyai kelebihan diantaranya dapat digunakan pada berbagai temperatur secara efektif. Secara umum, oli/ minyak mempunyai laju pendinginan yang lebih lambat dibandingkan dengan air atau air garam. Oleh karena itu, media pendingin ini dapat memberikan hasil *quenching* dengan distorsi dan retak yang lebih kecil (Asiri, 2010).

Beberapa penelitian telah melakukan penelitian mengenai proses *hardening* dengan pendinginan cepat. (Fitri, 2012) melakukan penelitian tentang komposisi kimia, struktur mikro, *holding time* dan sifat ketangguhan baja karbon medium pada suhu 780°C. Baja diberikan perlakuan panas *pre heating* 600°C dengan waktu tahan 30 menit, *hardening* 780°C diberi waktu tahan 20 dan 40 menit kemudian dilakukan pendinginan cepat dengan menggunakan air. Kesimpulan yang diperoleh laju pendinginan cepat (*quenching*) menghasilkan ukuran dan struktur butir yang halus.

(Feriadie, 2012) melakukan penelitian mengenai pengaruh temperatur *hardening* peningkatan sifat mekanis dan struktur mikro *leafspring* Hijet 1000. Sampel diberikan temperatur *hardening* 950°C, 1050°C dan 1100°C dengan waktu tahan 30 menit dan dilakukan pendinginan dengan menggunakan media

pendingin air. Hasilnya spesimen dengan pemanasan 950°C dan pendinginan menggunakan air sudah cukup untuk menaikkan kekerasan *leafspring*. Hal ini dikarenakan specimen hasil pemanasan 1050°C dan pendinginan menggunakan air. Hanya mengalami kenaikan 2% dari hasil pemanasan 950°C dan pendinginan menggunakan air. 4 Spesimen hasil pemanasan 1100°C hanya mengalami kenaikan 4% dari specimen hasil pemanasan 950°C dan pendingin air.

(Karmin dan Muchtar Ginting, 2012) melakukan penelitian berjudul analisis peningkatan kekerasan baja amutit menggunakan media pendingin dromus. Baja amutit atau baja berkarbon sedang diberikan temperatur *hardening* 800°C dengan waktu tahan 40 menit selanjutnya *quenching* air+dromus oil (10/1, 20/1 dan 30/1), kemudian dilakukan pemanasan kembali atau *tempering* 200°C dengan waktu tahan 60 menit. Kesimpulan hasil penelitian yakni persentase campuran terbaik terhadap peningkatan kekerasan yaitu menggunakan media emulsi dengan rasio 1 bagian dromus oli dengan 30 bagian air.

Dari penelitian-penelitian yang saya temui seperti yang di atas proses perlakuan panas dengan penambahan media karbon dan diikuti dengan pendingin cepat banyak dilakukan oleh peneliti untuk meningkatkan nilai kekerasan pada material dikarenakan bahan penambah dan media pendingin sangat berpengaruh pada peningkatan kekerasan material, tetapi sejauh ini para peneliti hanya menggunakan satu atau dua media pengkarbonan dan media pendingin. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang pengaruh perlakuan panas terhadap nilai kekerasan baja Amutit dan pengaruh proses *hardening* dengan tiga jenis media penambah yaitu serbuk karbon, antrasit, dan arang kayu dengan empat variasi media pendinginan yaitu Air Biasa, Air Laut, Air Es dan Oli. Dengan penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat dalam bidang industri manufaktur.

2. METODE PENELITIAN

Speimen yang digunakan adalah material baja amutit dengan ukuran diameter 25mm x 7mm dengan jumlah 12 pcs. Perlakuan dilakukan dengan proses *temper* pada *temperature* 600°C dengan *holding time* 30 menit, pemanasan dilanjutkan sampai temperatur austenisasi 900°C dengan *holding time* 90 menit, selanjutnya dilakukan proses pendinginan cepat (*quenching*) dilakukan setelah mencapai temperatur austenisasi dan waktu tahan yang diinginkan dengan menggunakan media pendingin air, air laut, air es dan oli. Pada penelitian ini, analisis kekerasan dilakukan menggunakan metode *Rockwell*. Analisis kekerasan pada sampel dengan dan tanpa pemberian *heat-treatment* bertujuan mengetahui tingkat kekerasan baja akibat suhu pemanasan dan variasi campuran media pendingin sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan serta kekerasan rata-rata dari semua benda uji.

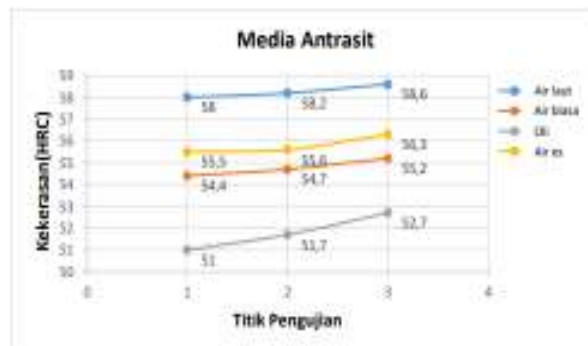
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan proses pendinginan dan penambahan unsur karbon terhadap kekerasan material baja Amutit dengan pemanasan 900°C. Diikuti dengan pendinginan cepat dengan menggunakan media air biasa, air laut, air es dan oli. Data hasil pengujian selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Uji Kekerasan

No.	Material	Hasil Kekerasan(HRC)					
		Tanpa Perlakuan	Temperatur °C	Pendingin	Perlakuan Panas		
					HRC	Antrasit HRC	Arang Kayu HRC
1	Baja Amutit/ AISI 01	27,73	900	air laut	58,26	58,33	64,13
2				air biasa	54,76	51,83	63,46
3				oli	51,8	45,8	63,83
4				air es	55,8	58,8	66,2

Berdasarkan data diatas bahwa perlakuan panas yang dilakukan dengan penambahan media Karbon Aktif lebih keras dibandingkan dengan penambahan media Antrasit dan media Arang kayu. Rata-rata kekerasan untuk penambahan media karbon aktif adalah Air Laut (64,13), Air Biasa (63,46), Oli (63,83), dan Air Es (66,2) dengan satuan HRC, sedangkan untuk media Antrasit yaitu Air Laut (58,26), Air Biasa (54,76), Oli (51,8), dan Air Es (55,8) dengan satuan HRC dan media Arang Kayu sebesar Air Laut (58,33), Air Biasa (51,83), Oli (45,8), dan Air Es (58,8) dengan satuan HRC. Berdasarkan pendinginan cepat yang dilakukan dari keempat media tersebut menghasilkan tingkat kekerasan yang bervariasi dimana dimensi media penambahan juga berpengaruh dalam proses berdifusi untuk mencapai kekerasan yang maksimal, dimana semakin kecil dimensi bahan penambah maka akan semakin cepat proses berdifusi terjadi. Untuk Pendingin yang paling baik untuk seluruh media adalah Air Es.



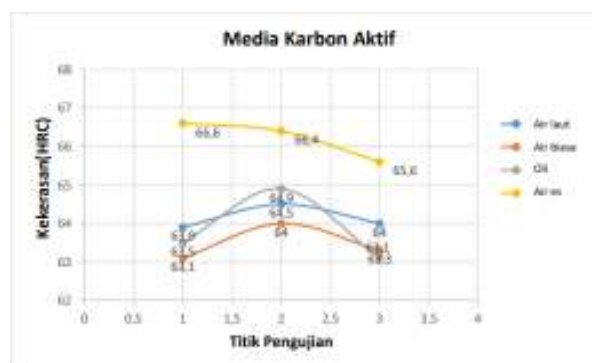
Gambar 1. Pengujian Kekerasan dengan media Antrasit

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air Laut lebih keras yaitu sebesar rata-rata 58,26 HRC, diikuti Air Es 55,8 HRC, Air Mineral 54,76 HRC dan Oli 51,8 HRC.



Gambar 2. Pengujian Kekerasan dengan media Arang Kayu

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air Es lebih keras yaitu sebesar rata-rata 58,8 HRC, diikuti Air Laut 58,3 HRC, Air Mineral 51,83 HRC dan Oli 45,8 HRC.



Gambar 3. Pengujian Kekerasan dengan media Karbon Aktif

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air Es lebih keras yaitu sebesar rata-rata 66,2 HRC, diikuti Air Laut 64,13 HRC, Air Mineral 63,46 HRC dan Oli 63,83 HRC.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Baja amutit atau AISI 01 memiliki kekerasan 16,3 HRC tanpa perlakuan. Kekerasan baja amutit ini mampu ditingkatkan melalui perlakuan panas dengan pendinginan cepat. Perlakuan panas yang dilakukan dengan penambahan media karbon aktif lebih keras dibandingkan dengan penambahan media Antrasit dan Media Arang kayu. Kekerasan tertinggi tersebut dipengaruhi oleh bentuk atau dimensi karbon aktif yang lebih halus dibandingkan media lainnya, dimana semakin halus atau kecil dimensi bahan penambah maka akan semakin cepat proses berdifusi terjadi. Dimana rata-rata kekerasan untuk penambahan media karbon aktif adalah Air Laut (64,13), Air Biasa (63,46), Oli (63,83), dan Air Es (66,2) dengan satuan HRC, sedangkan untuk media Antrasit yaitu Air Laut (58,26), Air Biasa (54,76), Oli (51,8), dan Air Es (55,8) dengan satuan HRC dan media Arang Kayu sebesar Air Laut (58,33), Air Biasa (51,83), Oli (45,8), dan Air Es (58,8) dengan satuan HRC.

2. Berdasarkan pendinginan cepat yang dilakukan dari keempat media tersebut menghasilkan tingkat kekerasan yang bervariasi. Untuk Pendingin yang paling baik untuk seluruh media adalah Air Es. Dimana hal ini juga disebabkan oleh *viskositas* dan *densitas* pendingin dimana makin rendah *viskositas* suatu pendingin maka akan semakin baik kekerasan baja yang dihasilkan, berbanding terbalik dengan *densitas* yaitu semakin tinggi densitas/massa jenis suatu pendingin maka akan semakin tinggi kekerasan baja yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiri, H. dan Amrullah. 2010. *Analisa Hubungan Besar Butir dengan sifat Mekanis Baja Karbon*. Majalah Ilmiah Al-Jibra. ISSN 14411-7797. Volume 11. Nomor 35.
- Daryono. 2010. *Kelayakan Pegas Daun dalam Penerimaan Beban Optimal*. Jurnal Teknik Industri. Volume 11. Nomor 1. Halaman 21-25. Departemen Pendiidkan Nasional. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*. Balai Pustaka. Jakarta. Halaman 91.
- Effendi, S. 2009. *Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan Logam*. Jurnal Austenit Teknik Mesin. Volume 1. Nomor 1. Halaman 39.
- Fadare, D. A, Fadara, T.G and Akanbi, O.Y. 2011. *Effect of Heat Treatment on Mechanical Properties and Microstructure of NST 37-2 Steel*. Journal of Minerals & Engineering. Volume 10. Nomor 3. Page 299-308.
- Fariadhie, J. 2012. *Pengaruh Temper dengan Quenching Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60*. Jurnal Politeknosains. Volume XI. Nomor 1. Halaman 126-137.
- Fitri. 2012. *Komposiis Kimia, Struktur Mikro, Holding Time dan Sifat Ketangguhan Baja Karbon Medium pada Temperatur 780°C*. Skripsi. Jurusan Fisika Material Fakultas MIPA. Universitas Lampung, Bandar Lampung. Halaman 32-46.
- Mizhar, S dan Suherman. 2011. *Pengaruh Perbedaan Kondisi Tempering Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Dari Baja AISI 4140*. Jurnal Dinamis Jurusan Teknik Mesin. Volume 2. Nomor 8. Halaman 21-26.
- Motagi, B.S and Bhosle, R. 2012. *Effect of Heat Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of Medium Carbon Steel*. International Journal Of Engineering Research and Development. Volume 2. Nomor 1. page 07-13.

ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN KARAKTERISTIK BATU
BATA MERAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE RSM DI
KABUPATEN BANGKA

Ludy Firmansyah¹, Yuliyanto², Nanda Pranandita³

^{1,2,3}Program Study Teknik Mesin dan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Polman
Babel,

e-mail : ludy.firmansyah08@gmail.com

ABSTRAK

Batu bata merah merupakan material yang paling mudah ditemukan dan digunakan hampir semua bangunan. Selain murah, bata merah juga sering digunakan karena proses pembuatannya yang mudah dan banyak ditemukan di semua daerah di Indonesia. Pemanfaatan batu bata dalam konstruksi maupun non-konstruksi ataupun struktur perlu adanya peningkatan produk yang dihasilkan, baik dengan cara meningkatkan kualitas bahan material bata merah sendiri maupun penambahan dengan bahan lain.. Berdasarkan SNI 15-2094-2000 menjelaskan bahwa bata merah adalah bahan bangunan yang berbentuk prisma segi empat panjang, pejal atau berlubang dengan volume lubang dengan volume lubang maksimum 15% dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa bahan aktif dan dibakar pada suhu tertentu. Hasil pengolahan data menghasilkan 20 sample percobaan dengan 6 kali pengulangan di tengah. Hasil penelitian ini menghasilkan kekuatan dampak tertinggi pada percobaan 14 sebesar 122,9 kJ/m² dengan parameter pengeringan 8 hari, temperature 968,18°C dengan lama pemanasan 10 jam dan Kekuatan dampak terendah pada percobaan 12 yaitu sebesar 47,6 kJ/m² dengan parameter lama pengeringan 8 hari, temperature 800°C dan lama waktu pemanasan 3,27 jam Hal ini dikarenakan lama proses pengeringan dan lama pemanasan. Berdasarkan uji SEM, jelas sekali terlihat perbedaan bentuk patahan nilai uji dampak tertinggi hasil patahannya menunjukkan permukaan telah berbentuk kristal dengan penyatuan yang sempurna walaupun ada beberapa bagian yang retak, hal ini disebabkan karena air yang terkandung lebih sedikit dibandingkan dengan hasil uji dampak yang lebih rendah hasil patahannya yang membentuk kristal kurang lebih 50% sedangkan di beberapa bagian terdapat porositas atau lobang yang menandakan penyatuan belum sempurna

Kata Kunci : Bata Merah, Uji Dampak, Uji Sem, Waktu Pemanasan

ABSTRACT

Red bricks are the most easy material to locate and use practically any building. Besides being cheap, red bricks are also often used because of their easy and plentiful production processes in all parts of Indonesia. Brick use in both construction and non-construction or structure needs to be increased products produced, either by improving the quality of the red brick matality or additions to other materials.. Based on sni 15-2094-2000, red bricks are a rectangular prism material, solid or perforated with a hole volume ata maximum of hole volume at

15% and are used for constructing walls of buildings, which are made of clay with or without active material and burned at a certain temperature. The study was done using the RSM method of using soft prelims. The data processing produced 20 samples with six times the repetition in the center. The results of this study were the result of the highest impact in experiments 14, 122.9 kJ/m², with a 8-day drying parameters, a temperature of 968.18°C with a 10-hour heat span and the lowest impact on experiment 12 was 47.6 kJ/m² with the long drying parameters of 8 days, places up to 800°C and a length of warming 3.27 hours this is due to the long drying and long warming. Based on shem's test, the exact difference in the form of breaking the value of the broken impact tests shows that the surface has become crystalline with perfect uniform. even though some of the parts are cracked, it is because the water contained less than the lower intake, which forms the crystals at least 50%, while in some areas there is a porosity or hole in which the convergence is still incomplete.

Keywords: Red Bricks, Impact Test, Sem Test, Warming Time

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang Batu bata merah merupakan bahan bangunan yang sering digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding perumahan. Memilih batu bata sebagai bahan pembuat dinding memang cukup beralasan. Hal ini dikarenakan batu bata memiliki keunggulan yaitu, bahan utama batu bata merupakan tanah liat yang mudah didapat. Selain karena bahan baku yang mudah didapat, batu bata juga mudah dibuat (Indra 2012). Hanya membutuhkan alat-alat sederhana dan modal yang kecil sehingga banyak masyarakat yang dapat membuat dan persediaan batu bata menjadi mudah diperoleh.

Untuk dapat memenuhi kebutuhan batu bata seiring dengan peningkatan jumlah dan laju perkembangan penduduk, produksi batu bata pun harus ditingkatkan, bukan hanya dalam segi jumlah tapi juga mutu (Wisnumurtini, 2013). Adapun kualitas batu bata merah yang tersedia kebanyakan mudah retak dan hancur akibat kurangnya kualitas batu bata yang dihasilkan (Ade, 2013). Maka dalam pembuatan batu bata perlu adanya peningkatan mutu yang dihasilkan secara efektif. Untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi tersebut maka diberikan suatu solusi. Seiring perkembangan teknologi saat ini, mulai banyak melakukan inovasi yang membantu memperbaiki mutu dan kualitas batu bata yang dihasilkan.

Penelitian kekuatan tekan Batu Bata Merah dengan variasi usia dan kadar air adukan tanah liat. Pengujian kekuatan tekan Batu Bata Merah dilakukan menurut SNI 03-4164-1996 menggunakan *compression machine hand operated* berkekuatan 250 kN. Pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa kuat tekan terbaik diperoleh dari bata merah yang dicetak pada hari kedua setelah adukan dibuat (Elhusna, 2016). penelitian "Analisis Sifat Mekanik dan Topografi Permukaan Bata Merah di Kabupaten Bangka dengan menggunakan standar SNI 15-2094-2000 menunjukkan hasil nilai *impact* tertinggi sebesar 164 kJ/m². (Yuliyanto 2019),

Batu bata dikatakan bermutu dan berkualitas baik apabila memiliki (standar Mutu, 2000) :

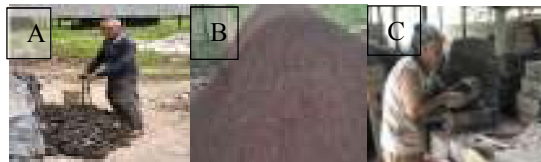
1. Batu bata harus bebas dari retak atau cacat, dan dari batu dan benjolan apapun.
2. Batu bata harus seragam dalam ukuran, dengan sudut tajam dan tepi yang rata.

3. Permukaan harus benar dalam bentuk persegi satu sama lain untuk menjamin kerapian pekerjaan.
4. Mempunyai ukuran, kuat tekan dan daya serap air yang dipersyaratkan.

Dalam proses pembuatan batu bata jenis ini dilakukan beberapa tahapan setelah pencetakan yaitu pengeringan dan pembakaran. Setelah pembakaran dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan batu bata pasca pembakaran dan karakteristik material akibat dari proses pemanasan dengan perbandingan suhu, lama proses pemanasan dan lama waktu penjemuran batu merah. Diharapkan penelitian yang dilakukan kolaborasi pemanasan dan lama waktu penjemuran ini dapat menghasilkan batu bata yang baik kualitasnya sehingga hasil yang di dapat dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Bangka Belitung pada umumnya dan Rakyat Indonesia pada umumnya.

2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahap yang digunakan untuk pedoman penelitian, langkah awal dimulai dari studi-studi literatur yang didapat dari jurnal ilmiah, internet, *handbook*, *text book*, *manual book*. Selanjutnya data-data studi literatur dipelajari dan dijadikan referensi untuk melakukan penelitian.



Gambar 1(a) Tanah Liat/Kaulin, (b) Pasir Halus dan (c) Proses Pembentukan Bata Merah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian *Impact* dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Polman Negeri Bangka Belitung dengan menggunakan standart ISO-179 menggunakan sistem Charpy. Uji *impact* dilakukan untuk mengetahui kekuatan *impact* terhadap benturan yang terjadi pada bata merah. Rumus yang dipakai untuk mendapatkan hasil uji dari pengujian *Impact* sebagai berikut:

$$HI=E/A.....(4.1)$$

$$E=mxgxr(\cos\beta-\cos\alpha))(4.1)$$

$$A= P \times L$$

Keterangan:

HI = Harga *impact*

A = Luas penampang

E = energi *impact*

Adapun gambar proses pengujian *impact Charphy* adalah sebagai berikut Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian *Impact*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh Variabel Bebas dengan Perbandingan lama pengeringan, temperatur dan lama suhu pemanasan. Hasil pengujian *impact* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Impact*

NO	PARAMETER PROSES			HASIL PENGUJIAN Kj/m ²
	LAMA PENGERINGAN	TEMPERATURE	LAMA WAKTU PEMANASAN	
	HARI	oC	JAM	
1	1,77	800,00	10,00	87,7
2	4,00	900,00	6,00	66,90
3	4,00	700,00	14,00	81,3
4	4,00	700,00	6,00	60
5	4,00	900,00	14,00	85,9
6	8,00	800,00	10,00	84
7	8,00	800,00	10,00	90,6
8	8,00	800,00	10,00	98,2
9	8,00	800,00	10,00	66,9
10	8,00	800,00	10,00	81,3
11	8,00	800,00	10,00	103
12	8,00	800,00	3,27	47,6
13	8,00	631,82	10,00	65,2
14	8,00	968,18	10,00	122,9
15	8,00	800,00	16,73	85,9
16	12,00	700,00	14,00	78,5
17	12,00	900,00	14,00	49,2
18	12,00	700,00	6,00	86,8
19	12,00	900,00	6,00	66,9
20	14,73	800,00	10,00	74

Berdasarkan hasil pengujian *impact* menggunakan dengan Metode Respon Surface (RSM) maka nilai uji *impact* tertinggi terdapat pada percobaan ke 14 sebesar 122,9 Kj/m² Dengan parameter lama pengeringan 8 hari, *temprature* 968,18°C dan lama waktu pemanasan 10 jam. Nilai pengujian terkecil pada percobaan ke No 12 sebesar 47,6 Kj/m² dengan parameter lama pengeringan 8 hari, *temprature* 800°C dan lama waktu pemanasan 3,27 jam. Grafik hasil pengujian *impact* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil Pengujian *impact*

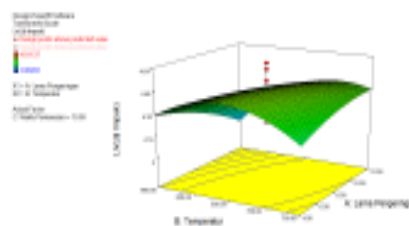
Berdasarkan hasil Gambar 4.2 dan dilakukan uji Anova dengan model *Quadratic*, maka didapat hasil model *Quadratic* yang dapat diterima. Analisis

untuk kekuatan *impact* dapat ditabulasikan pada Tabel 4.2 terlihat nilai F hitung F Model = 4,77 yang didapat pada tingkat signifikan sebesar 0,01 atau 1% dan nilai p (0,0001) memberikan nilai signifikan terhadap model yang ada. Sedangkan *Lack of Fit* yang terjadi sebesar 0,06867 dan tidak memberikan pengaruh (*not signifikan*) sehingga persamaan regresi mode matematika dengan bentuk *Quadratic* model yang digunakan dapat diterima. Tabel Anova dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Anova pengujian *impact*

Response		Uji		1		Impact	
Transform:	Natural	log	Constant:				0
ANOVA for Response Surface							
Quadratic Model							
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	P-value	Prob > F	
Model	0.84	9	0.093	4.77	0.0113		significant
A-Lama Pengeringan	0.019	1	0.019	0.98	0.3460		
B-Temperatur	0.090	1	0.090	4.61	0.0573		
C-Waktu Pemanasan	0.016	1	0.016	0.83	0.3823		
AB	0.096	1	0.096	4.93	0.0506		
AC	0.11	1	0.11	5.75	0.0374		
BC	7,55E+00	1	7,55E+00	0.39	0.5476		
A ²	0.027	1	0.027	1.37	0.2693		
B ²	0.43	1	0.43	21.88	0.0009		
C ²	0.028	1	0.028	1.46	0.2547		
Residual	0.19	10	0.019				
Lack of Fit	0.075	5	0.015	0.63	0.6867		not significant
Pure Error	0.12	5	0.024				
Cor Total	1.03	19					

Pengembangan model yang telah didapat bahwa model *Quadratic*, bisa digunakan untuk memprediksi nilai uji *impact*. Untuk penelitian ini dipilih model *quadratic* karena soure ada 9 sedangkan model linier dan model 2F1 sourenya masing-masing ada 3 dan 6. Dilihat dari MSE nilai LOF menunjukkan nilai terkecil di model *quadratic* yaitu sebesar 0,015. Berikut kontur 3D *Quadratic* untuk pengujian *impact* dapat dilihat pada Gambar 4.

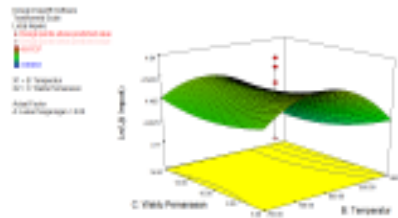


Gambar 4. Permukaan Respon Model *Quadratic* (Uji *Impact* vs Temperatur dan Lama Pengeringan)

Berdasarkan grafik 3D respon Uji *Impact* yang ditampilkan pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa, kenaikan nilai *temperature* yang tidak signifikan terhadap kekuatan *impact*, karena semakin tinggi nilai *temperature* maka kekuatan *impact* semakin kecil. Ini disebabkan *temperature* yang tinggi akan membuat material bata merah semakin rapuh. sedangkan lama pengeringan memberikan nilai yang signifikan karena semakin lama pengeringan maka nilai uji *impact* semakin besar.

Ini disebabkan semakin lama pengeringan menyebabkan batu merah semakin keras karena kadar airnya semakin sedikit.

Berdasarkan grafik 3D respon Uji *Impact* yang ditampilkan pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa, waktu pemanasan dan lama pengeringan sangat berpengaruh terhadap hasil uji *impact*.



Gambar 5. Permukaan Respon Model *Quadratic* (Uji *Impact* vs *Temperature* dan Waktu pemanasan)

Berdasarkan grafik respon Uji *Impact* pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemanasan maka nilai uji *impact* yang dihasilkan tidak signifikan terhadap kekuatan uji *impact*, karena semakin lama waktu pemanasan maka semakin kecil hasil kekuatan uji *impact*, ini disebabkan waktu pemanasan terlalu lama akan menyebabkan bata merah mejadi rapuh.

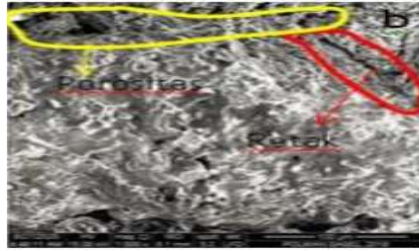
Pengujian *Scanning Electron Miscroscope* (SEM) menggunakan *Scanning Electron Miscroscope* (SEM) *Inspect S50*. Pada pengujian SEM ini dilakukan pembesaran 1000x dengan melihat perbedaan nilai uji *impact* tertinggi dan terendah.

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui karakteristik patahan atau bentuk patahan hasil pengujian *impact*. Berdasarkan patahan tersebut dapat diketahui pengaruh Bata Merah dengan nilai yang tertinggi dan terendah. Berikut adalah hasil pengujian SEM dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil SEM Bata Merah

Berdasarkan hasil SEM diatas untuk Gambar 6. adalah bentuk patahan uji *impact* tertinggi dimana hasilnya menunjukkan permukaan telah membentuk kristal dengan penyatuan yang sempurna walaupun ada beberapa bagian yang retak. Hal ini disebabkan karena bata merah ketika dilakukan proses pemanasan kadar airnya lebih sedikit.



Gambar 7. Hasil SEM Bata Merah

Pada Gambar 7. adalah bentuk patahan uji *impact* terendah yang menunjukkan pembentukan Kristal kurang lebih 50 %, sedangkan di beberapa bagian terdapat porositas atau lobang yang menandakan penyatuan belum sempurna.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data di atas maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian *impact* menggunakan Metode *Response Surface Microscope* (RSM) didapat nilai uji *impact* tertinggi pada percobaan ke 13 sebesar 122,9 KJ/m² Dengan parameter lama pengeringan 8 hari, *temperature* 968,18°C dan lama waktu pemanasan 10 jam. Nilai pengujian terkecil pada percobaan ke No 9 sebesar 47,6 KJ/m² dengan parameter lama pengeringan 8 hari, *temperature* 800°C dan lama waktu pemanasan 3,27 jam. Berdasarkan hasil foto SEM bahwa nilai uji *impact* terbesar disebabkan karena permukaan bata merah telah membentuk kristal dengan penyatuan yang sempurna walaupun ada beberapa bagian yang retak. Sedangkan pada pengujian *impact* terkecil disebabkan pembentukan kristal masih terlalu sedikit. Ini disebabkan karena semakin lama proses pengeringan maka kadar air yang terkandung pada bata merah semakin sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Indra, A. (2012). KuatnTekan (Compression Strength) Komposit Lempung/Pasir pada Aplikasi Bata Merah Daerah Payakumbuh Sumbar. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 1, No.2.
- Wisnumurtini, (2013). Struktur Dinding Pasangan Batu Merah Lokal Dengan Perkuatan Bilah Bumbu Di Daerah Rawan Gempa, Program Doktor Teknik Sipil, Universitas Brawijaya. Malang.
- Ade Indra, Nurul,Hendri Nofrianto (2013), pengaruh Temperatur Pembakaran Pada Komposit Lempung/Silika RHA Terhadap Sifat Fisis (Aplikasi Pada Bata Merah), *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 1, No.2.
- Elhusna, Rina Agustin, (2016). Kuat Tekan Batu Merah dengan Variasi Usia dan Kadar Air Adukan Tanah Liat. *Jurnal Inersia*, Vol. 8, No.2, pp.49-54.
- Yuliyanto, Zaldy Sirwansyah Suzen, Eko Yudo, (2019). Analisis Sifat Mekanik dan Topografi permukaan Bata Merah di Kabupaten Bangka dengan Menggunakan Metode RSM. *JTRM*, Vol.1 No.1.



PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP KEKUATAN
TARIK FILAMEN ST-PLA MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI

Yulian Subakti¹, Hasdiansah²

^{1,2}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Subaktiyulian@gmail.com

ABSTRAK

Fused Deposition Modelling (FDM) merupakan teknik 3D Printing yang populer digunakan untuk mencetak produk yang diinginkan. Produk yang dicetak tentunya memiliki karakteristik kekuatan tarik yang baik apabila mempunyai ukuran yang teliti dan bentuk yang sesuai dengan standar. Salah satu material yang dapat di proses di mesin 3D printing adalah ST PLA. Penelitian dalam hal pengujian tarik telah banyak dilakukan terhadap material PLA dan ABS. Sedangkan pengujian tarik dengan menggunakan filamen ST PLA masih jarang dilakukan. Penelitian dilakukan menggunakan mesin 3D printer DIY model prusa dengan printing area XYZ, 300mmX300mmX350mm. Material yang digunakan filamen ST PLA diameter 1,75 mm. Untuk parameter proses pada penelitian ini adalah *layer thickness*, *nozzle temperature* dan *flowrate*. Bentuk spesimen uji mengikuti standar ASTM D638 type IV. Sedangkan untuk desain parameter proses menggunakan metode Taguchi L₉ (3³). Nilai parameter proses yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi tanpa *annealing* adalah *layer thickness* 0,3 mm, *nozzle temperature* 205 °C, dan *flowrate* 100 %.

Kata Kunci :Uji Tarik, Filament ST PLA, Metode Taguchi

ABSTRACT

Fused Deposition Modeling (FDM) is a popular 3D Printing technique used to print the desired product. The printed product certainly has the ideal tensile strength characteristics if it has a precise size and perfect shape. One of the materials that can be processed in a 3D printing machine is ST PLA. Research in terms of tensile testing has been carried out on PLA and ABS materials. Meanwhile, tensile testing with using ST PLA filaments is still rarely done.. The research was conducted using a 3D printer DIY machine with a Prusa model with a printing area of XYZ, 300 mm X 300 mm X 300 mm. The material used was a ST PLA filament diameter of 1.75. For the process parameters in this study are Layer Thickness, Nozzle Temperature and Flowrate. The shape of the test specimens followed ASTM D638 Type IV standards. As for the design of process parameters using the Taguchi L₉ method (3³). Process parameter values that produce the highest tensile strength without *annealing* are Layer thickness 0.3 mm, nozzle temperature 205 °C, and flowrate 100%..

1. PENDAHULUAN

Fused Deposition Modelling (FDM) merupakan salah satu metode yang cukup populer dalam *additive manufactur* dimana produk yang dihasilkan melalui proses ini berpotensi untuk dapat bersaing dengan metode manufaktur konvensional (*injection moulding*). Bahan/material dalam teknologi 3d printing adalah plastik. Plastik mengalami perkembangan dan penggunaan yang sangat luas. Ditambah dengan hadirnya teknologi 3D printing dalam dunia manufaktur membawa perubahan besar pada dunia, salah satu polymer plastik dalam teknologi 3D printing adalah filament ST PLA.

ST PLA merupakan pengembangan filament PLA yang dikomposkan dengan aditif spesial, tidak berpengaruh biodegradasi, beberapa kali lebih keras dibandingkan dengan PLA normal sehingga bisa menghasilkan kekuatan yang lebih baik, ikatan yang luar biasa dan tahan akan benturan (www.primes3d.com). Dalam rangka peningkatan properti filament ST PLA perlu dimodifikasi untuk memperbaiki sifatnya, salah satunya dengan pengaturan parameter proses, pada proses pembentukan spesimen di printer 3D diperlukan beberapa variasi antara lain *layer thickness*, *nozzle temperatur*, *flowrate*, *Infill*, *cooling speed* dan *orientation*. Variasi parameter tersebut tidak memiliki nilai pasti dalam pengerjaannya, sehingga dibutuhkan pencarian nilai yang tepat untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan harapan. Pada penelitian ini diambil 3(tiga) parameter proses yaitu *layer thickness*, *nozzle temperatur* dan *flowrate*

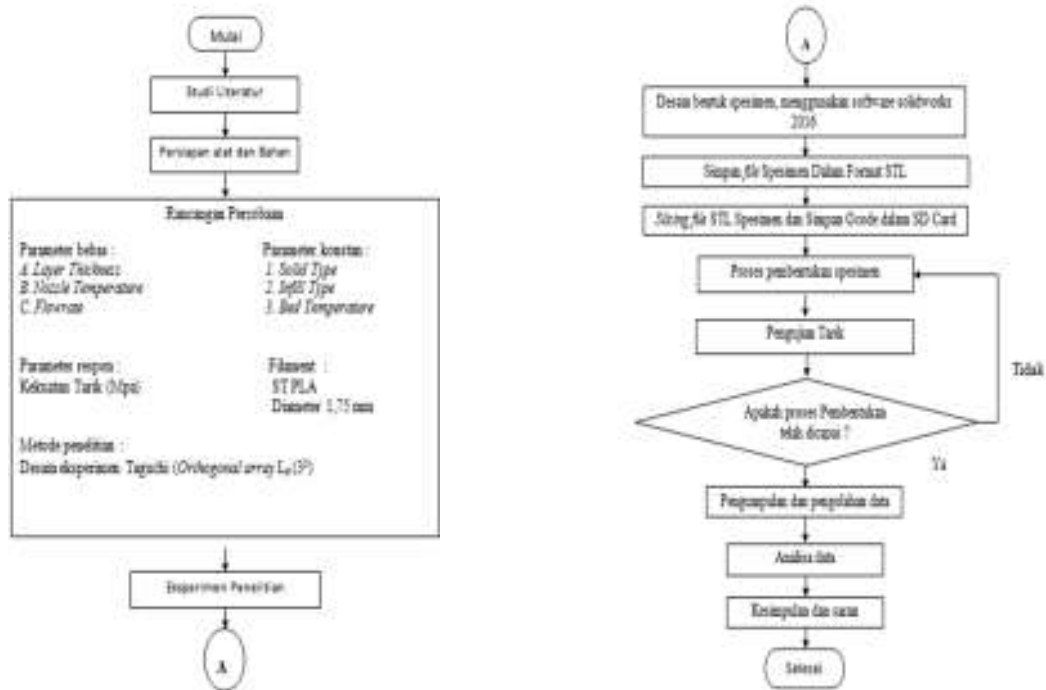
(Deni, Herianto, & Furfaji, 2018). Melakukan penelitian yang berjudul “Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen Polylactic Acid Menggunakan Metode Taguchi”. Dari penelitian ini didapatkan hasil kuat tarik tertinggi dengan nilai 18,7 MPa. Masing-masing parameter dihitung tingkat pengaruhnya terhadap nilai kuat tarik spesimen hingga didapatkan parameter optimum yaitu suhu ekstrusi 200 °C, Suhu bed 55 °C, ketinggian lapisan 0,1 mm seta feed rate 55 mm/s.

(Lubis & Sutanto, Pengaruh Posisi Orientasi Objek pada Proses Rapid Prototyping 3D Printing Terhadap Kekuatan Tarik Material Polymer , 2016), Melakukan penelitian tentang “ *Pengaruh Orientasi Objek Pada Proses Rapid Prototyping 3D Printing Terhadap Kekuatan Tarik Material Polymer* “. Dari penelitian ini didapatkan hasil Hasil penelitian, Posisi orientasi spesimen memberikan pengaruh terhadap karakteristik material yang dihasilkan , karakteristik material tersebut mempengaruhi hasil bentuk benda dan kuat tariknya. Kekuatan Tarik bahan polymer PLA tertinggi menghasilkan kekuatan tarik sebesar 14.97 n/mm² yang terjadi pada proses 3D printing dengan posisi horizontal. Kekuatan tarik bahan polymer PLA lebih tinggi dibandingkan dengan bahan ABS karena suhu pemanasan ABS yang tidak merata sehingga serat-seratnya tidak menempel dengan sempurna.

Oleh karena itu, Pada penelitian ini menggunakan filament ST PLA yang akan dilakukan proses pencarian nilai terhadap pengaruh dari parameter proses, *layer thickness* (0,1 mm, 0,2 mm , 0,3 mm) *nozzle temperature* (195⁰, 200⁰, 205⁰) dan *flowrate* (95%, 100%, 105%). Untuk mengetahui faktor mana yang paling ideal untuk meningkatkan kualitas dari filament ST PLA.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti diagram aliran yang ditunjukkan gambar 1.



Gambar 1. Diagram penelitian

2.1 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Tahapan pada penelitian ini berurutan dimulai dengan persiapan mesin 3D printing, filamen ST PLA, *software ideamaker 3.6.1* dan *software gambar*. Semua alat dan bahan yang berhubungan dengan penelitian ini akan disiapkan dengan sebaik mungkin supaya proses penelitian ini ter-arah. Setelah persiapan penelitian selesai, maka akan dilanjutkan dengan penentuan parameter proses cetak seperti *layer thickness*, *nozzle temperature* dan *flowrate* seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai parameter yang akan di uji

Exp. No	<i>Layer Thickness</i> (mm)	<i>Nozzle Temperatur</i> (°C)	<i>Flowrate</i> (%)
1	0,1	195	95
2	0,1	200	100
3	0,1	205	105
4	0,2	195	100
5	0,2	200	105
6	0,2	205	95
7	0,3	195	105
8	0,3	200	95
9	0,3	205	100

Selanjutnya *file* di olah pada software slicing (*Ideamaker 3.6.1*), dimana tujuan dari proses ini adalah agar desain yang sudah disiapkan dapat diolah dan diproses di mesin 3D printer. Setelah selesai melakukan pengaturan cetak di *software Ideamaker 3.6.1* dilanjutkan dengan melakukan proses pembentukan spesimen uji tarik berdasarkan standar ASTM D638 Type IV. Setelah proses pencetakan spesimen uji selesai, maka akan dilanjutkan dengan proses pengujian tarik menggunakan mesin *zwick roell* untuk mengetahui kekuatan tarik filamen ST PLA akibat variasi parameter proses, seperti pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Proses Pembentukan Spesimen



Gambar 8. Proses Uji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

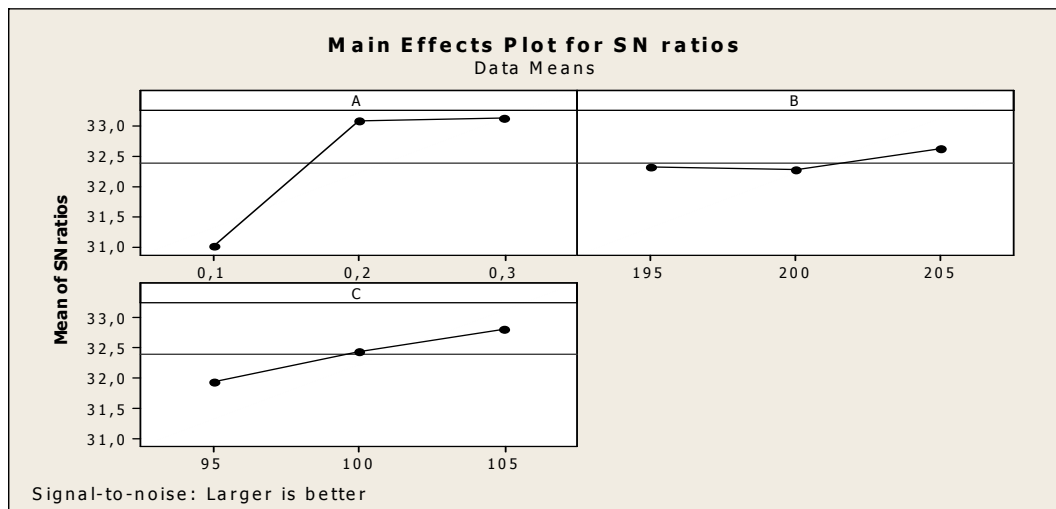
Pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara mengkombinasikan parameter proses. Adapun parameter proses pada penelitian ini yang mempengaruhi kekuatan tarik dari filamen ST PLA seperti *layer thickness*, *temperature nozzle* dan *flowarate*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

No	Faktor			Reflikas			Jumla h	Mean (MPa)
	A	B	C	1	2	3		
1	1	1	1	30,1	36,7	37,0	103,8	34,66
2	1	2	2	37,0	31,3	37,7	106	35,33
3	1	3	3	38,90	36,52	37,0	112,4	31,46
4	2	1	2	44,9	44,3	42,9	132,1	44,03
5	2	2	3	50,4	45,5	47,0	142,9	47,63
6	2	3	1	44,6	44,1	42,3	131	43,66
7	3	1	3	47,3	44,9	48,7	140,9	46,96
8	3	2	1	42,8	39,8	42,3	124,9	41,63
9	3	3	2	47,8	47,1	48,1	143	47,66

3.1 Perhitungan Respon *Signal to Noise*

Dari data yang telah diperoleh dapat dilakukan pencarian nilai rasio S/N pada tiap parameter dengan (*large the better*) dan berikut diperoleh hasil perhitungan respon dapat dilihat pada gambar 9 berikut dan tabel 3.



Gambar 9. Plot rasio S/N Untuk Respon Kekasaran Permukaan

Tabel 3. Rasio S/N Respon Kekuatan Tarik

Level	A : Layer thickness (mm)	B : Nozzle Temperature (⁰ C)	C: Flowrate (%)
1	31,00	32,32	31,94
2	33,07	32,26	32,43
3	33,12	32,61	32,81
Delta	2,12	0,35	0,86
Rank	1	3	2

Dari Tabel 3. Rasio S/N tiap parameter pada setiap *level* terhadap respon dapat ditentukan rank yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Dapat dilihat parameter yang paling berpengaruh yaitu *layer thickness* dengan selisih nilai 2,12 diikuti *flowrate* dengan selisih nilai 0,86 dan terakhir yang memiliki pengaruh terkecil yaitu *nozzle temperature* dengan selisih nilai 0,35.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka diperoleh:

1. Urutan parameter yang memberikan pengaruh paling besar terhadap kekuatan tarik pada filamen ST-PLA adalah *layer thickness*, *flowrate*, *Nozzle temperature*.
2. *Setting* parameter proses yang menghasilkan kekuatan tarik terbesar adalah 0,30 mm untuk *layer thickness*, 205⁰C untuk *nozzle temperature*, 100 % untuk *flowrate*

Daftar Pustaka

- A, N. A., & Yuni, H. (2014). Pengaruh Variasi Holding Time dan Temperatur Paduan Polipropilena (PP) dengan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan tarik dan Bending Pada Proses Injection Molding. *ROTOR* , 1-4.
- A.Kholil, F.aufi, & E.A.Syaefudin. (2020). Pengaruh Layer Thickness Dan Orientasi 3D Printing Terhadap Uji Tarik Material ABS. *NCIET* , 219-226.
- Andriyansyah, D., Herianto, & Purfaji. (2018). Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen Polylactic Acid Menggunakan Metode Taguchi. *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif* , 61-67.
- Deni, A., Herianto, & Furfaji. (2018). Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen Polylactic Acid Menggunakan Metode Taguchi. *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif* , 61-68.
- Herda, A. P., Herianto, & Tri, H. S. (2019). Pengaruh Parameter Proses 3D Printing TIPE FDM(Fused Deposition Modelling) Terhadap Kualitas Hasil Produk . *IENACO* , 201-2016.
- Lubis, S., & Sutanto, D. (2016). Pengaruh Posisi Orientasi Objek pada Proses Rapid Prototyping 3D Printing Terhadap Kekuatan Tarik Material Polymer . *Sinergi* , 229-237.
- Suzen, Z., Hasdiansah, & Yulianto. (2020). Pengaruh Tipe Infill Dan Temperatur Nozzle Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing Filamen pla+ Esun. *Teknologi Manufaktur* , 74-80.

PENGARUH VARIASI ARUS BUSUR LISTRIK PENGELASAN GMAW TERHADAP KEKUATAN IMPAK PADA BAJA KARBON RENDAH ST 37

Bilal Nur Ikhsan¹, Rodika² dan Yuli Dharta³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung,
billmezz123@gmail.com

ABSTRAK

Proses pengelasan terlihat sederhana namun dalam pengerjaannya terdapat masalah yang harus diatasi dimana dalam memperbaikinya membutuhkan berbagai macam pengetahuan, arus busur listrik dan cacat pengelasan banyak permasalahan di sambungan las. Untuk mengetahui pengaruh arus busur listrik pada baja karbon rendah St 37 terhadap kekuatan impact. Metode pengujian dilakukan dengan metode Charpy menggunakan 5 (lima) variasi amperemeter 160, 180, 200, 220, 240 dengan dimensi pelat: 200mm×100mm×10mm dan menggunakan single V, dengan posisi pengelasan 1G (groove). Metode pengelasan GMAW. dimensi spesimen 55mm,×10mm,×10mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin rendah arus busur listrik maka harga impact semakin tinggi, begitu pula sebaliknya semakin tinggi arus busur listrik maka nilai impact semakin rendah. Hasil nilai impact tertinggi pada arus busur listrik sebesar 160 dari hasil las Capping dengan nilai 0.92778 (Joule/mm²), dan nilai terkecil terdapat pada hasil pengelasan Root Pass pada arus busur listrik sebesar 240 dengan nilai 0,09875 (Joule/mm²).

Kata Kunci: Impact, Charpy, GMAW, Root Pass, Capping

ABSTRACT

The welding process looks simple but in the process there are problems that must be overcome where in repairing it requires various kinds of knowledge, electric arc currents and welding defects are many problems in welded joints. To determine the effect of electric arc current on low carbon steel St 37 on impact strength. The test method was carried out using the Charpy method using 5 (five) variations of ammeters 160, 180, 200, 220, 240 with plate dimensions: 200mm×100mm×10mm and using a single V, with a welding position of 1G (groove). GMAW welding method. specimen dimensions 55mm,×10mm,×10mm. So it can be concluded that the lower the arc current, the higher the impact value, and vice versa, the higher the arc current, the lower the impact value. The result of the highest impact value on the electric arc current is 160 from the Capping weld with a value of 0.92778 (Joule/mm²), and the smallest value is found in the Root Pass welding result in the electric arc current of 240 with a value of 0.09875 (Joule/mm²).

Keywords: Impact, Charpy, GMAW, Root Pass, Capping

1. PENDAHULUAN

Bertepatan dengan kemajuan teknologi di bidang konstruksi, pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari perkembangan dan peningkatan industri, karena mempunyai peranan yang sangat penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir pada setiap pembangunan suatu konstruksi dengan logam menyertakan unsur pengelasan. Teknologi pengelasan memegang peranan penting dalam perkembangan industri karena teknologi pengelasan dapat mengetahui hasil dari suatu proses produksi dan khususnya proses dalam rekayasa penyambungan logam, sehingga proses permesinan yang di pergunakan untuk melakukan perbaikan baik mempertebal bagian yang aus dan macam macam reparasi lainnya. Proses pengelasan adalah proses penyambungan dua buah atau lebih material logam menjadi satu kesatuan dengan adanya energi panas. (Wiriyosumarto, Harsono & Okumura, Toshie. 2000.)

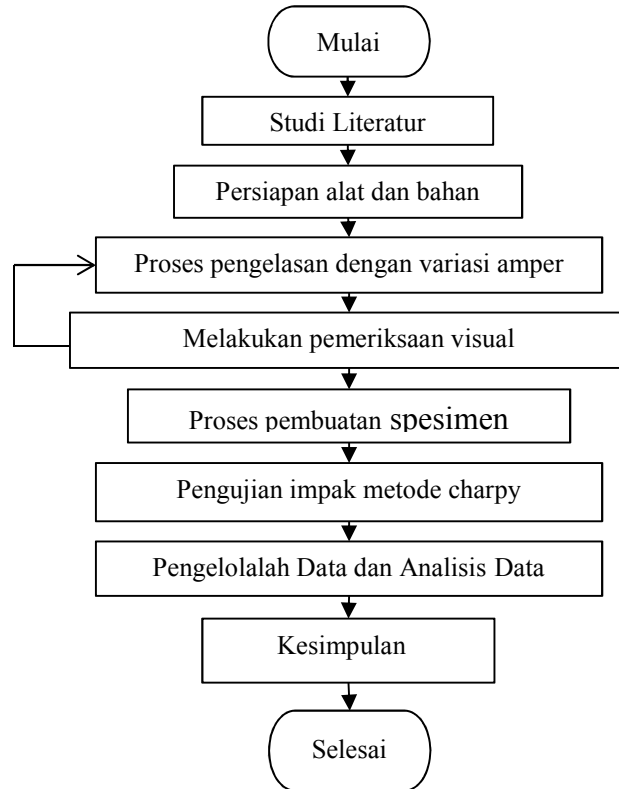
Di antaranya metode pengelasan yang sering digunakan oleh masyarakat umum, yaitu metode GMAW. Prosedur pengelasan logam dengan las yang diperlukan oleh industri manufaktur adalah, salah satunya las busur gas. Las busur gas yaitu pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Gas yang diperlukan sebagai pelindung ialah gas helium (He), gas Argon (Ar), dan gas karbon dioksida (CO₂) atau campuran dari gas-gas tersebut. (Arrahman, Aria Wira 2014.)

Menurut prinsipnya, jika material yang bakal diproses pengelasan jenisnya berbeda, maka proses dan jenis las yang dilakukan mungkin juga berbeda. Pengelasan pada baja tidak diragukan lagi berbeda dari pengelasan aluminium. Aluminium memiliki sifat lunak dan mengandung massa yang lebih ringan, sedangkan baja memiliki sifat khas tergantung pada generasinya, tetapi pada umumnya material baja memiliki sifat menarik yang solid, koefisien mulur, ketahanan terhadap beban atau berat, (Kania Dekoruma, 2019). Salah satunya adalah jenis baja karbon rendah St 37. Pada proses pengelasan kelihatannya sangat mudah namun dalam pengerjaannya terdapat kendala yang harus di atasi dimana dalam memperbaikinya membutuhkan jenis yang berbeda. Berdasarkan studi literatur perlu dilakukan suatu penelitian yang mempelajari pengaruh arus busur listrik dan cacat las yang terjadi pada sambungan las. Pada Studi literatur menunjukkan bahwa Makin tinggi arus listrik yang digunakan dalam pengelasan, makin tinggi pula penembusan (penetrasi) serta kecepatan pencairan. Arus listrik yang besar juga dapat memperkecil percikan butiran dan meningkatkan penguatan manik. Tetapi dengan tingginya arus listrik maka akan memperlebar daerah HAZ (Zaninal Fakri, 2019).

Dan cacat las pada sambungan di akibatkan kesalahan proses penyambungan pengelasan dan mengetahui kekuatan dan ketangguhan logam las. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Pengaruh Variasi Arus Busur Listrik Pengelasan GMAW Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Rendah St 37

2. METODE

Metode penelitian yang akan dilakukan mengikuti diagram alir ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

2.1. Alat dan Bahan

1. plat baja karbon St 37 dengan ukuran 200×100×10 mm sebanyak 60 benda kerja.
2. Peralatan yang digunakan untuk proses pengelasan GMAW dan penelitian adalah: *Welding gun*, tabung gas CO₂, mesin las *EWM AG' TYP: DRIVER 4X HP*, elektroda *AWS A5.18 ER70S-6*, gerinda, *Welding helmet*, tang, apron dada dan tangan, sarung tangan las



Gambar 2. Mesin las GMAW

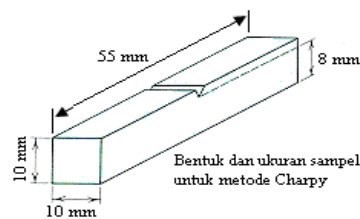
3. Alat uji impak *GOTECH* metode *Charpy* model GT-7045 Dengan kapasitas 150kg/cm.

2.2 Proses Pengelasan

Setelah pembuatan kampuh V selesai lalu di lakukan proses pengelasan dengan metode pengelasan *GMAW* pada posisi 1G (*groove*) dengan variasi arus busur listrik sebesar 160 A, 180 A, 200 A, 220 A, 240 A dengan benda kerja setiap arus amper masing-masing sebanyak 6 benda kerja.

2.3 Proses pembuatan spesimen

Dilakukan pemotongan benda kerja hasil lasan dengan ukuran 55×10×10 mm sebanyak 10 spesimen dalam satu benda kerja hasil lasan. Selesai pemotongan dilakukan dengan mengerinda hasil lasan sampai rata dengan spesimen dan membuat takik sedalam 2 mm untuk proses uji impak, alat yang digunakan adalah Alat uji impak *GOTECH* metode *Charpy* model GT-7045 Dengan kapasitas 150kg/cm.



Gambar 3. ukuran spesimen sesuai ASTM A730

2.4 Pengujian impak

Proses pengujian impack dilakukan dengan menggunakan metode *charpy*, pengujian ini dilakukan secara bertahap dengan 150 spesimen hasil lasan dari *Root Pass* dan 150 spesimen hasil lasan *Capping*. Dari pengujian tersebut peneliti dapat mangambil data atau hasil harga uji impak dari spesimen yan telah di uji.



(A)



(B)

Gambar 4. Spesimen uji impak (A) *Capping* (B) *Root Pass*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari uji impact berupa energi yang diserap oleh pertanyaan tes ditentukan dalam joule dan dipelajari secara langsung pada skala manual (dial) terkalibrasi yang terdapat pada mesin pengujian. Pengaruh harga impact (HI) dari kain yang dicoba dengan metode Charpy diberikan oleh

:

$$HI = E/A$$

Diketahui: HI = Harga impact

E = Energi yang di serap dalam satuan (Joule).

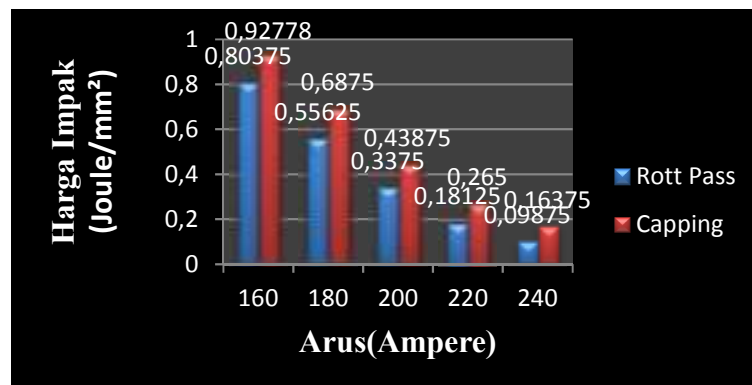
A= luas penampang takik dalam satuan mm².

3.1 Data Hasil Harga Impact

Table 1. Data Hasil Energi Yang Diserap Arus Pengelasan

NO	Spesimen	Amper									
		160		180		200		220		240	
		(Joule)	(Joule)	(Joule)	(Joule)	(Joule)	(Joule)	(Joule)	(Joule)	(Joule)	(Joule)
		Root Pass	Capping	Root Pass	Capping	Root Pass	Capping	Root Pass	Capping	Root Pass	Capping
1	1	0,775	0,8875	0,5625	0,675	0,3	0,4625	0,175	0,2875	0,0625	0,15
2	2	0,7875	0,9125	0,5875	0,7125	0,3375	0,4375	0,1875	0,2	0,1	0,175
3	3	0,8125	0,9375	0,525	0,7	0,3	0,475	0,2	0,225	0,075	0,125
4	4	0,85	0,975	0,5375	0,6875	0,2875	0,425	0,1625	0,3125	0,075	0,2
5	5	0,8	0,9625	0,55	0,6875	0,25	0,4	0,15	0,275	0,1125	0,175
6	6	0,8375	0,9	0,525	0,65	0,5625	0,4	0,2125	0,275	0,125	0,15
7	7	0,775	0,925	0,525	0,6625	0,325	0,3875	0,1875	0,25	0,1375	0,15
8	8	0,8125	0,925	0,5875	0,65	0,35	0,45	0,175	0,3	0,1	0,1875
9	9	0,825	0,9375	0,575	0,7125	0,35	0,4625	0,15	0,2875	0,0875	0,15
10	10	0,7625	0,95	0,5625	0,7375	0,3125	0,4875	0,2125	0,2375	0,1125	0,175
Nilai Rata-Rata		0,80375	0,92778	0,55375	0,6875	0,3375	0,43875	0,18125	0,265	0,09875	0,16375

3.2 Diagram Harga Impact



Gambar 5. Diagram Harga Impact

Titik awal pengujian impact sebesar 1,875 (Joule/mm²), pada gambar diagram diatas menunjukkan bahwa nilai harga impact pada arus amper 160 pada hasil lasan *Root Pass* sebesar 0,80375 (Joule/mm²), nilai ini turun dari titik awal pengujian impact sekitar 1,07125 (Joule/mm²), kemudian diikuti nilai yang diserap arus amper 180 pada hasil lasan *Root Pass* sebesar 0,55625 (Joule/mm²), nilai ini turun dari titik awal pengujian impact sekitar 1,31875 (Joule/mm²), berikutnya diikuti dengan nilai yang diserap arus amper 200 pada hasil lasan *Root Pass* sebesar 0,3375 (Joule/mm²), angka turun dari titik awal pengujian impact sekitar 1,5375 (Joule/mm²), pada nilai yang diserap arus amper 220 dengan hasil lasan *Root Pass* sebesar 0,18125 (Joule/mm²), nilai akan turun dari titik awal pengujian impact sekitar 1,69375 (Joule/mm²), selanjutnya diikuti nilai yang diserap arus amper 240 sebesar 0,09875 (Joule/mm²), nilai akan semakin menurun dari titik awal pengujian impact sekitar 1,50917 (Joule/mm²), sedangkan nilai harga impact pada hasil lasan *Capping* pada arus amper 160 sebesar 0,92778 (Joule/mm²) nilai ini turun dari titik awal pengujian impact sekitar 0,94722 (Joule/mm²), kemudian diikuti nilai yang diserap arus amper 180 pada hasil lasan *Capping* sebesar 0,6875 (Joule/mm²), nilai ini turun dari titik awal pengujian impact sekitar 1,1875 (Joule/mm²) berikutnya diikuti dengan nilai yang diserap arus ampere 200 pada hasil lasan *Capping* sebesar 0,43875 (Joule/mm²), angka turun sekitar 1,43625 (Joule/mm²) pada nilai yang diserap arus amper 220 dengan hasil lasan *Root Pass* sebesar 0,265 (Joule/mm²) nilai akan turun sekitar 1,61 (Joule/mm²), selanjutnya diikuti nilai yang diserap arus amper 240 sebesar 0,16375 (Joule/mm²), nilai akan semakin menurun sekitar (Joule/mm²) 1,71125 hal ini disebabkan oleh makin tinggi amper pengelasan semakin rendah nilai harga impact yang di dapatkan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian impact pada variasi arus busur listrik pengelasan GMAW terhadap spesimen material Baja Karbon St 37 menunjukan bahwa pada arus 160 amper mempunyai nilai kekuatan harga impactnya lebih tinggi sebesar 0,92778 (Joule/mm²), nilai kekuatan impactnya paling rendah di tunjukan pada arus 240 dengan nilai 0,09875 (Joule/mm²). Hal ini menunjukan bahwa semakin rendah arus Busur listrik (*Ampere*) makin tinggi hasil harga impactnya, begitu juga sebaliknya semakin tinggi arus busur listrik (*Ampere*) semakin rendah nilai harga impactnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas penyelenggaraan program seminar nasional tahun 2021, kepada pembimbing penulis mengucapkan terima kasih atas masukan, saran dan bimbingannya atas selama ini. kepada keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan kepada penulis Dan penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberikan memori selama ini, semangat dan motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrahman, Aria Wira 2014. Pengaruh Arus Pengelasan GMAW Terhadap Tegangan Bending Dan Perubahan Struktur Mikro Pada Baja St 45 Universitas Brawijaya.
- Achmadi, Teknologi pengelasan/pengertian pengelasan GMAW, 2020
- Kania Dekoruma, 2019. Berbeda dari Besi, Ketahui Lebih Dalam Mengenai Baja Sebelum Menggunakannya
- Mangara Tua Immanuel, Sianturi Untung Budiarto, Imam Pujo Mulyatno Analisa Kekuatan Tarik dan Impak Baja St 40 Pengelasan Flux Cored Arc Welding (FCAW) Posisi 4G dengan Variasi Arus Pengelasan. Laboratorium Pengelasan Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Saifuddin A. Jalil, Zulkifli, Tri Rahayu. 2017, Analisa Kekuatan Impak Pada Penyambungan Pengelasan SMAW Material ASSAB 705 Dengan Varian Arus Pengelasan Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe Medan.
- Wirjosumarto, Harsono & Okumura, Toshie. 2000. Teknik Pengelasan Logam. Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Zainal Fakri, Bukhari Bukhari, Nawawi Juhan Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan GMAW Pada Pengujian Impak Baja AISI 1050 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe Jl. Banda Aceh-Medan.
- Zuchry M. 2012. Pengaruh Temperatur dan Bentuk Takikan Terhadap Kekuatan Impak. Jurnal Teknik. 14(1), 18-21..



ANALISA UJI KEKUATAN MATERIAL TROLI PADA SEPEDA BERBAHAN BAJA KARBON RENDAH

Rama Irdyan¹, Subkhan², Rodika³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin Dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung

Corresponding Author: Rodika@domain

ABSTRAK

Troli merupakan alat bantu pemindahan dari satu area ke area yang lain. Alat manual pemindah barang yang sangat membantu, guna mempermudah perpindahan suatu barang ke tempat yang dituju. Namun pada kegiatan tersebut akan terhambat jika barang bawaan yang banyak dan berat. Maka pada troli akan dibuat sedikit berbeda dengan troli umumnya yaitu berupa troli yang bisa dipasangkan sebagaiudukan sepeda. Alat ini memiliki rangka utama yang bisa disebut untuk suatu pembebanan, rangka itu sendiri menggunakan material baja karbon rendah berbentuk kotak berongga yaitu baja St37 dengan ukuran panjang 188 mm, lebar 15x15 mm dan tebal 1,3 mm. Pada penelitian ini untuk melengkapi analisis kekuatan rangka menggunakan Software Solidworks, menggunakan fitur simulasi statis sehingga nilai tegangan yang terjadi dapat diketahui. Solidworks mampu memperbaiki dan memvalidasi kinerja dan mengurangi kebutuhan akan prototip atau perubahan desain yang mahal di kemudian hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa troli yang menggunakan material baja karbon rendah dengan ukuran yang telah ditentukan mampu untuk menahan beban 30 kg.

Kata kunci : Troli, Baja St37, Software Solidwork.

ABSTRACT

Trolley is a means of moving from one area to another. A very helpful manual tool for moving goods, in order to facilitate the movement of an item to the destination. However, these activities will be hampered if the luggage is a lot and heavy. So the trolley will be made slightly different from the general trolley, namely in the form of a trolley that can be paired as a bicycle holder. This tool has a main frame that can be called for a load, the frame itself uses low carbon steel material in the form of a hollow box, namely St37 steel with a length of 188 mm, width 15x15 mm and thickness of 1.3 mm. In this study, to complete the analysis of frame strength using Solidworks Software, using a static simulation feature so that the stress value that occurs can be known. Solidworks is able to improve and validate performance

and reduce the need for prototypes or costly design changes at a later date. The results of this study indicate that the trolley using low carbon steel material with a predetermined size is able to withstand the load of 30 kg.

Keywords : Trolley, Steel St37, Solidwork Software.

1. PENDAHULUAN

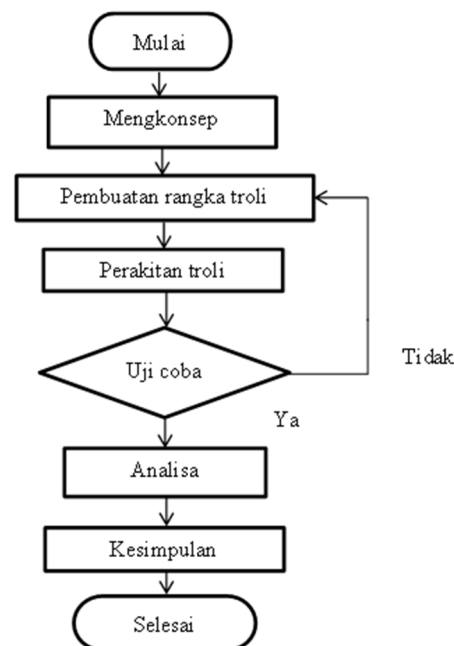
Perkembangan teknologi yang semakin maju, kebutuhan untuk mempermudah kegiatan manusia semakin meningkat. Terutama pekerjaan yang sifatnya berat dan berbahaya apabila manusia yang mengerjakannya (Driyantama, S 2018). Salah satunya yaitu troli sebagai alat bantu mengangkut barang. Troli merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Penggunaan troli memudahkan manusia saat membawa dan memindahkan barang dalam jumlah yang banyak. Troli yang umumnya digunakan dengan cara didorong, maka pergerakannya masih manual.

Alat berupa troli memiliki rangka utama yang menjadi titik tempat yang akan diletakkan untuk pembebanan. Namun yang menjadi pembedaannya dengan troli lain yaitu pada materialnya yang menggunakan Material Baja Karbon Rendah, Baja St37 *Hollow*, yang menjadi bahan utama untuk pembuatan troli,

Dan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian proses pembuatan troli ini adalah menganalisa kekuatan rangka utama troli agar bisa menopang beban 30 kg.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan difokuskan dengan membuat rangka troli, harus dibuat terlebih dahulu proses diagram alir, tahapan proses penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 MENINGKONSEP

Pada tahap penelitian ini dilakukan pembuatan *draft* gambar pada troli agar memudahkan untuk membuat troli. Hal tersebut dilakukan agar tidak sembarang membuat desain pada troli.

2.2 PEMBUATAN DAN PERAKITAN

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan dan perakitan troli dengan mengacu pada *draft* gambar yang diperoleh. Permasalahan tersebut perlu dilakukan karena pembuatan troli yang bertujuan untuk mengetahui apakah troli tersebut mampu menopang beban sebesar 30 kg dan proses perakitan pada troli ini akan menampilkan hasil jadi pada troli tersebut. Hal ini mengurangi keluhan pekerja dan memberikan kenyamanan bagi pekerja.

2.3 UJI COBA

Pada tahap ini dilakukan proses uji coba pembebanan, uji coba dilakukan bertujuan untuk mengetahui hasil beban yang mampu ditahan dari rangka utama troli tersebut yang telah dibuat serta untuk mengetahui masalah yang terjadi pada saat rangka utama troli dan jika setelah di uji coba belum berhasil maka akan kembali lagi ke pembuatan serta perakitan pada troli tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Material Yang Digunakan Untuk Pembuatan Troli

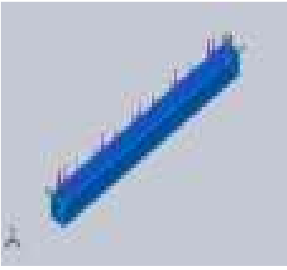
Disini telah ditentukan material yang digunakan untuk pembebanan rangka utama pada troli yaitu besi baja St37 *hollow* dengan ukuran lebar 15 x 15 mm, tebal 1,3 mm dan panjang 188 mm.



Gambar 2. Material Baja St37 *Hollow*

3.2 Uji Komputer (Simulasi) Pada Material Baja St37 Menggunakan *Solidworks*

Tabel 1. Pengujian dengan *Software Solidwork*

<i>Model Reference</i>	<i>Properties</i>	<i>Components</i>
	Name: <i>AISI 1020</i> Model type: <i>Linear Elastic Isotropic</i> Default failure criterion: <i>Unknown</i> Yield strength: <i>3.51571e+008 N/m²</i> Tensile strength: <i>4.20507e+008 N/m²</i> Elastic modulus: <i>2e+011 N/m²</i> Poisson's ratio: <i>0.29</i> Mass density: <i>7900 kg/m³</i> Shear modulus: <i>7.7e+010 N/m²</i> Thermal expansion coefficient: <i>1.5e-005 /Kelvin</i>	SolidBody 1(Boss-Extrude1)(Baja Karbon)
	<i>Curve Data:N/A</i>	

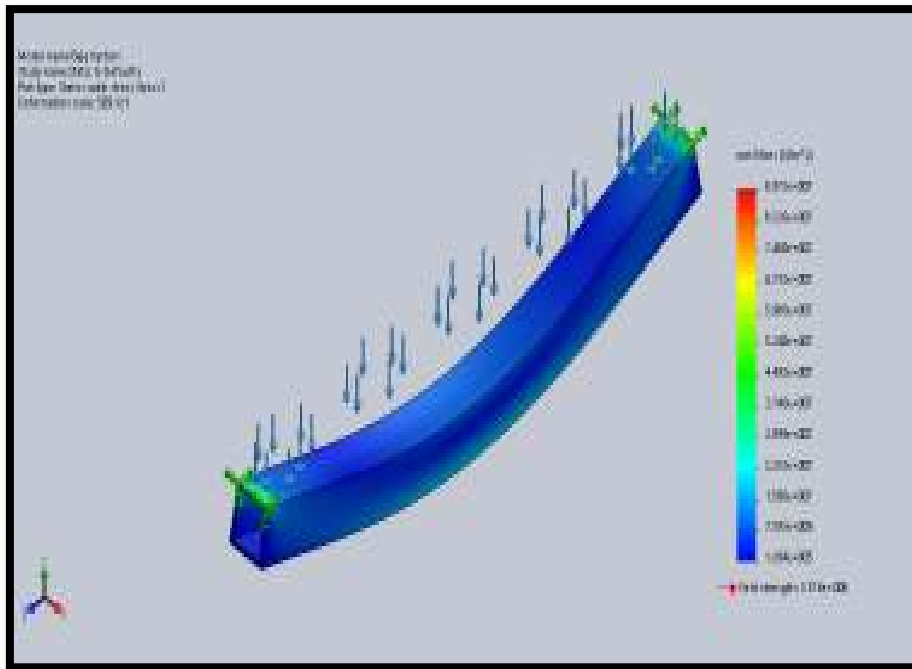
Pengujian Baja St37 / AISI 1020 pada *Software Solidwork* dengan beban 300N, sesuai dengan ukuran 15 mm x 15 mm x 1,3 mm yang telah didapatkan sebelumnya. Material inilah yang dipilih untuk membuat rangka troli yang dianalisa kekuatannya.

Keterangan :

Name : AISI 1020
Yield Strength (Kekuatan Luluh) : 3.51571e+008 N/m²
Tensile strength (Kekuatan Tarik) : 4.20507e+008 N/m²
Elastic modulus (Modulus Elastis) : 2e+011 N/m²
Mass density (Kepadatan Massa) : 7900 kg/m³

Pada tahap ini yaitu pengujian kekuatan baja St37 untuk mengetahui titik kritisnya dan setelah diuji akan menghasilkan nilai minimum dan maksimumnya, sebagai berikut :

1. Nilai kekuatan minimum sebesar 1.264e+005 N/mm²
2. Dan, nilai kekuatan maksimum (titik kritis material) sebesar 8.973e+007N/mm²



Gambar 3. Uji kekuatan (Stress) pada baja St37

3.2 Pengujian Troli Berbahan Material Baja St37 (*Hollow*)

Pada tahap ini dilakukanlah tahap pengujian pada troli yang telah dibuat tersebut. Pengujian terhadap troli ini bertujuan untuk mengetahui apakah troli tersebut mampu menopang beban 30 kg.

Pengujian terhadap troli yang telah dibuat ini dilakukan secara manual, dengan cara diberikan beban secara langsung pada troli tanpa media bantuan apapun. Sehingga akan diketahui apakah troli tersebut mampu untuk menopang beban atau tidak.



Gambar 4. Uji beban pada Troli

Berdasarkan troli yang telah dibuat, memiliki 2 fungsi sekaligus. Proses pengangkutan troli dapat dilakukan dengan 2 cara, pertama yaitu dengan cara dipasangkan ke sepeda kemudian yang kedua dengan cara didiamkan lalu diberi

beban 30 kg. Sehingga untuk proses pengujian rangka troli dilakukan dengan dua pengujian, yaitu pengujian pada saat dipasangkan sebagai dudukan pada sepeda dan pengujian pada saat didiamkan.

3.3 Analisa Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat dianalisa hasil nyata (*real result*). Yang dimana alat bantu berupa troli ini tergolong mampu untuk menahan beban 30 kg. Sehingga dapat mempengaruhi perubahan gaya pada rangka troli setelah dilakukan pengujian, dalam hal itu terjadi penekanan terhadap troli yang telah diberi beban.

Dan tidak ada kerusakan pada troli setelah diberi beban, maka dalam proses pengujian ini troli masih mampu menahan beban. Namun tetap harus mempertimbangkan kembali saat menambah berat beban. Troli ini sendiri bisa digunakan pada sepeda ukuran roda 16-20 yang mampu untuk melewati jalan yang berkelok atau berlobang pada saat membawa barang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembebanan untuk rangka troli yang menggunakan material baja karbon rendah, Baja St37 *Hollow*, mampu menopang beban 30 kg yang dipasangkan sebagai dudukan sepeda lipat maupun dalam kondisi diam (pergerakan statis).

DAFTAR PUSTAKA

- Aggen, G., Frank W. Akstens, C. Michael Allen, P. Babu, Alan M. Bayer, Felix Bello, M. Blair, Bruce Boardman, and Kurt W. Boehm. 2005. ASM HANDBOOK, *Volume 1, Properties and Selection : Irons , Steels , and High Performance Alloys Section : Publication Information And Contributors Publication Information And Contributors. Vol. 1.*
- A. Fathan, “*Desain Urban Folding Bike 2020 dengan Konsep Dinamis Efektif dan Compact,*” 2019.
- Bhakti, D., Haryadi, G., & Umardani, Y. (2013). ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS HASIL LAS TITIK DAN BRAZING UNTUK INDUSTRI RUMAHAN. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 1-8.
- Djuhana, Yulianto, D. A., & Mulyadi. (2020). Plate Mold dengan Software Simulasi (Solidworks 3D). *Journal of Technical Engineering: Piston*, 6-16.
- Driyantama, S. (2018). PEMBUATAN TROLLEY LIPAT SEBAGAI ALAT BANTU ANGKUT. 1-78.
- Hamid, A. (2016). ANALISA PENGARUH ARUS PENGELOMPOKAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON RENDAH TERHADAP KEKUATAN MATERIAL HASIL SAMBUNGAN. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 7(1), 26-36.



ANALISA PENGUJIAN KEKUATAN MATERIAL TROLI PADA SEPEDA BERBAHAN GALVANIS

Dito Yusuf Akbar¹, Rodika², Yudi Oktriadi³

^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Babel

Corresponding Author: ditoyusufakbar311@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, kebutuhan untuk mempermudah kegiatan manusia semakin meningkat. Banyak peralatan-peralatan yang diciptakan untuk mempermudah kegiatan manusia. Terutama pekerjaan yang sifatnya berat dan berbahaya apabila manusia yang mengerjakannya. Salah satunya yaitu troli sebagai alat bantu mengangkut barang. Alat berupa troli memiliki rangka utama yang menjadi titik tempat yang akan diletakkan untuk pembebanan. Material yang digunakan pada rangka utama troli adalah hollow galvanize dengan ukuran 20x20x1,5mm. Pada penelitian ini analisis dan perhitungan kekuatan rangka menggunakan software Solidworks dengan fitur simulasi statis sehingga nilai tegangan yang terjadi dapat diketahui. Berdasarkan hasil dari pengujian, tegangan maksimum pada rangka sebesar 158,800,000N/m², defleksi sebesar 4533mm, sehingga disimpulkan Rangka troli yang menggunakan material galvanis berongga (Hollow Galvanize) dapat dikatakan mampu menahan beban sebesar 30kg, serta diketahui bahwa troli dapat digunakan untuk membantu mengangkut barang belanjaan dan sepeda dapat berfungsi sesuai dengan rancangan.

Kata Kunci: Troli, Hollow, Galvanize, Desain Perangkat Lunak, Defleksi.

ABSTRACT

Along with the development of increasingly advanced technology, the need to facilitate human activities is increasing. Many tools are created to facilitate human activities. Especially work that is heavy and dangerous when humans do it. One of them is the trolley as a tool for transporting goods. The tool in the form of a trolley has a main frame which is the place to be placed for loading. The material used in the main frame of the trolley is hollow galvanized with a size of 20x20x1.5mm. In this study, the analysis and calculation of frame strength using Solidworks software, with a static simulation feature so that the value of the stress that occurs can be known. Based on the results of the test, the maximum stress on the frame is 158,800,000N / m², the deflection is 4533mm, so it is concluded that the trolley frame that uses a hollow galvanized material (Hollow Galvanize) can be said to be able to withstand a load of 30kg, and it is

known that trolleys can be used to help transport shopping goods. and bicycles can function according to design.

Keywords: Trolley, Hollow, Galvanize, Software Design, Deflection.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, kebutuhan untuk mempermudah kegiatan manusia semakin meningkat. Banyak peralatan-peralatan yang diciptakan untuk mempermudah kegiatan manusia. Terutama pekerjaan yang sifatnya berat dan berbahaya apabila manusia yang mengerjakannya (Driyantama, S 2018). Salah satunya yaitu troli sebagai alat bantu mengangkut barang. Troli merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan barang dari satu tempat ketempat lainnya secara manual. Penggunaan troli memudahkan manusia saat membawa dan memindahkan barang dalam jumlah yang banyak. Troli yang umumnya digunakan oleh pengguna pergerakannya masih manual. Hal ini mengurangi aktivitas tangan untuk melakukan kegiatan lainnya. Maka dari itu troli ini akan dibuat sedikit berbeda dari troli umumnya agar bisa dapat dipasangkan sebagai dudukan pada sepeda.

Proses pemindahan atau pengangkutan barang menggunakan troli ini masih dapat dikatakan secara konvensional, yaitu dengan cara diangkut dan didorong dengan tenaga manusia dengan menggunakan sepeda. Troli adalah salah satu alat angkut yang berfungsi untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Pengoperasian yang cukup mudah sehingga mempercepat kegiatan operasional pemakainya. (Driyantama, S 2018). Alat ini sangat berguna karena dapat memindahkan dalam jumlah yang cukup banyak dalam sekali angkut.

Dan sekarang ini kebutuhan akan material terutama logam sangatlah penting. Besi dan baja merupakan salah satu kebutuhan yang mendasar untuk suatu konstruksi. Hal ini dikarenakan Sifat mekaniknya meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan, ketangguhan, serta sifat mampu mesin yang baik (Wardani, U. C). Namun, dalam maraknya penggunaan material tersebut, tingkat kerusakan terhadap material pun kerap terjadi, terutama terjadinya korosi pada material. Namun sistem perlindungan korosi yang tepat dapat secara drastis menurunkan biaya perbaikan akibat korosi. Penggunaan baja galvanis mampu mengurangi biaya dan bebas perawatan. Selama lebih dari 100 tahun, baja galvanis telah digunakan secara luas untuk komponen struktur di berbagai industri, jembatan dan fasilitas umum lainnya. (Royani Ahmad, 2019). Baja galvanis memiliki keunggulan lebih tahan terhadap korosi daripada besi atau baja. Sama seperti baja, zinc terkorosi ketika kontak dengan lingkungan. Namun, laju korosi zinc sekitar 1/10 sampai 1/30 dari laju korosi baja tergantung dari lingkungan atmosfer (Irving et al. 1952).

Alat bantu troli ini memiliki rangka utama yang menjadi titik tempat yang akan diletakkan untuk pembebanan. Penelitian berkenaan dengan troli ini pernah di teliti sebelumnya oleh Satria Driyantama dengan jurnalnya yang berjudul "Pembuatan *Trolley* Lipat Sebagai Alat Bantu Angkut Barang". Penelitian yang dilakukan tersebut menggunakan material St37 seta tergolong dalam rancang bangun dan dengan menggunakan metode studi gerak (*Visual Motion Study*), maksudnya, metode dilakukan dengan cara mengamati setiap gerakan yang

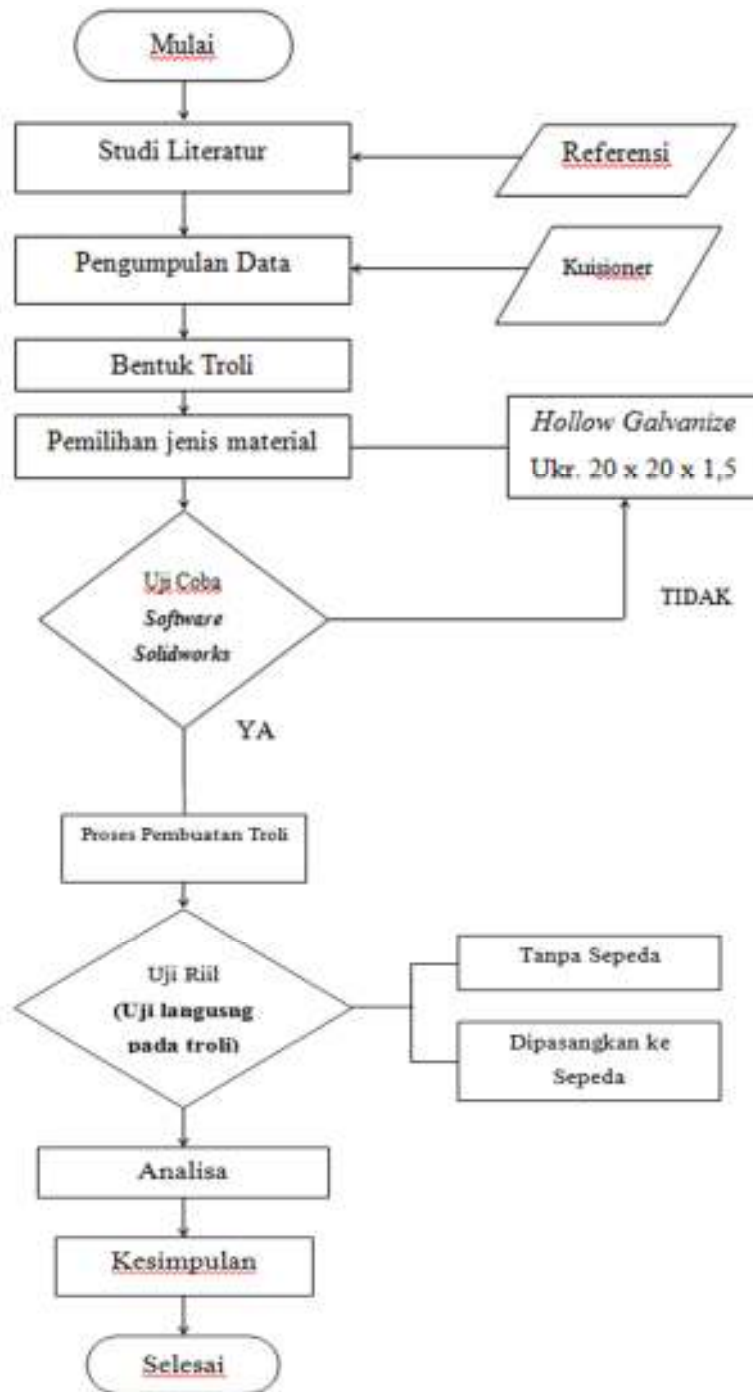
dilakukan pada suatu proses kerja dan kemudian dicatat untuk kemudian dilakukan analisa (Driyantama, S 2018). Namun pada penelitian yang dilakukan oleh Satria Driyantama memiliki kekurangan yaitu pada troli yang dirancang, roda yang digunakan adalah roda yang terbuat dari *plastic* sehingga resiko terjadinya selip/licin pada roda lebih tinggi dan pada troli yang di rancang proses penggunaannya masih bersifat manual.

Berdasarkan dasar penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian ini yang menjadi pembedaannya disini dengan trolilain yaitu pada pada troli dapat diasmbungkan kesepeda sehingga pengguna dapat melakukan 2 aktivitas sekaligus dan materialnya yang menggunakan Material *Hollow Galvanize*, yang menjadi bahan utama untuk pembuatan troli. Hal yang menjadi alasan mengapa memilih menggunakan material ini dikarenakan bajagalvanis memiliki dua fungsi sifat pelindung. Sebagai lapisan proteksi, galvanis menyediakan lapisan zinc yang tangguh dan terikat secara metalurgi yang sepenuhnya menutupi permukaan baja dan melindungi baja dari serangan korosif lingkungan. Selain itu, terjadinya anoda korban dari zinc yang melindungi baja, sehingga kerusakan atau diskontinuitas minim terjadi (Rita et al.; Shuan et al. 2013). Hal ini yang yang menjadi alasan mengapa pada penelitian ini menggunakan material *hollow galvanize* pada pembuatan troli ini.

Penggunaan alat berupa troli sepeda ini lebih difokuskan kepada masyarakat yang hendak pergi berbelanja ke pasar di pagi hari serta sekaligus dapat melakukan kegiatan olahraga dengan mengayuh sepeda menuju ke pasar hingga kembali kerumah. Sehingga memiliki nilai efektif dalam penggunaan alat tersebut. Berdasarkan hasil survey dan kuisisioner terhadap masyarakat yang hendak ke pasar menggunakan sepeda, 70% dari 30 narasumber menjawab bahwa berat rata-rata barang belanjaan yang kerap di bawa yaitu sekitar 30Kg. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah material berupa *hollow galvanize* cocok untuk pembuatan troli ini dan mampu menampung beban sebesar 30Kg atau tidak, dan serta untuk mengetahui nilai kekuatan dari rangka utama pada troli berbahan *hollowgalvanize* yang dipasangkan pada sepeda, dan untuk mengetahui Apakah troli dapat digunakan untuk membantu mengangkut barang belanjaan dan sepeda dapat berfungsi sesuai dengan rancangan.

2. METODE

Pada penelitian ini, metode yang digunakan termasuk kedalam metode kualitatif. Karena penelitian memerlukan data-data dan informasi yang lengkap dan kepastian pada sumber yang didapatkan sehingga dalam prosesnya peneliti perlu mengumpulkan data empirik dan data teoritik tentang system troli khusus sebagai alat bantu masyarakat yang hendak berbelanja dengan menggunakan sepeda. Material yang akan diuji kekuatannya pada penelitian ini berupa *hollow galvanize* sebagai rangka utama pembuatan alat bantu troli ini. Pengujian tahap awal akan dilakukan melalui aplikasi *Solidwork*. Tahapan pengumpulan data yang diperlukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1 Hasil jadi Alat Bantu Troli

Setelah melakukan pembuatan troli sesuai dengan desain gambar yang telah dibuat, maka selanjutnya dilakukanlah pengujian pada troli. Pengujian troli ini bertujuan untuk mengetahui apakah troli tersebut mampu menampung beban sebesar 30kg. Pengujian troli sepeda dilakukan secara manual, maksudnya dengan cara diberikan beban sebesar 30kg langsung pada troli.

Media atau benda uji yang akan digunakan yaitu 3 buah balok besi dimana masing-masing beratnya 11kg, jadi jika dijumlahkan 3 buah balok di tumpu diatas troli akan menampung berat sebesar 33kg.



Gambar 2 Media Uji Troli



Gambar 3 Berat Satuan Balok Besi



Gambar 4 Titik Pembebanan Pada Troli

3.1 Pengujian Dengan Aplikasi *Solidworks*

Pengujian dengan aplikasi *Solidworks* akan dilakukan terhadap material *hollow galvanize* (galvanis berongga) dengan ukuran 20x20x15. Berikut merupakan hasil pengujian terhadap material tersebut.

Hasil Pengujian :

1. *Yield Strength* (Kekuatan Luluh) : 203943000N/m²
= 203,943 N/mm²
2. *Tensile strength* (Kekuatan Tarik) : 356901000 N/m²
= 356,901N/mm²
3. *Elastic modulus* (Modulus Elastisitas) : 200000000000 N/m²
=200000 N/mm²
4. *Mass density* (Kepadatan Massa) : 7870 kg/m³
5. *Stress*(Penekanan) : 158800000N/m²
6. *Displacement* (Pergeseran) : 4533 mm
7. *Strain* (Regangan) : 2901 mm

3.2 Hasil Analisa Pengujian Kekuatan Troli di Pasangkan pada Sepeda

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkanlah hasil sebagai berikut :

1. Alat bantu troli tergolong mampu menampung beban yang diberikan, yaitu sebesar 30kg.
2. Adanya pengaruh perubahan gaya pada troli pada saat dilakukan pengujian. Tidak ada perubahan struktur rangka troli setelah dilakukan pengujian.
3. Terjadinya penekanan pada struktur rangka troli saat di berikan beban.
4. Tidak ada kerusakan terhadap troli setelah dilakukan pengujian.
5. Alat bantu troli masih bisa menampung beban di atas 30kg. Namun harus lebih memperhatikan bagian kritis yang ada pada rangka troli, salah satunya pada bagian as roda troli.
6. Alat bantu troli mampu melewati jalan berlubang pada saat pengujian.
7. Alat bantu troli dapat juga digunakan oleh sepeda yang ukuran rodanya di atas 16.

3.3 Hasil Analisa Pengujian Kekuatan Troli Pada Posisi Diam.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkanlah hasil sebagai berikut :

1. Alat bantu troli tergolong mampu menampung beban yang di berikan, yaitu sebesar 30kg pada saat posisi diam.
2. Terjadinya perubahan gaya terhadap troli pada saat dilakukan pengujian.
3. Tidak ada perubahan struktur rangka troli setelah dilakukan pengujian.
4. Tidak ada kerusakan terhadap troli setelah dilakukan pengujian.
5. Pada posisi diam,Alat bantu troli juga masih bisa menampung beban di atas 30kg.
6. Alat bantu troli dapat juga dipasangkan dengan ukuran roda di atas 16.
7. Dapat digunakan di jalan yang tidak rata sekalipun, sehingga dapat dikatakan troli memiliki nilai fleksibel dalam penggunaannya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rangka troli yang menggunakan material galvanis berongga (*Hollow Galvanize*) dinyatakan mampu menahan beban sebesar 30kg. Kemudian didapatkan tegangan maksimum pada rangka 158800000N/m^2 serta defleksi sebesar 4533mm. Jadi, dari hasil pengujian ini rangka troli termasuk dalam kategori aman secara keseluruhan desain dengan menggunakan material berbahan *hollow galvanized* dengan ukuran 20x20x1,3mm. Dan Dari hasil uji fungsi dapat diketahui bahwa troli dapat digunakan untuk membantu mengangkat barang belanjaan dan sepeda dapat berfungsi sesuai dengan rancangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Denison Irving A and Romanoff Melvin Corrosion of Galvanized Steel in Soils [Book]. - Washington : Washington, 1952. - Vol. 49.
- Figueira Rita M. [et al.] Corrosion Protection of Hot Dip Galvanized Steel in Mortar [Book]. - Braga, Portugal : Universidade do Minho, 2013.
- Driyantama Satria PEMBUATAN TROLLEY LIPAT SEBAGAI ALAT BANTU ANGKUT [Book]. - Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta, 2018.
- Royani Ahmad [et al.] Studi Korosi Pada Baja Galvanis Setelah Ekspos Dilingkungan [Book]. - Sukabumi : [s.n.], 2019.
- Wardani Chaerul Umam, Samantha Yudi and Budiman Haris ANALISIS PENGUJIAN IMPAK METODA IZOD DAN CHARPY MENGGUNAKAN [Book]. - Majalengka : Universitas Majalengka.



ANALISIS PENGARUH JAM OPERASI TERHADAP KUALITAS
PELUMAS TELLUS 32 PADA *HEADSTOCK* MESIN BUBUT
DoALL LT 13

Ichchan Adjury Essarofy¹, Ariyanto², Indra Feriadi³
^{1,2,3}*Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*
Corresponding Author: 43ichchan@gmail.com

ABSTRAK

Analisis Pengaruh Jam Operasi Berbeda Terhadap Kualitas Pelumas Tellus 32 Pada Headstock Mesin Bubut DoALL LT 13 diperlukan untuk menentukan interval waktu penggantian pelumas dan mengetahui pengaruh jam operasi terhadap viskositas pelumas Tellus 32 pada headstock mesin bubut DoALL LT 13. Pelumas merupakan suatu bahan (biasanya berbentuk cairan) yang berfungsi untuk mereduksi keausan antara dua permukaan benda bergerak yang saling bergesekan. Semakin bertambah jam operasi maka tingkat viskositas akan menurun. Hal ini dikarenakan adanya gaya geser pada pelumas saat mesin beroperasi. Dari hasil penelitian dan analisis regresi linier untuk penggantian pelumas didasarkan pada viskositas. untuk penggantian pelumas lebih lama jika, dibandingkan dengan manual book mesin bubut DoALL LT13.

Kata kunci : Pelumas, Analisis Regresi Linier, Headstock dan Viskositas

ABSTRACT

Analysis of the Effect of Different Operating Hours on The Quality of Tellus 32 Lubricants On The Headstock of DoALL LT 13 Lathes is required to determine the interval of lubricant replacement time and to determine the effect of operating hours on the quality of Tellus 32 lubricants on the headstock of doall lt 13 lathes. Lubricant is a material (usually liquid) that serves to reduce wear between two surfaces of moving objects that rub against each other. The more hours of operation, the viscosity will also increase. This is due to the shifting force of the lubricant while the machine is operating. From the results of research and analysis of linear regression for lubricant replacement is based on viscosity . This for longer lubricant replacement if, compared to the manual book lathe DoALL LT13.

Keywords : *Lubricants, Linear Regression Analysis, Headstock and Viscosity.*

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia pemesinan mesin bubut, pelumas menjadi salah satu kebutuhan yang tidak bisa dihindari lagi. Rata-rata mesin menggunakan prinsip kerja rotasi, sehingga tidak lepas dari gesekan antara benda saru dengan yang lainnya. Salah satu contohnya pada *headstock* mesin bubut DoALL LT 13.

Mesin bubut DoALL LT 13 adalah suatu perkakas permesinan yang terdapat di Laboratorium Mekanik polmanbabel. Di dalam proses pemesinan bubut tidak lepas dari fungsi sebuah pelumas. Proses pemesinan bubut yang terus menerus menyebabkan kualitas viskositas pelumas akan mengalami penurunan. Sehingga, menjadi tidak layak pakai. Pelumas yang dipakai pada waktu tertentu (berdasarkan jarak tempuh atau waktu operasi) juga harus di ganti, sebab kekentalan pelumas umumnya telah berubah (bertambah encer) (Hidayat, 2012). Rendahnya tingkat viskositas disebabkan oleh tegangan geser pada saat mesin beroperasi terus menerus dengan beban yang berbeda. Kualitas pelumas yang rendah menjadikan mesin lebih cepat mengalami kerusakan dan kinerja mesin tidak optimal.

Untuk menghindari penggunaan pelumas dibawah standar waktu penggantian pelumas pada mesin bubut DoALL sudah ditetapkan *manual book* mesin, yaitu setiap 6 bulan (1200 Jam) sekali dengan dengan kuantitas pelumas 2 liter (DoALL Company, 1994:43), tetapi hal tersebut didasarkan pada industri manufaktur. Apabila diaplikasikan pada lembaga pendidikan akan menjadi tidak efektif. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah menentukan interval waktu penggantian pelumas Tellus 32 pada *headstock* mesin bubut DoALL LT 13 dan Mengetahui pengaruh jam operasi terhadap viskositas pelumas Tellus 32 pada *headstock* mesin bubut DoALL LT 13.

Pelumas yang digunakan pada *headstock* mesin bubut DoALL LT 13 yaitu Shell Tellus 32. Pelumas ini memiliki viskositas sebesar 32. Untuk batas bawah viskositasnya yaitu 28,80 cSt dan batas atasnya 35,20 cSt (Kishore, 2007).

2. METODE

Menentukan interval waktu penggantian pelumas termasuk dalam perawatan prediktif. Perawatan prediktif dilakukan untuk memprediksi terjadinya kerusakan pada pelumas. Dengan demikian, kinerja mesin anda tetap berjalan dengan lancar sehingga proses produksi tidak akan terhambat (Testindo, 2018). Adapun tindakan yang dilakukan yaitu dengan cara mengambil sampel selama 30 hari kemudian dilakukan pengukuran viskositas menggunakan *viscometer* lalu dari hasil *viscometer* berupa angka-angka dianalisis menggunakan Metode Analisis Regresi Linier sederhana untuk menentukan interval waktu penggantian pelumas.

Analisis Regresi Linier Sederhana adalah suatu persamaan regresi linier yang memiliki satu variabel bebas X dan satu variabel terikat Y. Variabel bebas adalah variabel yang tersedia. Variabel Terikat adalah variabel yang bergantung pada variabel bebas. Adapun persamaan dari regresi linier berganda yang digunakan pada penelitian ini yaitu $Y = a+bx$ (Sudjana. 2005). Setelah melakukan pengambilan sampel, pengumpulan data dan analisis pengolahan data, kemudian penulis akan menentukan waktu penggantian pelumas pada *headstock* mesin bubut DoALL LT 13.

Metode analisis ini dapat didefinisikan sebagai metode statistika yang digunakan untuk menentukan bentuk hubungan antar variabel-variabel. Tujuan pokok dari metode ini

yaitu untuk meramalkan atau memperkirakan nilai dari suatu variabel lain yang belum diketahui.

Untuk alat penelitian yaitu :

1. Mesin Bubut DoALL LT 13
2. Gelas Ukur
3. *Viscometer* atau alat ukur viskositas
4. Termometer digital
5. Kompor Listrik
6. Pipet Tetes

Bahan penelitian yaitu Pelumas Shell Tellus 32.

Langkah-langkah pengambilan data meliputi :

1. Siapkan peralatan yang akan digunakan pastikan sudah dalam keadaan kering dan bersih dari sisa kontaminan.
2. Wadah sampel oli yang dibenarkan adalah yang berwarna bening jika dilihat dari luar (oli tembus pandang dari luar)
3. Panaskan terlebih dahulu mesin selama minimal 30 menit, jika mesin bubut tidak dioperasikan untuk produksi. Jika mesin tidak dioperasikan, maka sampel tidak bisa mewakili untuk analisa. Dikarenakan pada pelumas tersebut tidak terdapat sirkulasi, panas dan reaksi kimia-fisika (Jensen, 2016).
Kemudian ambil pelumas dari keran *headstock* yang telah dibuka.
4. Lalu ambil sampel secukupnya. Isi pelumas adalah 75% sampai dengan 80% dari wadah kemudian langsung tutup rapat.
5. Panaskan sampel yang telah dituangkan dalam wadah dengan kompor listrik sampai dengan suhu 40°C dan ukur dengan termometer digital.
6. Kemudian uji pelumas dengan *viscometer*. Kemudian catat hasilnya.
7. Setiap memulai pengambilan sampel di *headstock* mesin bubut DoALL pastikan wadah sampel sudah tercuci dan alat ukur dalam kondisi kering dan bersih. Hal ini dilakukan untuk menghindari kesalahan analisis data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kualitas pelumas dibawah ini diperoleh dari tiga mesin DoALL LT 13 dalam 155 jam operasi berbeda. Untuk mempermudah perhitungan data maka dibuat tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Tingkat Kualitas Pada Tiap Mesin Bubut DoALL LT 13

Nomor	Jam operasi berbeda ke	<i>Viscosity</i>	Hari,Tanggal
1	5	32.78	Rabu, 7/1/2021
2	10	32.78	Kamis, 8/1/2021
3	15	32.78	Jum'at, 9/1/2021
4	20	32.78	Senin, 11/1/2021
5	25	32.78	Selasa, 12/1/2021
6	30	32.78	Rabu, 13/1/2021

7	35	32.78	Kamis, 14/1/2021
8	40	32.78	Jum'at, 15/1/2021
9	45	32.78	Senin, 18/1/2021
10	50	32.78	Selasa, 19/1/2021
11	55	32.78	Rabu, 20/1/2021
12	60	32.78	Kamis, 21/1/2021
13	65	32.78	Jum'at, 22/1/2021
14	70	32.78	Senin, 25/1/2021
15	75	32.78	Selasa, 26/1/2021
16	80	32.78	Rabu, 27/1/2021
17	85	32.78	Kamis, 28/1/2021
18	90	32.78	Jum'at, 29/1/2021
19	95	32.78	Senin, 1/2/2021
20	100	32.78	Selasa, 2/2/2021
21	105	32.76	Rabu, 3/2/2021
22	110	32.76	Kamis, 4/2/2021
23	115	32.69	Jum'at, 5/2/2021
24	120	32.69	Senin, 8/2/2021
25	125	32.68	Selasa, 9/2/2021
26	130	32.67	Rabu, 10/2/2021
27	135	32.66	Kamis, 11/2/2021
28	140	32.64	Senin, 16/2/2021
29	145	32.63	Selasa, 17/2/2021
30	150	32.62	Rabu, 18/2/2021
31	155	32.61	Kamis, 19/2/2021

Kemudian dilakukan perhitungan regresi linear dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2017.

Tabel 2. Persamaan Regresi Linear Jam Operasi terhadap Tingkat Viskositas

	<i>Coefficient</i>	<i>Standar</i>		<i>P-</i>		<i>Upper</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
	<i>s</i>	<i>d Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>95%</i>	<i>95.0%</i>	<i>95.0%</i>
Intercept	32.82813	0.012697	2585.481	2.56E-79	32.80216053	32.8541	32.80216	32.8541
Jam operasi	-0.00107	0.000139	-7.74803	1.52E-08	-0.00135673	-0.00079	-0.00136	-0.00079

Dari tabel di atas diketahui :

- Nilai signifikansi $< \alpha = 0,05$.

- Diperoleh persamaan, $Y=32,82813+(-0,00107X)$

Diketahui : $Y = a+bx$

Y = Viskositas

a = Angka koefisien atau *intercept* (bila dalam excel)

b = Angka koefisien regresi jam operasi

x = Jam operasi yang dicari atau ditentukan

Perhitungan Prediksi Penggantian Pelumas Berdasarkan Viskositas

Dari persamaan $Y=32,82813+(-0,00107X)$ diperoleh dari perhitungan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Diketahui : $Y = a + bx$

$Y = 28,80$ (Batas bawah Viskositas)

$a = 32,82813$

$b = -0,00107$

Jam Operasi 1 bulan = 160 Jam

Ditanya : X (Jam operasi ke berapa tingkat viskositas sebesar 28,80) =...?

Jawab : $Y = a + bx$

$$28,80 = 32,82813 + (-0,00107)x$$

$$28,80 = 32,82813 + (-0,00107x)$$

$$0,00107x = 32,82813 - 28,80$$

$$x = 4,02813 / 0,00107$$

$$x = 3764,607 \text{ jam}$$

$$= 3764/160$$

$$= 23,525 \text{ bulan atau 1 Tahun 11 Bulan 2 Minggu.}$$

Jadi, pada jam operasi ke-3764 tingkat viskositas sebesar 28,80 cSt. Jika melebihi 3764 Jam operasi, pelumas sudah dibawah standar atau tidak layak pakai. Sehingga pelumas harus diganti.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana perhitungan pengujian pelumas yang mengacu pada, dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Setelah pelumas digunakan selama 155 Jam, tingkat viskositas masih dalam kondisi normal atau di bawah ambang batas.
2. Jam operasi berpengaruh signifikan terhadap tingkat viskositas. Apabila Jam operasi bertambah, maka tingkat viskositas turun.
3. Apabila penggantian didasarkan pada tingkat viskositas, pelumas dapat dilakukan setelah mesin beroperasi selama 3764 jam operasi atau melewati batas penggunaan pelumas selama 1 Tahun 11 Bulan 2 Minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Testindo. 2018. "Preventive Maintenance dan Predictive Maintenance Pada Mesin Industri", <https://www.testindo.com/article/223/preventive-maintenance-dan-predictive-maintenance-pada-mesin-industri>, diakses pada 25 Januari 2021 pukul 11.30.
- JENSEN, C.C. 2016. *Clean Oil Guide The importance of Oil Maintenance*. Tryk Team. Svendborg, Denmark.

- Noria Corporation. 2021. *Tips for Testing an Oil's Viscosity*, <https://www.machinerylubrication.com/Read/30428/testing-oil-viscosity>, diakses pada 25 Februari 2021 pukul 11.30.
- DoALL Company. 1994. *Machine Manual Engine Lathe DoALL LT 13*. Des Plaines Illionis, Brazil.
- Hidayat, W. 2012. *Motor Bensin Moderen*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kishore NRA. 2007. *Guide to ASTM Test Methods for the Analysis of Petroleum Products and Lubricants*. ASTM International. West Conshohocken, USA.



PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTARAN DAN
KEDALAMAN PEMOTONGAN BENDA KERJA BAJA S45C
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PROSES GERINDA
SILINDRIS

Mahendra Saputra¹, Muhamad Riva'i², dan Husman³
^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Indonesia.
Email : msaputra504@gmail.com

ABSTRAK

Hasil kekasaran permukaan yang minimal merupakan hasil yang diinginkan pada proses permesinan Mesin Gerinda Silindris JAINNHER jenis JHU-3506H No.3506H006, karena pada proses permesinan gerinda silinder termasuk kedalam proses permesinan lanjut dibidang finishing. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kekasaran terkecil dan berapa persen pengaruh dari setiap parameter terhadap kekasaran permukaan dari proses permesinan gerinda silindris. Parameter proses permesinan yang divariasikan adalah kecepatan putaran benda kerja dengan parameter 66 rpm, 100 rpm, dan 158 rpm terhadap kedalaman pemotongan dengan parameter 0,015 mm, 0,020 mm, dan 0,025 mm. Metode optimasi yang digunakan adalah Taguchi. Rancangan percobaan ditetapkan berdasarkan metode Taguchi dan berupa matriks ortogonal L9 (3^2). Percobaan dilakukan secara acak dengan replikasi sebanyak 1 kali untuk mengatasi faktor gangguan yang terjadi selama proses permesinan. Dari penelitian yang sudah dilakukan hasil yang didapat menunjukkan bahwa untuk memperoleh kekasaran permukaan benda kerja yang minimal, kecepatan putaran benda kerja dengan setting 66 rpm dengan kedalaman pemakanan sebesar 0,015 mm. Dan untuk mengurangi variasi dari respon secara bersamaan, kecepatan putaran benda kerja memiliki kontribusi sebesar 12,0625 % dan untuk kedalaman pemotongan memiliki kontribusi terbesar, yaitu sebesar 83,8622 %.

Kata Kunci : Gerinda, Silindris, Kekasaran, S45C, Taguchi, JAINNHER

ABSTRACT

The result of minimal surface roughness is the desired result in the machining process of the JAINNHER Cylindrical Grinding Machine type JHU-3506H No.3506H006, because the cylindrical grinding machining process is included in the advanced machining process in the field of finishing. This study aims to obtain the smallest roughness value and what percentage of the influence of each parameter on the surface roughness of the cylindrical grinding machining process. The machining process parameters that were varied were the workpiece rotation speed with parameters 66 rpm, 100 rpm, and 158 rpm to the depth of

cutting with parameters 0.015 mm, 0.020 mm, and 0.025 mm. The optimization method used is Taguchi. The experimental design was determined based on the Taguchi method and was in the form of an orthogonal matrix L9 (3²). The experiment was carried out randomly with 1 replication to overcome the disturbance factor that occurred during the machining process. From the research that has been done, the results obtained show that to obtain a minimum surface roughness of the workpiece, the rotation speed of the workpiece is set at 66 rpm with a feeding depth of 0.015 mm. And to reduce the variation of the response simultaneously, the rotational speed of the workpiece has a contribution of 12.0625% and the depth of cutting has the largest contribution, which is 83.8622%.

Keywords: Grinding, Cylindrical, Roughness, S45C, Taguchi, JAINNHER

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi industri manufaktur harus diimbangi dengan kualitas hasil produksi itu tersebut. Beberapa pihak menyebutkan bahwa kekasaran permukaan menjadi tolak ukur dari kualitas benda kerja itu sendiri, karena permukaan benda kerja yang kasar biasanya cepat menimbulkan aus dan memiliki koefisien gesekan lebih tinggi dari pada permukaan yang halus. Menurut Petropoulos, dkk (2009), mengatakan dalam penelitiannya secara khusus kekasaran permukaan memegang peran penting pada kualitas produk dan merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengevaluasi dari hasil proses keakurasian permesinan.

Mesin gerinda merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan kekasaran permukaan pada benda kerja, untuk menghasilkan tingkat kehalusan permukaan yang tinggi, salah satunya dapat dilakukan dengan cara penggerindaan permukaan (Anne, 2016). Gerinda silindris merupakan salah satu proses permesinan yang termasuk dibidang finishing dengan tujuan menghasilkan tingkat kehalusan permukaan yang tinggi dengan cara pemotongan logam secara abrasive melalui gesekan antara material abrasive dengan benda kerja. Kedalaman pemakanan juga berpengaruh terhadap kekasaran permukaan (Sakti, dkk, 2010).

Kualitas permukaan benda kerja tergantung pada kondisi pemotongan (*Cutting Condition*), adapun yang dimaksud mengenai kondisi pemotongan di sini yaitu besarnya kecepatan spindle dan kedalaman pemotongan (*Depth Of Cut*) (Yanuar, dkk 2014). Pada penelitian ini benda kerja yang digunakan adalah baja S45C. S45C adalah baja medium dengan I-2 I-1 kandungan carbon 0,45. S45C memiliki kemampuan las & machinability, dan dapat mengalami berbagai perlakuan panas berdasarkan standar JIS G 4051-2009.

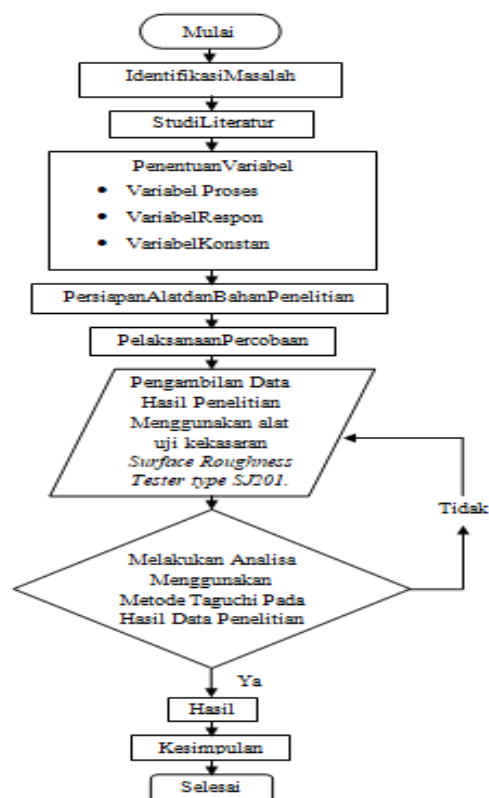
Dalam penelitian Haryadi, dkk (2015) yang berjudul "Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Benda Kerja dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Gerinda Silindris Dengan *Center* Pada Baja AISI", parameter yang divariasikan yaitu kedalaman pemotongan kecepatan putaran benda kerja. Pada penelitian tersebut hasil terbaik terdapat pada kecepatan putaran benda kerja 194 rpm dan kedalaman pemotongan 0,010 mm. Dan penelitian Sridhar, dkk (2014) yang berjudul "Optimasi Proses Gerinda Silindris Parameter Putaran Baja OHNS (AISI 0-1) Menggunakan Konsep Desain Eksperimen". Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah kecepatan benda kerja, kedalaman potong

dan jumlah lintasan. Dari penelitian tersebut mendapatkan hasil parameter optimal dari putaran baja OHNS masuk Proses penggilingan silinder pada kecepatan benda kerja 150 rpm, Kedalaman potong 0,02 mm dan 1 jumlah lintasan. Parameter yang paling berpengaruh jatuh pada setting parameter jumlah lintasan sebesar 0,808%.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini adalah untuk mencari "Berapa besar pengaruh variasi kedalaman pemotongan dengan putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan material baja S45C pada proses permesinan gerinda silindris". Metode yang digunakan adalah metode Taguchi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari *setting* parameter terbaik untuk mendapatkan kekasaran permukaan terendah dan mencari pada parameter mana yang memiliki pengaruh paling besar terhadap hasil proses permesinan gerinda silindris sesuai pada parameter yang diambil pada penelitian ini.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen ini digunakan untuk mendapatkan parameter proses yang optimal terhadap parameter yang ditentukan. Tahapan proses penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Penentuan Parameter Proses

Pemilihan parameter proses yang berupa faktor dan level eksperimen ditentukan berdasarkan keadaan permesinan yang diteliti dan studi pustaka.

Parameter proses yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kedalaman pemotongan (MM) dan Kecepatan putaran (RPM). Nilai level dan parameter proses yang diuji pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Level dan Parameter Proses yang Diuji

Faktor	Parameter Proses	Level		
		1	2	3
A	Kecepatan putaran (rpm)	66	100	158
B	Kedalaman pemotongan (mm)	0.015	0.020	0.025

Setelah nilai level dan parameter proses ditentukan selanjutnya dilakukan pendesainan faktorial metode *Taguchi L9(3²) orthogonal array* (OA) menggunakan software. Hasil desain faktorial ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Faktorial Penelitian

Exp.	Kecepatan Putaran (rpm)	Kedalaman Pemotongan (mm)
1	66	0.005
2	66	0.010
3	66	0.015
4	100	0.005
5	100	0.01
6	100	0.015
7	158	0.005
8	158	0.01
9	158	0.015

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen faktorial 3x3. Dengan demikian diperlakukan sembilan kondisi percobaan yang berbeda-beda. Pada masing-masing perlakuan dilakukan 1 kali pengulangan, sehingga tiap perlakuan diperoleh sebanyak tiga data, maka faktorial 3x3 ini akan diperoleh data sebanyak 18 data. Penelitian ini menggunakan desain Taguchi L9(3²) OA dengan dua faktor dan tiga level.

2.2. Alat dan bahan

1. Mesin gerinda silindris merk JAINNHER

Jenis mesin JHU-3506-H, berat total 2510 kg, torsi power 6KW/8HP, voltage 120V. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Gerinda Silindris

2. Baja S45C

Material yang digunakan adalah baja sedang S45C, baja medium dengan kandungan carbon 0,45%. Dimensi benda kerja yang digunakan adalah 25x300 mm. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Material Baja S45C

3. Surface Roughness Tester

Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah *Mitutoyo type SJ201*. Alat ini bekerja dengan cara mengeserkan bagian sensornya ke permukaan material. Alat ini ditunjukkan pada Gambar 6 dibawah.



Gambar 6. Alat Uji Kekasaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara mengkombinasikan variabel-variabel proses yang terdapat pada mesin gerinda silindris dengan merk JAINNHER jenis JHU-3506H dengan no mesin 3506H006B. Adapun variabel-variabel proses yang diduga berpengaruh terhadap respon kekasaran permukaan adalah kecepatan putaran benda kerja (A) 66 rpm, 100 rpm, 158 rpm dan kedalaman pemotongan (B) 0,015 mm, 0,020 mm, dan 0,025 mm. Percobaan dilakukan secara acak dengan replikasi sebanyak 1 kali untuk mengatasi faktor gangguan yang terjadi selama proses permesinan.

Pada tahap ini, setelah memiliki data pengujian, maka langkah berikutnya adalah melakukan pengolahan data yang menggunakan cara perhitungan pada eksperimen metode *taguchi* dengan menggunakan software.

Tabel 3. Hasil Data Pengukuran Kekasaran Permukaan Pada Data

Kecepatan putaran benda Kerja		Kedalaman Pemotongan		Data Awal			
A	B	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Jumlah	Mean	
66	0,015	0,127	0,131	0,129	0,387	0.129	
66	0,020	0,158	0,159	0,163	0,480	0.16	
66	0,025	0,186	0,187	0,185	0,558	0.186	
100	0,015	0,138	0,135	0,141	0,414	0.138	
100	0,020	0,170	0,168	0,163	0,501	0.167	
100	0,025	0,191	0,196	0,195	0,582	0.194	
158	0,015	0,157	0,153	0,155	0,465	0.155	
158	0,020	0,176	0,180	0,181	0,537	0.179	
158	0,025	0,203	0,200	0,203	0,606	0.202	

Selanjutnya dilakukan pengulangan dengan parameter yang sama, dan mendapatkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4. Hasil Data Pengukuran Kekasaran Permukaan Pada Pengulangan 1

Kecepatan putaran benda Kerja		Kedalaman Pemotongan		Replikasi 1			
A	B	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Jumlah	Mean	
66	0,015	0,124	0,129	0,128	0,381	0.127	
66	0,020	0,158	0,155	0,161	0,474	0.158	
66	0,025	0,192	0,191	0,184	0,567	0.189	
100	0,015	0,142	0,137	0,141	0,420	0.14	
100	0,020	0,165	0,168	0,168	0,501	0.167	
100	0,025	0,198	0,196	0,194	0,588	0.196	
158	0,015	0,154	0,157	0,154	0,465	0.155	
158	0,020	0,178	0,182	0,183	0,543	0.181	
158	0,025	0,201	0,204	0,195	0,600	0.2	

Berikut hasil penggabungan dari hasil pengukuran kekasaran permukaan antara data awal dan replikasi 1.

Tabel 5. Hasil pengujian kekerasan

Matriks Ortogonal L9(3 ²)						
Ekp.	Faktor		Replikasi			
	A	B	Data awal	1	Jumlah	Mean
1	1	1	0,129	0,127	0,256	0,128
2	1	2	0,160	0,158	0,318	0,159
3	1	3	0,186	0,189	0,375	0,1875
4	2	1	0,138	0,140	0,278	0,139
5	2	2	0,167	0,167	0,334	0,167
6	2	3	0,194	0,196	0,390	0,195
7	3	1	0,155	0,155	0,310	0,155
8	3	2	0,179	0,181	0,360	0,180
9	3	3	0,202	0,200	0,402	0,201
Rata-rata						0,167

Berdasarkan hasil respon rata-rata kekasaran permukaan pada masing-masing level dari parameter proses, maka dapat ditentukan untuk prediksi kombinasi parameter-parameter proses yang menghasilkan respon optimal yaitu yang terendah dari level terhadap parameter yang diambil . Dari hasil perhitungan rata-rata kombinasi level dari pengaruh faktor terhadap respon kekasaran permukaan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Respon Rata-Rata Faktor Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Keseluruhan

Kode Parameter	Parameter Proses	Level 1	Level 2	Level 3
A	Kecepatan Putaran Benda Kerja	0,158	0,167	0,178
B	Kedalaman Pemotongan	0,140	0,168	0,195
Total nilai rata-rata kekasaran permukaan = 0,167				

Hasil perhitungan persen kontribusi terhadap rata-rata diperlihatkan pada Tabel 4.11 dibawah ini :

Tabel 4.11 Persen Kontribusi S/N

Sumber	V	SS	MS	F-Rasio	p %
A	2	187,094	0,93547	641,990	120625%
B	2	1,214,000	60,700	416,568	838622%
Error	4	0,2914	0,07285		407524%
Total	8	1,430,238	-		100%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan *Setting* kombinasi level variabel optimal respon kekasaran permukaan yang minimal terdapat pada seting variabel kecepatan putaran benda kerja dengan *setting* 66 rpm dan Kedalaman pemotongan diatur sebesar 0,015 mm. sedangkan pada parameter kecepatan putaran benda kerja mendapatkan persen kontribusi sebesar 12,0625% dan kedalaman pemotongan sebesar 83,8622% dengan persen eror 4,07524%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anne Arfian. 2016. Pengaruh feeding dan cutting fluid terhadap kekasaran permukaan baja ems 45 pada proses surface grinding.
2. *Byone-steel&metal* ,2010. Baja Carbon S45C | S50 | SUJ2. www.metal.beyond-steel.com. 5 mei 2020.
3. Haryadi, Novry dan Dodi Sofyan Arief. 2015. Pengaruh Variasi Kecepatan Benda Kerja Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Gerinda Silinderis Dengan Center Pada Baja AISI 4140. *Jom Fteknik*, 2(2), 1-7.
4. Petropoulos, G., Kechagias, J., Akis, V.I., dan Maropoulos, S. 2009. Surface Roughness Investigation of a Reinforced Polymer Composite. *International Conference on Economic Engineering and Manufacturing Systems*.
5. Sakti, Arya Mahendra. 2010. Optimasi Proses Gerinda Untuk Permukaan. *Jurnal Tehnik Industri*, Vol. 11, No. 1.
6. Sridhar, M Melwin Jagadesh, M Manickam, dan V Kalaiyarasan: 2014. Optimization of Cylindrical Grinding Process Parameters of OHNS Steel (AISI 1-0) Rounds Using Design of Experiments Concept. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*.
7. Yanuar, Hari, Akhmad Syarief, dan Ach. Kusairi. 2014. *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Berbagai Media Pendingin Pada Proses Frais Konvensional*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, 03(1), 27-33.



PERANCANGAN *SOFT STARTING* PADA MOTOR INDUKSI
SATU FASA

Muhammad Zaki¹, Nurhazizah², Zanu Saputra³, Yudhi⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Corresponding Author: hazizahn55@gmail.com

ABSTRAK

Motor induksi memiliki permasalahan yang sangat merugikan sistem, yaitu arus pengasutannya yang tinggi ketika dihidupkan secara langsung. Upaya untuk mengurangi arus awal yang besar diperlukan suatu metode pengasutan Soft Starting. Soft Starting bertujuan untuk mendapatkan arus starting yang rendah dan putaran motor yang lebih halus. Metode Soft Starting akan mengatur tegangan dan arus masuk ke motor induksi dengan memberikan sudut pemicuan pada TRIAC yang diatur oleh platform Arduino dengan menerapkan sistem kontrol Fuzzy Logic. Metode Fuzzy Logic ini menggunakan satu input "time" dan satu output "dimmer". Hasil dari Perancangan Soft Starting pada Motor Induksi Satu Fasa yaitu dapat mengalirkan tegangan dan arus secara bertahap, sehingga dapat mengatasi permasalahan lonjakan arus sebesar 1,58A menjadi 0,065A pada pengasutan awal motor induksi, serta menghasilkan putaran motor yang terkendali dengan waktu 7 detik untuk mencapai kecepatan konstan pada waktu Soft Starting diatur 10 sampai 15 detik. Penggunaan kontrol Fuzzy Logic dapat mempercepat proses Soft Starting, sehingga tegangan dan arus dapat mencapai nilai nominalnya lebih cepat 1 sampai 2 detik jika dibandingkan tanpa menggunakan kontrol Fuzzy Logic.

Kata Kunci: Soft Starting, Motor Induksi, Fuzzy Logic

ABSTRACT

Induction motors have a problem that is very detrimental to the system, namely their high starting current when turned on directly. Efforts to reduce the large initial currents required a soft starting method. Soft Starting aims to get a low starting current and a smoother motor rotation. The Soft Starting method will regulate the voltage and current into the induction motor by providing a triggering angle on the TRIAC which is regulated by the Arduino platform by applying the Fuzzy Logic control system. This Fuzzy Logic method uses one input "time" and one "dimmer" output. The results of the design of a soft starting on a single phase induction motor, which can flow the voltage and current gradually, so that it can overcome the problem of a current surge of 1.58A to 0.065A at the initial starting of the induction motor, and produce controlled motor rotation with 7 seconds to achieve, the speed of boarding at Soft Starting is set to 10 to 15 seconds. The use of Fuzzy Logic control can accelerate the Soft Starting process, so that the voltage and current can reach their nominal value 1 to 2 seconds faster than without using Fuzzy Logic control.

Keywords: Soft Starting, Induction Motor, Fuzzy Logic

1. PENDAHULUAN

Pada industri besar, industri rumahan hingga di dalam rumah tangga motor-motor induksi sangat banyak digunakan, alasannya adalah karena karakteristiknya sesuai dengan kebutuhan dunia industry pada umumnya yang kaitannya dalam urusan harga, pemeliharaan, perawatan, konstruksi dan kestabilan kecepatan (Yoki 2017).

Untuk mengurangi arus awal yang besar dari motor induksi satu fasa diperlukan suatu metode pengasutan yaitu pengasutan *SoftStarting*.

Soft starting merupakan metode pengasutan yang cara kerjanya mengatur nilai tegangan dan arus yang masuk pada motor induksi. Pengaturan tegangan dan arus dilakukan dengan memanfaatkan komponen elektronika daya yaitu *thyristor* yang pengontrolannya dilakukan oleh mikrokontroler (Ardhito Primatama 2013) (Agus Saputra 2017).

Oleh karena itu, penulis merancang sebuah perangkat *soft starting* pada motor induksi satu fasa dengan komponen TRIAC BTA16-600B sebagai komponen driver-nya, serta kontrol pengasutan TRIAC menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan menerapkan metode *Fuzzy Logic*. *Fuzzy logic* dipilih sebagai pengontrolannya karena kontrol ini mudah untuk dipahami dan memiliki kerja seperti layaknya logika manusia. Diharapkan penerapan *fuzzy logic* pada alat *soft starting* dapat melakukan proses *soft starting* motor dengan lebih baik jika dibandingkan tanpa menggunakan kontrol *fuzzy logic*. Kemudian, nanti akan dilakukan serangkaian percobaan dan dari hasil percobaan akan dianalisis respon awal motor induksi satu fasa terhadap perangkat *softstarting*.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan menggunakan kontrol *fuzzy* dengan metode *Fuzzy Mamdani*. Penerapan metode ini bertujuan agar pengontrolan motor lebih optimal dalam hal penentuan sudut picu komponen TRIAC. Selain itu metode *Fuzzy Mamdani* menghasilkan Output sinyal yang lebih spesifik dan akurat karena data yang dihasilkan dalam bentuk kuantitatif.

Berikut mekanisme pengontrolan menggunakan FLC:

1. Fuzzifikasi, fungsi keanggotaan input dinamakan "*Time*" dengan rentang 0-100 dan dengan 3 fungsi anggota yaitu Awal, Tengah, dan Akhir. Skala fungsi disesuaikan pada *delay* program *for-loop* arduino. Untuk Output, fungsi keanggotaannya dinamakan "*Dimmer*" yang berfungsi sebagai keluaran *delay* untuk pemicuan TRIAC. Rentang Output dimulai dari 0-128 dan 3 fungsi anggotanya yaitu *Minimum*, *Middle*, dan *Maximum*.
2. Inferensi atau implikasi :
 - Jika *Time* = Awal, maka *Dimmer* = *Minimum*
 - Jika *Time* = Tengah, maka *Dimmer* = *Middle*
 - Jika *Time* = Akhir, maka *Dimmer* = Maksimum

- Defuzzifikasi, menggunakan metode *Mamdani*. Hasil Output dari aplikasi *Matlab* dibandingkan dengan hasil Output dari alat kontrol arduino. Ketika nilai *Dimmer* memiliki nilai yang sama dengan nilai input *Time*, maka Output akan mengeluarkan sinyal pemicu komponen TRIAC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem Keseluruhan Alat *Soft Starting*

Percobaan ini menggunakan motor induksi yang dilengkapi dengan kapasitor didalamnya dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tegangan = 222,3V

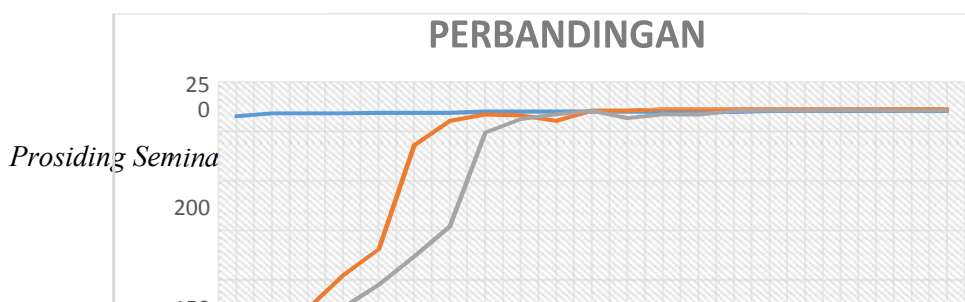
Arus = 1,359A

Daya = 102 Watt Kecepatan = 2984rpm

Pengujian dan Pengukuran Alat *Soft Starting* Dengan Tanpa Menerapkan Metode *Fuzzy Logic*.

Tabel 1 Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Tegangan Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*

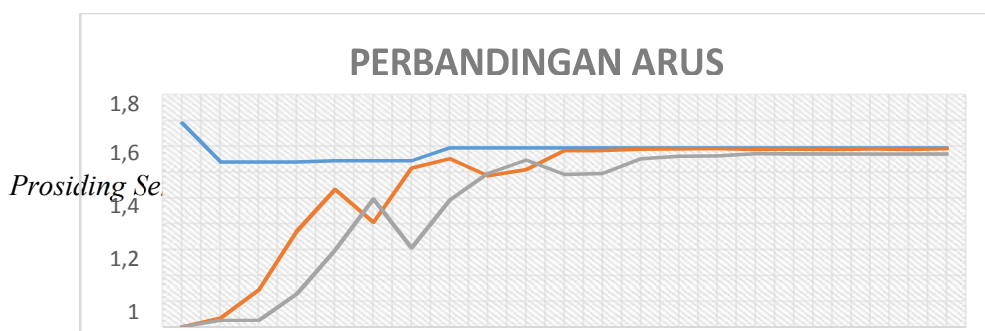
TEGANGAN 1 (V)	TEGANGAN 2 (V)	TEGANGAN 3 (V)	WAKTU (s)
216,2	0	0	0
219,2	0	0	1
219,2	21,3	0	2
219,2	54,9	22,4	3
219,6	81,3	45,2	4
219,6	186,8	73,8	5
219,6	211,5	104,3	6
220,8	218	199,8	7
220,8	217	213,3	8
220,8	211,7	218,4	9
220,8	222	221,9	10
220,8	221,8	214,3	11
220,4	223,4	218,3	12
220,4	223,4	218,1	13
220,4	223,3	221,5	14
221,4	223,5	222,1	15
221,4	223,4	221,9	16
221,4	223,4	222	17
221,4	223,2	222	18
221,4	223,4	221,9	19
221,4	223,3	222	20



Gambar 1 Grafik Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Tegangan Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*

Tabel 2 Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Arus Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*.

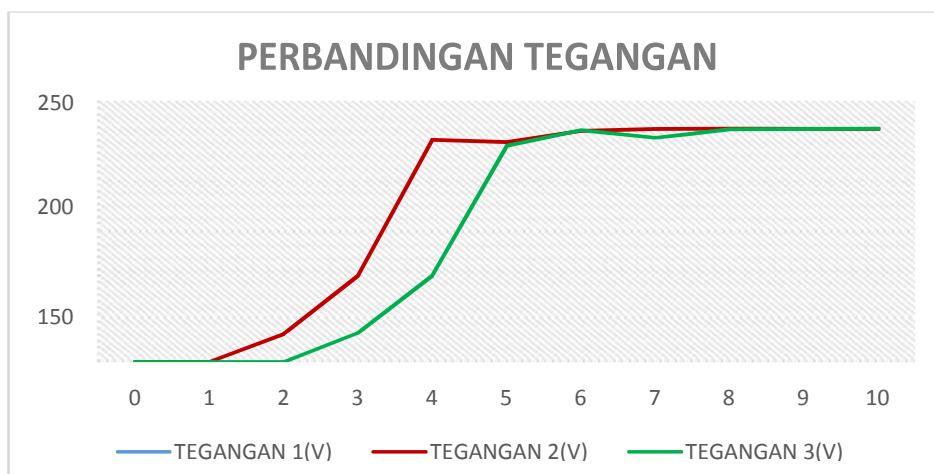
ARUS 1 (A)	ARUS 2 (A)	ARUS 3 (A)	WAKTU (s)
1,58	0	0	0
1,28	0,065	0,05	1
1,28	0,286	0,05	2
1,28	0,739	0,254	3
1,29	1,064	0,595	4
1,29	0,811	0,99	5
1,29	1,23	0,612	6
1,39	1,303	0,984	7
1,39	1,171	1,189	8
1,39	1,219	1,293	9
1,39	1,366	1,18	10
1,39	1,368	1,188	11
1,39	1,377	1,305	12
1,39	1,38	1,323	13
1,39	1,381	1,325	14
1,39	1,373	1,343	15
1,39	1,377	1,342	16
1,39	1,374	1,341	17
1,39	1,379	1,341	18
1,39	1,373	1,339	19
1,39	1,381	1,341	20



Gambar 2 Grafik Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Arus Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*

Tabel 3 Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Tegangan Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*

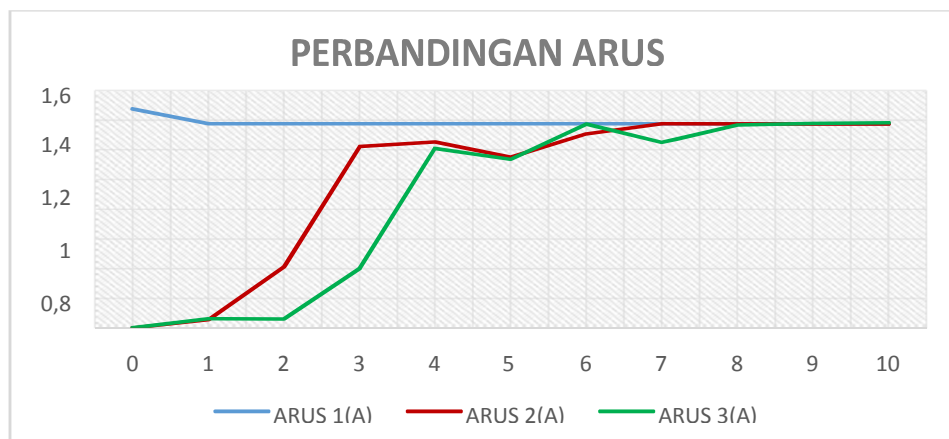
TEGANGAN1 (V)	TEGANGAN2 (V)	TEGANGAN3 (V)	WAKTU (s)
222,2	0	0	0
223,7	0	0	1
223,7	26,8	0	2
223,7	82,6	27,9	3
223,7	212,6	82,8	4
223,7	210,7	207	5
223,5	221,4	222	6
223,5	223,3	214,8	7
223,5	223,5	222,7	8
223,5	223,3	223,4	9
223,5	223,3	223,6	10



Gambar 3 Grafik Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Tegangan Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*

Tabel 4 Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Arus Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*

ARUS 1 (A)	ARUS 2 (A)	ARUS 3 (A)	WAKTU (s)
1,48	0	0	0
1,38	0,056	0,06	1
1,38	0,412	0,059	2
1,38	1,226	0,401	3
1,38	1,257	1,214	4
1,38	1,152	1,14	5
1,38	1,312	1,378	6
1,38	1,381	1,254	7
1,38	1,379	1,371	8
1,38	1,378	1,383	9
1,38	1,379	1,387	10



Gambar 4 Grafik Data Hasil Perbandingan dan Pengukuran Arus Tanpa Penerapan *Fuzzy Logic*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada proyek akhir ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Rangkaian *Solid State Relay* dan komponen TRIAC sudah baik dalam menjalankan fungsinya. Sehingga rangkaian kontrol dapat aman dari tegangan sumber 220V dan juga TRIAC sebagai komponen utama dalam melakukan *soft starting* dapat berjalan dengan baik pada motor induksi.
2. Sesuai dengan fungsinya, alat *soft starting* ini dapat menjalankan putaran awal motor yang terkendali dan secara linier. Juga alat mampu mengalirkan tegangan dan arus ke motor induksi secara bertahap sehingga dapat mengurangi masalah *inrush current* pada saat starting awal motor induksi.

3. Arduino Uno dalam fungsinya sebagai kontrol bagi komponen TRIAC sudah baik dalam menjalankan metode *fuzzy logic*. Sehingga tidak ada kekeliruan dalam menghasilkan sinyal keluarannya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Tersusunnya penelitian ini tentu bukan karena buah kerja penulis semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu terselesaikannya artikel ini, diantaranya:

1. Orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang dengan penuh keikhlasan dan kesabaran memberikan bantuan material dan spiritual untuk penulis.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T, serta Bapak Yudhi, M.T selaku Dosen Pendamping yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam mengarahkan pengarahannya dalam penulisan penelitian ini.
3. Seluruh staf pengajar dan karyawan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan Penelitian ini.
5. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Saputra, SS 2017, 'Perancangan Rangkaian Pengasutan Soft Starting Pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Arduino Nano ', *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, vol 2, no. 4, pp. 45-51.

Ardhito Primatama, S 2013, 'Perancangan Soft Starter Motor Induksi Satu Fasa dengan Metode Closed Loop Menggunakan Mikrokontroler Arduino', vol 1, no. 2.

Yoki, RF 2017, 'PERANCANGAN SOFT STARTING PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA328', p. 1.



ANALISIS PENGARUH SERAT POHON PISANG TERHADAP
SIFAT MEKANIK DAN TOPOGRAFI PADA MATRIKS
POLYESTER DENGAN 8 JENIS PISANG

Deni¹, Yuliyanto², Juanda³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungaliat

Deni68463@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang kemampuan mekanik berupa kekuatan tarik, kekuatan impact serta bentuk fisik dari 8 jenis serat pohon pisang menggunakan matriks polyester BQTN 157 dengan fraksi volume 85%:15% yang dibuat dengan metode hand lay-up. Tegangan tarik tertinggi komposit berpenguat serat pohon pisang susunan serat acak yaitu pada jenis pisang kepok dengan fraksi volume 85% : 15% sebesar 26.5 Mpa. Dan untuk kekuatan impak tertinggi yaitu pada jenis pisang kepok sebesar 28,77 KJ/mm². Sedangkan untuk tegangan tarik terendah berpenguat serat serat pohon pisang susunan secara acak yaitu pada jenis pisang madu dengan fraksi volume 85% : 15% sebesar 12,18 Mpa. Dan untuk kekuatan impak terendah yaitu pada jenis pisang awak dengan fraksi volume 85% : 15% sebesar 15,13 KJ/mm².

Kata kunci :komposit, serat kulit pisang, uji impak, uji tarik, SEM

ABSTRACT

This research was conducted to obtain data on mechanical ability in the form of tensile strength, impact strength and physical shape of 8 types of banana tree fibers using polyester matrix BQTN 157 with a volume fraction of 85%:15% made by hand lay-up method. The highest tensile voltage of composite fiber-based banana tree fibers random fiber arrangement is in the type of banana kepok with a volume fraction of 85% : 15% of 26.5 Mpa. And for the highest impact strength is on the type of banana kepok of 28.77 KJ/mm². As for the lowest tensile voltage reinforced fiber banana tree arrangement randomly that is on the type of banana honey with a volume fraction of 85% : 15% of 12.18 Mpa. And for the lowest impact force is in the banana type crew with a volume fraction of 85% : 15% of 15.13 KJ/mm².

Keywords: composite, banana skin fiber, impact test, tensile test, SEM

1. PENDAHULUAN

Dua faktor paling penting yang mendorong dari penggunaan serat alam oleh industri yaitu biaya dan berat. Meskipun demikian kemudahan daur ulang komponen juga merupakan pertimbangan akhir yang semakin meningkat untuk

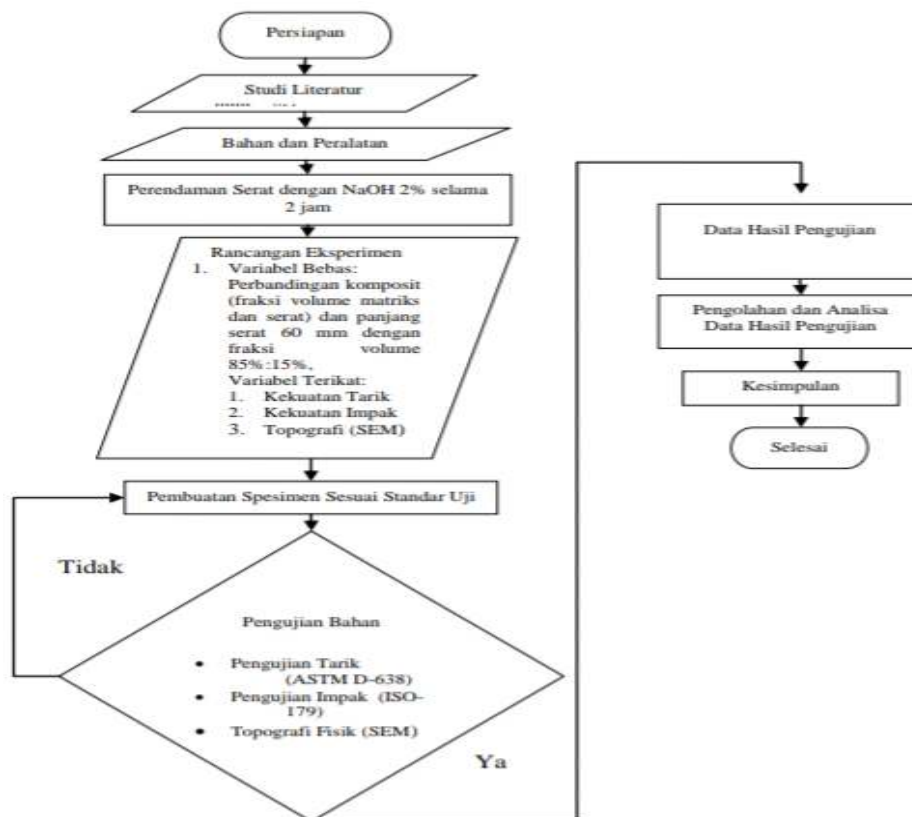
memenuhi persyaratan dari petunjuk untuk umur pakai serat alam [1]. Eksperimen variasi jenis serat batang pisang untuk bahan komposit terhadap kekuatan mekanik yang dilakukan dengan perendaman alkali NaOH selama 2 jam. Mencampurkan resin dengan katalis dengan perbandingan 99:1. Menunjukkan Nilai hasil uji rata-rata kekuatan tarik tertinggi (25,46 N/mm²), [2].

Tentang analisis campuran serat pelepah tangkai pisang kepek dengan resin katalis terhadap kekuatan tarik dengan Susunan bahan komposit. Didapatkan hasil tegangan tarik rata-rata 8,0 x 10⁵ kg/m² [3]. Penelitian mengenai Pengaruh Persentase Serat Pelepah Pisang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen-Foam agent. Didapatkan hasil sebesar 82,76 kg/cm² [4]. Penelitian mengenai pengaruh sebuk serat batang pisang sebagai filler terhadap sifat mekanis komposit PVC-CaCO₃. Didapatkan hasil kekuatan tarik 67,56–79,03 kg/cm, 23,32 %, [5]. Penelitian mengenai pengaruh komposisi serat pelepah pisang dan arang kulit singkong terhadap pengujian dampak serta *absorpsi* air pada komposit bermatrik efoksi. Didapatkan hasil uji nilai kekuatan dampak terbaik yaitu 0,012 J/mm², [6].

2. METODE

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan langkah awal dimulai dari studi-studi literatur yang didapat dari jurnal ilmiah, internet, *handbook*, *text book*, *manual book*. Selanjutnya data-data studi literatur dipelajari dan dijadikan referensi untuk melakukan penelitian

Uraian langkah-langkah tersebut tertuang pada diagram alir gambar 1:



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Tarik

Setelah dilakukan pengujian terhadap spesimen, maka didapatkan hasil dari pengujian tarik. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu, nilai rata-rata kekuatan tarik spesimen komposit serat kulit pohon pisang dengan perlakuan alkali NaOH 2% selama 2 jam.

1. Hasil Kekuatan Tarik

Berdasarkan hasil dari pengujian tarik diperoleh kekuatan tarik dari masing-masing jenis pisang. Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan tarik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik

No	Jenis Pisang	Kekuatan Tarik (Mpa)			Rata-Rata (Mpa)
		Spesimen			
		1	2	3	
1	lampung	17.1	19.4	17.7	18.01
2	ambon	17.5	19.9	20.7	19.37
3	kepok	25.7	24.8	29	26.50
4	rejang	15.8	13	32.8	20.53
5	madu	13.4	13.3	9.83	12.18
6	Mas	22.7	25	20.6	22.77
7	Raja	24.6	20	17.4	20.67
8	awak	20.6	19.3	23	20.97

3.2 Hasil Pengujian Impak

Setelah dilakukan pengujian terhadap spesimen uji impak, Maka didapatkan hasil dari pengujian impak. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu, nilai rata-rata kekuatan impak spesimen komposit serat kulit pohon pisang dengan perlakuan alkali NaOH 2% selama 2 jam.

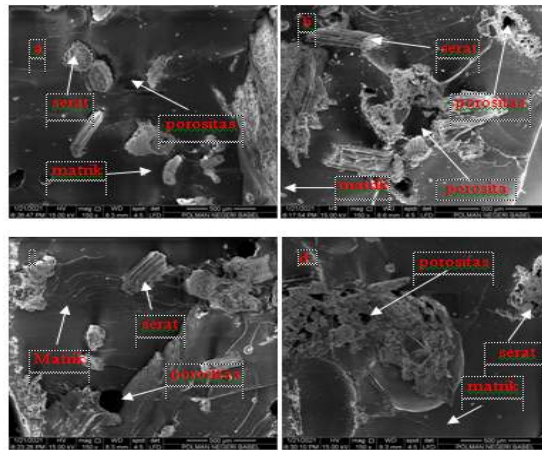
1. Hasil Kekuatan Impak

Berdasarkan hasil dari pengujian impak diperoleh kekuatan impak dari 8 jenis pisang dengan lama waktu perendaman 2 jam dan dengan NaOH 2%. Adapun data hasil pengujian untuk kekuatan impak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Impak

No	Jenis Pisang	Kekuatan Impak (Kj/mm ²)			Rata-rata (Kj/mm ²)
		Spesimen			
		1	2	3	
1	lampung	16.8	19.5	25	20.43
2	ambon	16.8	27.8	19.5	21.37
3	kepok	30.7	27.8	27.8	28.77
4	rejang	25	22.2	25	24.07
5	madu	27.8	25	19.5	24.10
6	Mas	22.2	14.3	19.5	18.67
7	Raja	25	27.8	27.87	26.87
8	awak	16.8	14.3	14.3	15.13

3.3 Hasil Pengujian Scaning Electron Miscroscop (SEM)



Gambar 2. (a).Pengujian Tarik Tertinggi, (B).Pengujian Tarik Terendah, (C). Pengujian Uji Impak Tertinggi (D). Pengujian Uji Impak Terendah

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengujian serta pembahasan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Tegangan tarik tertinggi komposit berpenguat serat pohon pisang susunan serat acak yaitu pada jenis pisang kepok dengan fraksi volume 85% : 15% sebesar 26.5 Mpa. Hal ini dikarenakan pisang kepok memiliki serat yang lebih rapat dan lebih mengikat dengan matriknya. Pisang kepok juga memiliki bentuk serat yang bulat dan pori-pori yang kecil, dimana ketika dilakukan uji tarik perubahan dimensi serat tidak begitu berpengaruh.
- b. Tegangan impak tertinggi berpenguat serat serat pohon pisang susunan secara acak yaitu pada jenis pisang kepok dengan fraksi volume 85% : 15% sebesar 28,7 KJ/mm². Hal ini dikarenakan pisang kepok memiliki serat yang lebih rapat dan lebih mengikat dengan matriknya. Pisang kepok juga memiliki bentuk serat yang bulat dan pori-pori yang kecil, dimana ketika dilakukan uji impak serat yang bulat dan pori-pori yang kecil membuat serat menjadi ulet yang menyebabkan kekuatan impak mejadi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Brett, C.S. & Adas, R., *Industrial Fibres: Recent and Current Developments.Proceedings of the Symposium on Natural Fibres*, pp.71-82. 2009.
- Asroni, Sulis Dri Handono, “Kaji Eksperimen Variasi Jenis Serat Batang Pisang Untuk Bahan Komposit Terhadap Kekuatan Mekanik”, *Jurnal Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 7, No. 2, 2018.
- Rahbini, Heryanto Budiono Soemardi, Sarjiyana, “Analisis Campuran Serat Pelepah Tangkai Pisang Kepok Dengan Resin Katalis Terhadap Kekuatan Tarik”, *Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 3, No. 2, 2017.
- Randa, Alimin Mahyudin, “Pengaruh Persentase Serat Pelepah Pisang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen-Foam agent”, *Jurnal Fisika Unand* Vol. 8, No. 1, 2019.
- Supraptiningsih, “Pengaruh Serbuk Serat Batang Pisang Sebagai Filler Terhadap Sifat Mekanis Komposit Pvc – Caco³”, Vol. 28, No.2, 2012.

Andy Tri Yakmaka, “ Pengaruh Komposisi Serat Pelepah Pisang Dan Arang Kulit Singkong Terhadap Pengujian Impak Serta Absorpsi Air Pada Komposit Bermatrik Efoksi ”, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2019.



PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID PADA POMPA AIR UNTUK TANAMAN HIDROPONIK

Lilik Ade Putri¹, Muhammad Hafiz², Nofriyani³, Zanu Saputra⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: lilikadep@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di sektor pertanian dapat menggunakan hidroponik sistem DFT. Tetapi sistem hidroponik ini sangat banyak menggunakan energi listrik hal ini disebabkan penggunaan pompa selama 24 jam. Salah satu cara untuk efisiensi energi listriknya, maka digunakan penggabungan dua sumber energi yaitu PLN dan PLTS yang disebut dengan sistem hybrid. Tujuan dari alat ini adalah untuk mendapatkan hasil analisa perbandingan efisiensi antara PLN dan PLTS (hybrid) dengan menampilkan penggunaan daya dan biaya pada sistem tersebut. Pada alat ini yang dilakukan adalah membuat sistem kontrol, memonitoring pengisian baterai dan pengosongan baterai oleh sensor tegangan dan sensor arus yang dikontrol arduino ATmega 2560 dan memonitoring penggunaan daya pada pompa AC oleh sensor Pzem. Pada penelitian ini sistem hybrid dari PLTS akan berganti ke PLN secara otomatis ketika baterai sudah dibawah tegangan 11,7 V dan akan berganti ke dari PLN ke PLTS ketika tegangan baterai sudah mencapai 13 V. Hasil data dari sistem hybrid ini didapatkan efisiensi daya sebesar 42.96% penggunaan PLN untuk perhari (24 jam). Dari hasil perbandingan sistem PLN dengan sistem hybrid yang menggunakan pompa AC, didapatkan penghematan efisiensi biaya sebesar Rp 213.6 rupiah untuk pemakaian selama satu hari

Kata Kunci: Sensor, Baterai, Pompa AC, Panel Surya, Arduino Atmega 2560

ABSTRACT

Technological developments in the agricultural sector can use the DFT hydroponic system. But this hydroponic system uses a lot of electrical energy, this is due to the use of a pump for 24 hours. One way to increase electrical energy efficiency is to combine two energy sources, namely PLN and PLTS, which is called a hybrid system. The purpose of this tool is to obtain the results of an efficiency comparison analysis between PLN and PLTS (hybrid) by displaying the power usage and costs of the system. In this tool, what is done is to make a control system, monitor battery charging and battery discharge by voltage sensors and current sensors controlled by Arduino ATmega 2560 and monitoring power usage on AC pumps by Pzem sensors. In this study the hybrid system from PLTS will switch to PLN automatically when the battery is under 11.7 V voltage and will change to from PLN to PLTS when the battery voltage has reached 13 V. The results of the data from this hybrid system obtained a power efficiency of 42.96% PLN usage per

day (24 hours). From the comparison of the PLN system with a hybrid system that uses an AC pump, a cost efficiency savings of IDR 213.6 rupiah is obtained for one day use.

Keywords: Sensor, Battery, AC Pump, Solar Panel, Arduino Atmega 2560

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Sektor pertanian sebagai sumber penghasilan bagi beberapa masyarakat, salah satu cara lain untuk memanfaatkan lahan sempit sebagai usaha untuk mengembangkan hasil pertanian, yaitu dengan cara bercocok tanam secara hidroponik. Pada penelitian kali ini menggunakan sistem hidroponik dengan metode *Deep Flow Technique* (DFT) (Roidah, 2014). Prinsip kerja dari metode ini yaitu mensirkulasikan larutan nutrisi tanaman secara terus menerus selama 24 jam menggunakan pompa (Ningrum dkk., 2014). Oleh karena itu pompa akan terus hidup, sehingga biaya listrik cukup tinggi, untuk menghemat kebutuhan pemakaian energi listrik pada tanaman hidroponik. Salah satu cara yang digunakan adalah penggunaan sistem hybrid pada tanaman hidroponik.

Penelitian yang dilakukan oleh (Arota dkk., 2013), membuat rancangan sistem pembangkit listrik hibrida (energi angin dan matahari) menggunakan *software* HOMER dengan hasil menunjukkan potensi radiasi matahari yaitu sebesar 8,073 kwh/m² setiap hari dan potensi energi angin sebesar 2,3 m/s. Penelitian yang dilakukan (Putri dan Koenhardono, 2016), membuat rancang sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) pada kapal tanker dengan hasil penggunaan sistem pembangkit listrik hybrid adalah sangat prospektif untuk diterapkan di kapal-kapal. Hal ini dikarenakan lifetime kapal mencapai 20 tahun, sedangkan BEP (Break Even Point) terjadi kurang dari 4 tahun. Penelitian yang dilakukan oleh (Kanata, 2015) yang membuat Kajian Pembangkit Hybrid Renewable Energi Menuju Desa Mandiri Energi Di Kabupaten Bone-Bolango menghasilkan 4 macam permodelan pembangkit hybrid berbasis energi terbarukan yaitu konfigurasi sistem hybrid surya-biomassa, konfigurasi sistem hybrid surya-biomassa-mikrohidro, konfigurasi sistem hybrid biomassa-mikrohidro dan konfigurasi sistem hybrid surya-mikrohidro. Berdasarkan dari penelitian-penelitian yang ada dan kendala yang dialami disini timbul ide untuk membuat suatu alat yang ramah lingkungan dan meningkatkan sistem yang telah ada sebelumnya yaitu dengan merancang sistem pembangkit listrik tenaga hybrid pada pompa air untuk tanaman hidroponik sebagai penghemat dalam penggunaan pompa air untuk mengurangi konsumsi energi listrik.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana membuat sistem pembangkit tenaga hybrid dan berapa daya yang dibutuhkan untuk sistem pembangkit tenaga hybrid dengan PLN pada tanaman hidroponik.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil analisa perbedaan penggunaan daya dan biaya bisa lebih hemat dibandingkan dengan menggunakan PLN secara keseluruhan.

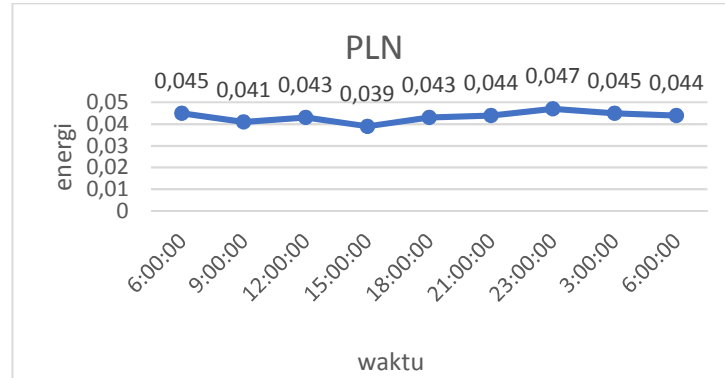
kerangkaian *inverter* difungsikan untuk mengkonversi sinyal DC ke AC untuk selanjutnya menghidupkan pompa air. Jika sudah maka sistem pengecasan akan berganti ke sistem pemakaian kembali, apabila tegangan dan arus belum terpenuhi untuk menghidupkan pompa air, maka akan dilakukan pengecasan aki kembali.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- Pengambilan data pemakaian Pompa AC dengan PLN selama 24 jam
Pengambilan data ini untuk mendapatkan nilai tegangan, arus, daya dan biaya dapat dilihat pada gambar tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Pemakaian pompa dengan PLN

Durasi Waktu	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (Watt)	Energy (Kwh)
05:00 - 06:00	232.1	0.14	16.7	0.045
08:00 - 09:00	231.8	0.13	15.7	0.041
11:00 - 12:00	232.1	0.13	15.8	0.043
14:00 - 15:00	232.5	0.13	15.7	0.039
17:00 - 18:00	231.7	0.13	15.8	0.043
20:00 - 21:00	233.3	0.14	15.7	0.044
22:00 - 23:00	234.6	0.14	15.8	0.047
02:00 - 03:00	235.2	0.13	15.7	0.045
05:00 - 06:00	229.2	0.13	15.8	0.044
Total Pemakaian			143	0.391



Gambar 2. Penggunaan sistem PLN

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa pengujian menggunakan PLN berlangsung selama 24 jam dengan perbandingan 2:1 sehingga pompa akan hidup setiap 2 jam sekali, selama 1 jam, maka didapatkan penggunaan pompa selama hanya 9 jam pemakaian. Pada pengujian ini menggunakan beban pompa AC sebesar 20 Watt. Energi (KWH) yang dihasilkan dalam sehari sebesar 0.391 KWH dengan rata-rata setiap pemakaian perjam sebesar 0.043 KWH.

Berikut ini adalah Perhitungan biaya per-KWH

sebagai berikut: Rumus perhitungan *error*, dimana:

Biaya = Energi x Harga KWH

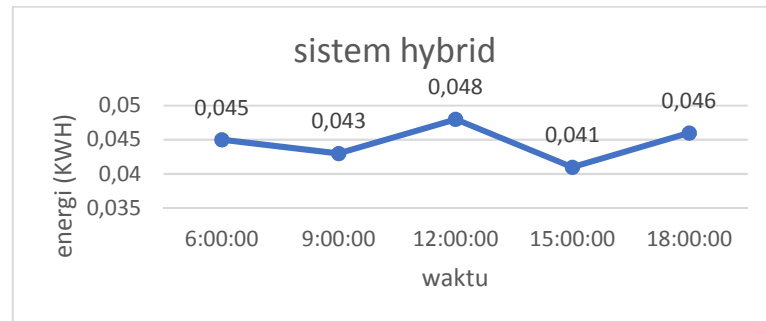
Penggunaan biaya selama 24 jam = 0.391 x 1.352/kwh

= Rp 528.60-

- Pengambilan data pemakaian pompa AC dengan sistem kontrol
Pengambilan data menggunakan sistem kontrol *hybrid*. Pengambilan data ini untuk mendapatkan nilai tegangan, arus, daya dan biaya. Data dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Data pemakaian pompa AC sistem hybrid

PLN Durasi Waktu	Tegangan (V)	Arus (mA)	...Daya (Watt)	Energy (Kwh)
05:00 - 06:00	232.1	0.14	16.7	0.045
08:00 - 09:00	231.9	0.13	15.8	0.043
11:00 - 12:00	232.5	0.13	15.8	0.048
14:00 - 15:00	232.1	0.13	15.8	0.041
17:00 - 18:00	232.3	0.134167	15.8	0.046
Total Pemakaian			79.9	0.223
AKI				
20:00 - 21:00	214.3	0.17	16.2	0.048
22:00 - 23:00	214.7	0.19	20.4	0.051
02:00 - 03:00	214.7	0.19	20.9	0.046
05:00 - 06:00	215.7	0.16	15.6	0.047
Total Pemakaian			73.1	0.192



Gambar 3. Menggunakan sistem Hybrid

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa pengujian penggunaan pompa sama saja dengan menggunakan sistem PLN hanya saja mendapatkan pembagian penggunaan PLN selama 5 jam yaitu dari pukul 06:00 WIB hingga pukul 17:00 WIB dan PLTS selama 4 jam yaitu dari pukul 18:00 WIB hingga pukul 05:00 WIB , penggunaan PLN selama 5 jam ini menghasilkan energi (KWH) sebesar 223 KWH. Dengan sistem kontrol hybrid ini, maka PLTS akan berganti ke PLN secara otomatis ketika baterai (AKI) sudah dibawah tegangan 11.7 V, dan akan berganti dari PLN akan berganti ke PLTS ketika tegangan baterai (AKI) sudah mencapai 13 V. Waktu untuk pengecasan AKI selama 5-6 jam pada siang hari, sistem hybrid berjalan dengan penggunaan siang hari menggunakan PLN dan pada malam hari menggunakan AKI. Penggunaan AKI selama 4 jam ini disebabkan pada inverter memiliki tegangan drop sebesar 11,77 V dengan tegangan maksimal AKI sebesar

13 V. Dalam penggunaan sistem pembangkit tenaga hybrid ini menggunakan AKI 12V/15aH, dimana untuk mendapatkan daya AKI maka tegangan 12V dikalikan kapasitas Aki 15aH di dapat daya sebesar 180 watt, untuk mecegah kerusakan maka AKI dibatasi pemakaian sebesar 80% . Berikut perhitungan penggunaan biaya dengan menggunakan sistem hybrid:

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan biaya selama 24 jam} &= 0.223 \times 1.352/\text{kwh} \\ &= \text{Rp } 315,00.- \end{aligned}$$

Berikut perhitungan *persentase* penghematan daya yang didapat :

$$\text{Penghematan daya} = \left| \frac{\text{PLN}-\text{sistem hybrid}}{\text{PLN}} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Penghematan daya} = \left| \frac{0,391-0,223}{0,391} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Penghematan daya} = 42.96\%$$

$$\text{Total penggunaan biaya selama 24 jam dengan PLN} = \text{Rp } 528.60-$$

$$\text{Total penggunaan biaya selama 24 jam dengan sistem } hybrid = \text{Rp } 315.00-$$

$$\text{Selisih biaya antara sistem PLN dan sistem hybrid selama 24 jam} = \text{Rp } 213.60-$$

Jadi, dari data yang didapat dan perhitungan menunjukan bahwa sistem *hybrid* pada pompa air dapat menghemat daya sebanyak 42.96% dan menghemat biaya konsumsi listrik sebanyak Rp 213.60 rupiah selama satu hari.

Dalam penggunaan sistem pembangkit tenaga hybrid ini terdapat kendala dalam AKI terhadap beban yang digunakan dikarenakan pada *inverter* memiliki tegangan *drop* penyebab turunnya tegangan *output* bisa disebabkan dalam pemilihan *inverter*. *Output* dari *inverter* yang digunakan dalam penelitian ini yakni *Modified sine wave* dengan bentuk gelombang *square wave* dimana tegangan *drop* pada aki lebih tinggi sehingga *output* pun menjadi tidak stabil.

4. KESIMPULAN

- 1) Dengan sistem kontrol hybrid ini, maka PLTS akan berganti ke PLN secara otomatis dengan waktu yang telah ditentukan yakni dengan perbandingan waktu 2:1 dimana 2 jam pompa mati dan 1 jam pompa menyala dan ketika baterai (AKI) sudah dibawah dibawah tegangan 11.7 V, dan akan berganti dari PLN akan berganti ke PLTS ketika tegangan baterai (AKI) sudah mencapai 13 V.
- 2) Dengan menggunakan sistem kontrol hybrid ini, maka efesiensi dari penghematan biaya PLN sebesar 42.96% dengan biaya sebesar Rp 213.60 rupiah untuk pemakaian selama satu hari.
- 3) Dalam penelitian ini *inverter* yakni *Modified sine wave* dengan bentuk gelombang *square wave* dimana tegangan *drop* pada aki lebih tinggi sehingga *output* pun menjadi tidak stabil

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, kepada Ibu Nofriyani dan Bapak Zanu Saputra selaku dosen pendamping, serta pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan artikel ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Arota, A. S., H. S. Kolibu, dan B. M. Lumi. 2013. Perancangan sistem pembangkit listrik hibrida (energi angin dan matahari) menggunakan hybrid optimization model for electric renewables (homer). *Jurnal MIPA*. 2(2):145.
- Kanata, S. 2015. Kajian ekonomis pembangkit hybrid renewable energi menuju desa mandiri energi di kabupaten bone-bolango. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. 11(2)
- Ningrum, D. Y., S. Triyono, dan A. Tusi. 2014. Pengaruh lama aerasi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*brassica juncea* l.) pada hidroponik dft (deep flow technique). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 3(1):83–90.
- Putri, D. P. dan E. S. Koenhardono. 2016. Perencanaan sistem pembangkit listrik hybrid (sel surya dan diesel generator) pada kapal tanker. *Jurnal Teknik ITS*. 5(2):394–399.
- Roidah, I. S. 2014. Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. 1(2):43–50.



OPTIMASI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES *DRILLING*
BAJA SKD 11 PADA CNC *MILLING* MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI

Muhamad Fikri Burli¹, Eko Yudo², Nanda Pranandita³
^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: m.fikri.burli@gmail.com

ABSTRAK

Pada proses pemesinan, penentuan setting variabel proses yang tepat untuk mencapai respon yang optimum penting dilakukan secara efektif. Baja SKD 11 adalah salah satu jenis baja perkakas, yang biasanya digunakan sebagai alat pemotong (cutting tool), punch dan dies pada proses pemesinan. Karena itu, komponen mesin yang diproduksi dengan baja SKD 11 diharapkan memiliki kekasaran permukaan yang baik. Kekasaran permukaan merupakan karakteristik kinerja pemesinan pada proses drilling yang umumnya dijadikan respon. Penelitian ini akan mengoptimasi kekasaran permukaan menggunakan kombinasi variabel proses putaran spindle, feed rate dan pelumasan. Metode yang digunakan adalah metode Taguchi. Berdasarkan hasil optimasi yang telah divalidasi pada percobaan konfirmasi, kombinasi variabel proses pada proses drilling SKD 11 yang dapat menghasilkan nilai respon terbaik adalah putaran spindle 1600 rpm, feed rate 0,140 mm/menit, dan pelumasan jenis dromus dengan rata-rata kekasaran permukaan sebesar 0,829 μm .

Kata Kunci: drilling, kekasaran permukaan, Taguchi, SKD 11, CNC

ABSTRACT

In the machining process, it is important to determine the appropriate process variable settings to achieve the optimum response. SKD 11 steel is one type of tool steel, which is usually used as a cutting tool, punch and dies in the machining process. Therefore, machine components manufactured with SKD 11 steel are expected to have good surface roughness. Surface roughness is a characteristic of machining performance in the drilling process which is generally used as a response. This research will optimize the surface roughness using a combination of process variables spindle rotation, feed rate and lubricants. The method used is the Taguchi method. Based on the optimization results that have been validated in the confirmation experiment, the combination of process variables in the SKD 11 drilling process that can produce the best response values is spindle rotation of 1600 rpm, feed rate of 0.140 mm/minute, and lubricant type is dromus with an average surface roughness of 0.829 μm .

Keywords: drilling, surface roughness, Taguchi, SKD 11, CNC

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur saat ini mengalami perkembangan sangat pesat. Hal ini menyebabkan industri manufaktur dituntut untuk dapat menghasilkan suatu produk dengan waktu yang cepat, biaya yang serendah mungkin, tetapi memiliki kualitas yang baik. Untuk memenuhi tuntutan tersebut maka penggunaan mesin dengan teknologi *Computer Numerical Control* (CNC) sangat disarankan karena keunggulannya dibandingkan mesin konvensional (Nasr & Kamrani, 2007). Banyak proses pemesinan yang dapat dilakukan pada mesin CNC, salah satunya adalah proses *drilling* (Rahman et al., 2017). Proses *drilling* digunakan untuk pembuatan lubang bulat. Pembuatan lubang *drill* pada benda kerja pejal adalah suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. (Widarto, 2008).

Beberapa penelitian tentang pengaruh variabel proses telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pada proses *drilling*. Penelitian tentang akurasi lubang bor hasil proses pengeboran pada material SKD 11. Pada semua respon terlihat bahwa penggunaan *carbide drill* mampu memberikan hasil yang lebih baik dalam operasi pengeboran pada material SKD 11 bila dibandingkan dengan penggunaan HSS *drill*. Begitu juga pengoperasian laju pemakanan (*feed rate*) yang lebih rendah pada semua jenis perkakas potong (*cutting tool*) dapat memberikan kinerja pemotongan yang lebih diinginkan (Ndaruhadi & Santosa, 2015).

Penelitian tentang respon kekasaran permukaan dan laju pelepasan material menggunakan metode Taguchi, dengan parameter kecepatan potong: 80 mm/menit, 100 m/menit, 120 m/menit, 140 m/menit dan pemakanan: 0,14 mm/put, 0,15 mm/put, 0,16 mm/put. Parameter pemotongan yang mempengaruhi kekasaran minimum yang dapat dicapai metode Taguchi dalam penelitian ini adalah kecepatan potong pada level 1 yaitu 80 m/menit dan besar pemakanan pada level 2 yaitu 0.15 mm/putaran (Syahbuddin & Santoso, 2018).

Dari pembahasan di atas menunjukkan bahwa aspek-aspek seperti parameter pemotongan, jenis alat potong, jenis material, dan jenis pelumasan memiliki pengaruh terhadap kualitas lubang *drill*. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang penentuan *setting* parameter pada proses *drilling* untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang optimal dengan menggunakan metode Taguchi.

2. METODE

2.1. Rancangan Percobaan

Pada penelitian ini dipilih rancangan percobaan berdasarkan metode Taguchi. Metode Taguchi merupakan suatu metodologi dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. (Soejanto, 2009).

Adapun langkah-langkah penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Penentuan kualitas karakteristik

Hasil kekasaran permukaan yang baik adalah yang terendah. Oleh karena itu, *smaller the better* dipilih sebagai karakteristik kualitas pada penelitian ini. Rasio S/N untuk karakteristik ini dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut (Soejanto, 2009):

$$S/N = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} \right] \quad (1)$$

b. Penentuan variabel proses dan variabel gangguan

Variabel proses yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi putaran *spindle*, variasi *feed rate*, variasi jenis lubrikan. Untuk variabel gangguan (*noise*) pada penelitian ini adalah lokasi pengukuran kekasaran permukaan benda uji.

c. Penentuan nilai variabel proses dan jumlah level

Nilai variabel proses pada penelitian ini adalah tiga nilai variabel proses yaitu variasi putaran *spindle*, variasi *feed rate*, dan variasi jenis lubrikan yang masing-masing variabel proses memiliki tiga level percobaan.

d. Pemilihan matriks ortogonal

Untuk menentukan matriks ortogonal yang digunakan dilakukan perhitungan derajat kebebasan. Adapun perhitungan total derajat kebebasan dapat dilihat pada Tabel 1.

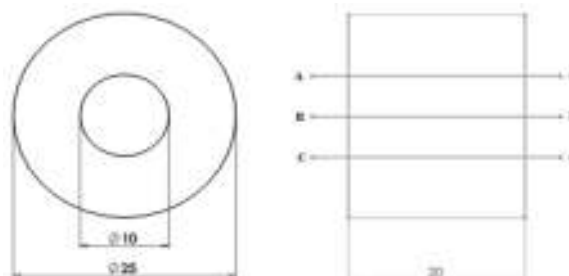
Tabel 1. Perhitungan Total Derajat Kebebasan

No	Variabel proses	Jumlah level (k)	Derajat kebebasan (k-1)
1	Putaran <i>spindle</i>	3	2
2	<i>Feed rate</i>	3	2
3	Lubrikan	3	2
Total derajat kebebasan			6

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa total derajat kebebasan variabel proses dan level yang digunakan adalah enam. Oleh karena itu, sesuai dengan pilihan yang tersedia, matriks ortogonal $L_9 (3^3)$ memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai rancangan percobaan. Percobaan dilakukan secara acak menggunakan fasilitas randomisasi bilangan melalui bantuan perangkat lunak. Percobaan direplikasi sebanyak tiga kali untuk mengatasi pengaruh gangguan (*noise*) terhadap hasil penelitian.

e. Prosedur percobaan

Prosedur percobaan terbagi menjadi dua proses yaitu proses *drilling* benda kerja menggunakan mesin cnc *milling* MORI SEIKI MV-40M dan proses pengukuran kekasaran permukaan benda kerja. Untuk setiap benda kerja dilakukan pengukuran pada tiga titik pengukuran, yaitu titik A, B, dan C. Gambar titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik pengukuran uji kekasaran

f. Metode analisis

Metode analisis yang digunakan adalah *Analysis of variance* (ANOVA). *Analysis of variance* (ANOVA) pada metode Taguchi digunakan sebagai metode statistik untuk menginterpretasikan data-data hasil percobaan. ANOVA yang

digunakan dalam hasil eksperimen dengan metode Taguchi pada umumnya adalah ANOVA dua arah. ANOVA dua arah adalah data percobaan yang terdiri dari dua level atau lebih dan dua faktor atau lebih (Soejanto, 2009). Berikut beberapa persamaan yang digunakan dalam perhitungan ANOVA.

1) Jumlah kuadrat (*sum of square*)

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A_1}} + \frac{A_2^2}{n_{A_1}} + \frac{A_3^2}{n_{A_2}} \dots \frac{A_n^2}{n_{A_3}} - \frac{T^2}{N} \quad (2)$$

2) Derajat kebebasan (*degree of freedom*)

$$V_a = \text{Banyak level pada faktor A} - 1 \quad (3)$$

3) Rata-rata kuadrat (*mean square*)

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} \quad (4)$$

4) Nilai F

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_e} \quad (5)$$

5) Perhitungan SS'

$$SS'_A \equiv SS_A - v_A \times MS_e \quad (6)$$

6) Persen Kontribusi

$$\rho = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100\% \quad (7)$$

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Mesin CNC

Mesin CNC *Milling* yang digunakan pada penelitian ini adalah MORI SEIKI MV-40M. Dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:

Merek : MORI SEIKI MV-40M

Dimensi Meja : 900×450 mm

Putaran *Spindle*, maks : 8000 Rpm

b. Pahat *drill*

Pahat *drill carbide* berfungsi sebagai alat untuk melubangi material SKD 11. Spesifikasi mata bor *carbide* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Merek : YG-1

Tipe : DHD424100

Coating : TiAlN

Diameter *drill* : 10 mm

c. Alat ukur kekasaran (*Surface roughness tester*)

Kekasaran permukaan benda kerja dapat diukur menggunakan alat yang biasa disebut *surface roughness tester*.



Gambar 2. Alat uji kekasaran

d. Bahan Penelitian

Material atau benda kerja yang digunakan adalah baja SKD 11 dengan ukuran diameter 25 mm dan panjang 20 mm. Bentuk gambar kerja ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Benda kerja SKD 11

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

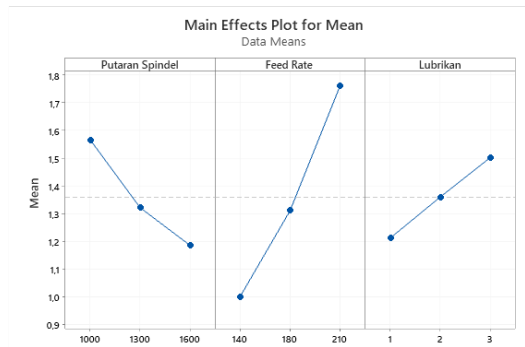
Pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara mengkombinasikan variabel-variabel proses yang terdapat pada mesin CNC *Milling* MORI SEIKI MV-40M. Data hasil percobaan secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil percobaan

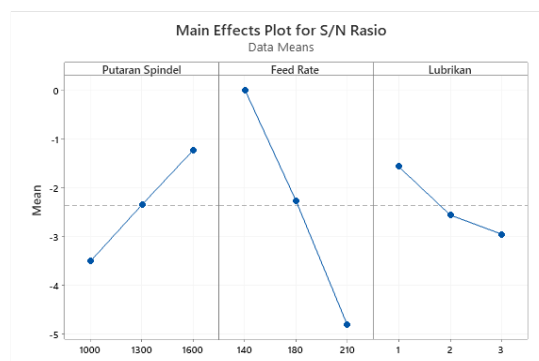
Eksp.	Replikasi			<i>Mean</i>	<i>SNR</i>
	Ra1	Ra2	Ra3	Ra	
1	0,981	1,146	1,043	1,057	-0,4967
2	1,444	1,415	1,463	1,441	-3,1721
3	2,260	2,343	1,994	2,199	-6,8644
4	0,895	1,041	1,215	1,050	-0,4934
5	1,429	1,395	1,414	1,413	-3,0012
6	1,579	1,302	1,619	1,500	-3,5600
7	0,841	0,937	0,894	0,891	0,9973
8	1,090	1,033	1,111	1,078	-0,6564
9	1,582	1,490	1,690	1,578	-4,0249
	Rata-rata			1,357	-2,3635

3.1. Pengaruh Level dari Faktor Terhadap Rata-rata Kekasaran Permukaan dan Rasio S/N

Untuk mengetahui besar pengaruh tiap faktor terhadap rata-rata kekasaran permukaan dan rasio S/N, maka dilakukan perhitungan sesuai dengan data respon kekasaran permukaan yang diperoleh dari pengujian kekasaran permukaan. Sehingga didapat grafik respon rata-rata kekasaran permukaan yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan grafik respon rasio S/N yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Plot rata-rata untuk kekasaran permukaan



Gambar 5. Plot rasio S/N untuk kekasaran permukaan

3.2. ANOVA

Analisis Variansi (ANOVA) bertujuan untuk mencari besarnya pengaruh dari setiap parameter kendali terhadap suatu proses.

Tabel 3. ANOVA dari Rata-rata Kekasaran Permukaan

Variabel Proses	DF	SS	MS	%Kontribusi	P _{Value}
Kecepatan putaran <i>spindle</i>	2	0,2229	0,1115	17,53	0,155
<i>Feed rate</i>	2	0,8823	0,4411	69,38	0,044
Lubrikan	2	0,1256	0,0628	9,88	0,246
<i>Error</i>	2	0,0410	0,0205	3,22	
Total	8	1,2718		100	

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa faktor B (*Feed rate*) memiliki kontribusi terbesar terhadap rata-rata kekasaran permukaan benda kerja, yaitu sebesar 69,38%. Sedangkan faktor C (Lubrikan) memiliki kontribusi terkecil terhadap rata-rata kekasaran permukaan yaitu sebesar 9,88%.

Tabel 4. ANOVA dari Rasio S/N

Variabel Proses	DF	SS	MS	%Kontribusi	P _{Value}
Kecepatan putaran <i>spindle</i>	2	7,8192	3,9096	16,74	0,109
<i>Feed rate</i>	2	34,8658	17,4329	74,66	0,027
Lubrikan	2	3,0575	1,5287	6,55	0,239
<i>Error</i>	2	0,9593	0,4797	2,05	
Total	8	46,7018		100	

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa faktor B (*Feed rate*) memiliki kontribusi terbesar terhadap rasio S/N, yaitu sebesar 74,66%. Sedangkan faktor C (Lubrikan) memiliki kontribusi terkecil terhadap rasio S/N yaitu sebesar 6,55%.

3.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada analisa sebelumnya, maka diketahui kombinasi faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata dan rasio S/N kekasaran permukaan adalah sama yaitu kecepatan putaran *spindle* 1600 rpm, *feed rate* 140 mm/menit, dan lubrikan jenis dromus.

Dari hasil perhitungan interval kepercayaan pada tingkat kepercayaan 95% untuk eksperimen awal kemudian dibandingkan dengan interval kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi berada pada interval kepercayaan eksperimen Taguchi. Interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi hasil pengukuran permukaan benda kerja

Respon (Kekasaran Permukaan)		Prediksi	Optimasi
Eksperimen Kombinasi Awal	Rata-rata (μm)	1,290	$1,290 \pm 0,433$
	Rasio S/N (dB)	-2,212	$-2,212 \pm 2,046$
Eksperimen Taguchi	Rata-rata (μm)	0,891	$0,6816 \pm 3,186$
	Rasio S/N (dB)	0,997	$1,9303 \pm 1,5372$
Eksperimen Konfirmasi Optimum	Rata-rata (μm)	0,829	$0,829 \pm 0,433$
	Rasio S/N (dB)	1,621	$1,621 \pm 2,046$

Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan kekasaran permukaan yang tertera pada Tabel 5, yaitu eksperimen Taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami peningkatan pada rata-rata variabilitasnya (Rasio S/N). Dengan demikian kombinasi optimal faktor-faktor tersebut terbukti dapat meningkatkan kualitas kekasaran permukaan benda kerja.

Rata-rata kekasaran permukaan yaitu 0,829 berada diantara interval keyakinan rata-rata hasil prediksi (0,396 – 1,262). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *setting* kombinasi level variabel pada kondisi optimum yang telah didapat adalah valid.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, proses optimasi, percobaan konfirmasi dan analisis yang telah dilakukan, maka dari penelitian ini yang berjudul “Optimasi Kekasaran Permukaan Proses *Drilling* Baja SKD 11 pada *CNC Milling* Menggunakan Metode Taguchi” kombinasi variabel proses yang dapat menghasilkan nilai respon terbaik adalah putaran *spindle* 1600 rpm, *feed rate* 0,140 mm/menit, dan lubrikan yang digunakan jenis dromus dengan rata-rata kekasaran permukaan sebesar 0,829 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Nasr, E. A., & Kamrani, A. K. (2007). *Computer-based design and manufacturing: An information-based approach*. Springer, Boston, MA. <https://doi.org/10.1007/b101244>
- Ndaruhadi, P. W., & Santosa, B. (2015). Akurasi Lubang Bor Hasil Proses Pengeboran Pada Material SKD-11. *Prosiding SNIJA*, 191–195.
- Rahman, H. S., Rahmad, I. F., & Saleh, A. (2017). Perancangan Mesin Cnc (Computer Numericaly Control) Mini Plotter Berbasis Arduino. *IT Journal*, 5(2), 152–161. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22303/it.5.2.2017.152-161>
- Soejanto, I. (2009). Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi. In *Yogyakarta: Graha Ilmu*. Graha Ilmu.
- Syhabuddin, & Santoso, T. B. (2018). Optimasi Parameter Pemotongan Proses Drilling Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Laju Pelepasan Material Menggunakan Metode Taguchi. *Prosiding KITT (Konferensi Ilmiah Teknologi Texmaco)*, 1(1), 117–124.
- Widarto. (2008). *TEKNIK PEMESINAN JILID 2 SMK Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*.



KAJI EKSPERIMENTAL MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS PADA PENGUJIAN BALISTIK

Galindra Mutiara Rahmatullah¹, Boy Rollastin², Juanda³
^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
galindramutiara01@gmail.com

ABSTRAK

Tanaman nanas adalah salah satu tanaman yang unggul di Indonesia, nilai jual daun nanas dapat dikatakan tidak mempunyai nilai jual atau disebut sebagai limbah. Penggunaan material komposit dengan pengisi serat alam sudah semakin maju dan berkembang. Komposit merupakan material yang terbuat dari dua atau lebih material yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan komposit partikel yang tersusun dari epoxy dengan penguat berupa Hollow Glass Microsphere dan serat daun nanas. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan 3 ketebalan yaitu 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Hasil pengujian didapatkan bahwa spesimen tertembus proyektil dengan nilai kedalaman kerusakan setelah menembus spesimen berturut-turut yaitu 58 mm, 10 mm dan 4 mm. Dari hasil yang didapatkan, maka spesimen tidak aman digunakan karena kriteria kegagalan rompi anti peluru dari aspek penetrasi ialah penetrasi tidak boleh melebihi dari tebal rompi atau dapat dikatakan tidak boleh tembus.

Kata Kunci: hollow glass microsphere, komposit, rompi anti peluru, serat daun nanas, uji balistik

ABSTRACT

The pineapple plant is one of the most prominent plants in Indonesia, the value of the pineapple leaf could be said to have no sell or be called a waste. The use of composite materials with natural fiber filtering is growing. Composites are materials made up of two or more different materials. In this study used epoxy particle composites with doubles of the hollow glass microsphere and fibers of the pineapple leaves. In this research conducted a 3 thickness test of 10 mm, 15 mm, and 20 mm. The test results were obtained that projectile-pierced specimens with depth damage after penetrating the succeeding specimens of 58 mm, 10 mm and 4 mm. From the results is obtained, specimens were not safe to use because according the criteria for failure of bulletproof vest from the aspect of penetration is penetration should not exceed from thick vest or can be said sould not a translucent.

Keywords: bulletproof vest, ballistic, composite, hollow glass microsphere, pineapple leaf fiber.

1. PENDAHULUAN

Rompi anti-peluru adalah pakaian pelindung untuk meminimalkan cedera karena terkena peluru. Biasanya dipakai oleh personil militer dan polisi dalam tugas-tugas tertentu. Rompi ini melindungi pemakainya dengan menghentikan kecepatan peluru. Peluru berhenti sebelum memasuki tubuh manusia. Ketika rompi menahan penetrasi oleh peluru, dorongan peluru berkurang dengan menyebarkan momentum melalui tubuh. Pengguna masih akan merasakan energi kinetik dari peluru, yang dapat menyebabkan luka memar, bengkak atau internal yang sangat parah (Tata Niaga Internasional, 2013). Prinsip kerja rompi anti peluru adalah mengurangi energi kinetik sebanyak mungkin, batas maksimal penekanan tidak boleh lebih dari 4,4 cm (44mm) agar tidak membahayakan keselamatan jiwa (U.S. Department of Justice, 2001).

Bahan komposit adalah bahan gabungan yang terdiri dari dua atau lebih bahan dengan sifat mekanik berbeda. Kombinasi bahan ini bertujuan untuk mendapatkan bahan ketiga yang memiliki sifat makro-mekanis yang lebih baik. Sifat mekanik yang ditingkatkan dalam pembuatan material komposit antara lain : kekuatan, kekakuan, ketahanan aus, ketahanan korosi, *fatigue life*, ketahanan *thermal* dan ringan (Ashari, 2017). Tujuan dari penggunaan komposit adalah untuk mendapatkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya (Pulungan, 2017). Penggunaan material komposit dengan pengisi serat alam sudah semakin maju dan berkembang. Saat ini, persyaratan untuk teknologi ramah lingkungan, dapat didaur ulang, dan bahan yang dapat terurai secara alami. Salah satu bahan yang diharapkan untuk mencapai tujuan ini adalah bahan komposit yang terbuat dari bahan pengisi serat alami (Aji, et al., 2018).

Mengingat banyaknya tanaman yang mengandung serat terutama di Indonesia, banyak peneliti yang tertarik untuk menggunakan serat alami sebagai pengisi atau bahan penguat pada material komposit. Bahan komposit yang berasal dari serat alami tidak kalah dengan bahan komposit logam. Dalam pembuatan bahan komposit ilmiah, penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit adalah metode alternatif, di mana serat daun nanas dikenal karena kekuatannya seperti aluminium (Daulay, et al., 2014). Tanaman nanas adalah salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Produksi nanas di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Indonesia salah satu penghasil nanas terbanyak urutan ke-5 setelah Brasil, Thailand, Filipina dan China (Susanti, 2018). Berdasarkan dari data Badan Pusat Statistik, rata-rata di Indonesia produksi nanas adalah 1,8 juta ton/tahun (Badan Pusat Statistik (BPS), 2019). Melihat hasil tahunan tanaman nanas, daun nanas tentu memiliki potensi besar untuk menjadi limbah. Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua hingga tiga kali panen dan diganti dengan tanaman baru, sehingga limbah daun nanas akan terus ada dan memiliki cukup potensi untuk digunakan sebagai produk yang dapat memberikan nilai tambah (Supriyatna & Solihin, 2018).

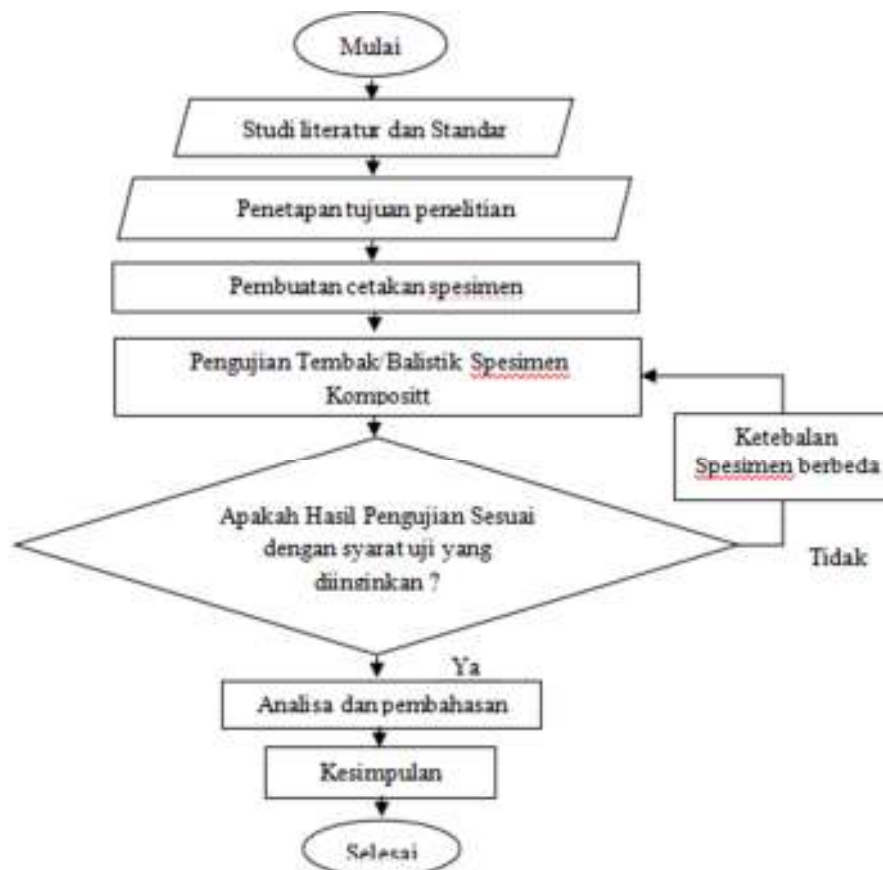
Anhar Pulungan, melakukan investigasi mengenai penyerapan energi impak dan mereduksi bobot pada rompi anti peluru oleh beban balistik impak proyektil yang menggunakan komposit partikel yang terbuat dari serat karbon dan HGM 16 % dengan matrix epoxy. Hasil penelitian didapatkan bahwa besar ketebalan dan bobot rompi anti peluru pada HGM dan serat karbon lebih kecil dibandingkan dengan Kevlar dan HGM dan rompi dengan ketebalan 20 mm dengan energi kinetik yang diteruskan ketubuh aman untuk digunakan (Pulungan, 2017). Syahrinal Anggi

D, dkk melakukan penelitian terhadap pemanfaatan serat daun nanas sebagai pengisi resin epoksi dengan tujuan menghasilkan bahan komposit yang memiliki sifat-sifat yang lebih baik, hasil yang didapatkan bahwa pengisi serat daun nanas mampu meningkatkan kekuatan bentur komposit (Daulay, et al., 2014). Abdurrachman Fiqri melakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan bending dan impact dari serat daun nanas dan serat ampas tebu untuk material kapal, berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa semakin besar volume serat daun nanas daripada serat tebu maka semakin besar kekuatan yang mempengaruhi hasil pengujian (Fiqri, et al., 2017).

Dari latar belakang yang sudah dipaparkan, maka pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen mengenai penggunaan serat daun nanas sebagai penguat material komposit yang dapat diaplikasikan pada *body vest* guna memanfaatkan limbah serat daun nanas agar memiliki nilai tambah dan juga mengetahui kekuatan dan karakteristik dari gabungan material tersebut.

2. METODE

Pada penelitian ini metode yang dilakukan menggunakan metode eksperimen. Adapun tahapan penelitian yang dijelaskan secara sederhana sesuai dengan diagram alir penelitian yaitu sebagai berikut :





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Standar Pengujian

Standar pengujian untuk alat uji menggunakan Standar NIJ Standard 01.01.06. Penelitian yang dilakukan menggunakan tipe III-A untuk *test ammunition* sebesar 9 mm FMJ, nominal *bullet mass* sebesar 8,0 g, minimum *required bullet* sebesar 365 m/s dan maksimum *depth of deformation* sebesar 44mm. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 Standart Pengujian NIJ Standard 0101.06

<i>BulletPro of Vest Type</i>	<i>Weapons</i>	<i>Test Variables</i>		<i>Performance Requirements</i>	
		<i>Test Ammunition</i>	<i>Nominal Bullet Mass</i>	<i>Minimum Required Bullet Velocity</i>	<i>Maximum Depth of Deformation</i>
II-A		9 mm FMJ RN	8,0 g (124 gr)	365 m/s	44 mm
		40 S&W FMJ	11,7 g (180 gr)	325 m/s	44 mm

Sumber : NIJ 0101.06

2.2 Alat dan bahan penelitian

1. Cetakan Spesimen
2. Timbangan Digital
3. Alat Bantu : Jangka sorong, penggaris, gunting, cutter, gergaji, gerinda, lem.
4. Serat Daun Nanas
5. *Hollow Glass Microsphere* (HGM)
6. Resin *Epoxy*
7. *Hardener*
8. Larutan *NaOH*
9. *Wax*
10. Serta peralatan dan bahan pendukung lainnya.

2.3 Pembuatan model spesimen uji

Pembuatan model spesimen pengujian menggunakan cetakan kaca dengan ukuran 15x15x2cm³. Variasi ketebalan spesimen yaitu 10mm, 15mm dan 20mm.



Gambar 2. Cetakan Spesimen

Prosedur pembuatan model spesimen uji adalah sebagai berikut :

1. Lakukan proses pemisahan atau pengambilan serat dari daun nanas, kemudian dicuci dan keringkan melalui sinar matahari.
2. Kemudian serat daun nanas direndam dengan NaOH 5% selama 2 jam untuk menghilangkan kotoran. Setelah itu dikeringkan pada suhu ruangan

3. Ukur serat daun nanas menggunakan timbangan digital. Timbangan digital terlebih dahulu dikalibrasi. Kemudian letakkan serat nanas kedalam cetakan dengan variasi susunan serat berlapis (vertikal-horizontal)
4. Setelah itu, ukur massa material yang akan digunakan lainnya seperti HGM, resin *epoxy*, hardener sesuai dengan hitungan yang telah dihitung sebelumnya menggunakan timbangan digital.
5. Kemudian lapiasi cetakan dengan *Wax* secara merata agar komposit tidak lengket atau mudah terlepas dari cetakan.
6. Lalu campurkan resin *epoxy* dan hardener serta *Hollow Glass Microsphere* (HGM) yang telah ditimbang ke dalam wadah yang lainnya sebelum dimasukkan ke dalam cetakan (mal). Kemudian bahan diaduk hingga merata ± 15 menit agar campuran merata serta mengurangi ruang kosong diantara material komposit.
7. Setelah selesai, campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan ratakan.
8. Campuran dibiarkan selama 24 jam untuk menjalani proses curing.
9. Lepas spesimen komposit dari cetakan.
10. Setelah proses *curing*, komposit diamati apakah terdapat cacat atau tidak. Apabila terdapat cacat, maka komposit tersebut tidak dapat digunakan. Maka harus dilakukan pembentukan komposit dari cetakan.

2.4 Pelaksanaan Uji Tembak

Pengujian tembak dilakukan di lapangan tembak MAKOSAT BRIMOB KEP. BANGKA BELITUNG menggunakan senjata api *Glock17* dan jenis peluru *FMJ*, 115grs 7.5g diameter 9 mm. Pengujian menggunakan jarak tembak sejauh 25 m.



Gambar 3. (a) senjata yang digunakan (b) pengujian tembak

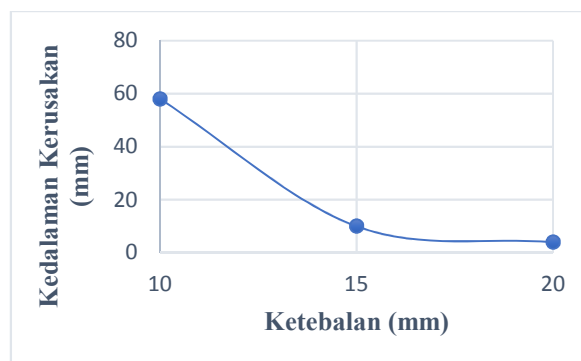
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian balistik untuk *body vest* level IIA dilakukan menggunakan senjata api kaliber 9 mm dengan jarak tembak 25 m.. Berdasarkan hasil dari pengujian balistik didapatkan hasil dari masing-masing variasi ketebalan dengan persentase rasio volume matrix dan serat yang sama yaitu serat nanas 10%, resin *epoxy* 74% dan HGM 16%. Pengujian balistik dilakukan dengan cara menembak 1 spesimen dengan ukuran berbeda masing-masing sebanyak 3 kali. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian balistik yang dilakukan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tembak

Ketebalan (mm)	Tampak Depan	Tampak Belakang	Kedalaman Kerusakan (mm)
10			58 mm
15			10 mm
20			4 mm

Kriteria kegagalan rompi anti peluru menurut standar NIJ 0101.06 dari aspek penetrasi ialah penetrasi proyektil tidak boleh melebihi dari ketebalan rompi atau dapat dikatakan tidak boleh tembus. Hasil pada spesimen dengan ketebalan 10 mm, 15 mm dan 20 mm disimpulkan mengalami kegagalan dikarenakan spesimen dapat ditembus *proyektil*. Kedalaman kerusakan pada spesimen 10 mm adalah 58 mm, spesimen 15 mm adalah 10 mm, dan 20 mm adalah 4 mm. Kegagalan dalam menahan proyektil dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi meliputi proses pencampuran antara HGM epoxy dan serat nanas yang menyebabkan spesimen kurang sempurna/cacat seperti terdapat void/gelembung dan kurang padatnya serat sehingga masih terdapat rongga. Prosedur pembuatan sangat berpengaruh untuk mendapatkan hasil yang homogen sehingga mendapatkan hasil mekanik yang diinginkan. Faktor eksternal yang mempengaruhi diantaranya adalah sudut penembakan, sifat mekanis peluru, bentuk peluru dan temperatur. Gambar 4 menunjukkan grafik kedalaman kerusakan dengan ketebalan berbeda.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian

Dilihat dari grafik hasil pengujian pada gambar 4, adanya peningkatan kekuatan seiring dengan bertambahnya ketebalan spesimen, dimana semakin tebal

spesimen maka kedalaman kerusakan semakin kecil. Hal ini berarti menunjukkan bahwa adanya pengaruh ketebalan spesimen terhadap kekuatan spesimen.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian eksperimen uji tembak atau balistik pada spesimen komposit HGM-Epoxy berpenguat serat daun nanas dengan ukuran cetakan $15 \times 15 \times 2 \text{ cm}^3$ dengan ketebalan 10 mm, 15 mm dan 20 mm didapatkan hasil bahwa peluru dapat menembus spesimen dengan nilai kedalaman kerusakan berturut-turut yaitu 58 mm, 10 mm dan 4 mm. Diamati dari kedalaman kerusakan, tebal spesimen mempengaruhi kekuatan spesimen, semakin tebal spesimen maka semakin kecil kerusakan yang terjadi. Namun dari kerusakan yang terjadi dapat disimpulkan bahwa spesimen tidak aman digunakan karena menurut standar NIJ 0101.06, kriteria kegagalan rompi anti peluru dari aspek penetrasi ialah penetrasi tidak boleh melebihi dari tebal rompi atau dapat dikatakan tidak boleh tembus. Kegagalan dalam menahan peluru dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal dan faktor eksternal seperti proses pencampuran material yang kurang baik sehingga menyebabkan, spesimen kurang padat atau rapat, faktor cuaca, sudut penembakan, sifat mekanis peluru, bentuk peluru dan juga temperatur peluru.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada DANKORBRIMOB dan Jajarannya yang sudah mengizinkan serta membantu penulis dalam mendapatkan hasil pengujian tembak di MAKOSAT BRIMOB Kep.Bangka Belitung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, T. A., Purwanto, H. & Respati, S. M. B., 2018. Pengaruh Ketebalan Komposit Matrik Resin dengan Penguat Kulit Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) yang dianyam terhadap kemampuan Balistik. *Jurnal Momentum*, pp. 75-79.
- Ashari, W., 2017. Aplikasi Kemampuan Rompi Anti Peluru Terbuat dari Epoxy-HGM-Carbon Fiber dalam Menahan Back Face Signature dan Energi Impact Akibat Proyektil. p. 7.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2019. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia*. s.l.:Badan Pusat Statistik/ BPS-Statistics Indonesia.
- Daulay, S. A., Wirathama, F. & Halimatuddahlia, 2014. Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Volume 3, pp. 13-14.
- Fiqri, A., Yudo, H. & Budiarto, U., 2017. Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (*Smooth Cayenne*) Dan Serat Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum L*) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Volume 5, p. 408.
- Pulungan, M. A., 2017. Analisis Kemampuan Rompi Anti Peluru yang Terbuat dari Komposit HGM - Epoxy dan Serat Karbon dalam Menyerap Energi Akibat Impak Peluru. *Jurnal Inotera*.
- Supriyatna, A. & Solihin, M. Y., 2018. Pengembangan Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas untuk Aplikasi Interior Mobil. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, Volume 8, p. 89.

- Susanti, D. N., 2018. Pengaruh Variasi Panjang Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik dan Impact Komposit Polyester-Serat Nanas. *Skripsi*, pp. 2-10.
- Tata Niaga Internasional, 2013. *Cara Kerja Rompi Anti Peluru*. [Online] Available at: <http://www.tni.co.id/2013/05/cara-kerja-rompi-anti-peluru.html>
- U.S. Department of Justice, 2001. *NIJ-0101.04*. Washington, DC: National Institute of Justice.



SISTEM PROTEKSI HUBUNG SINGKAT PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS ARDUINO

Raden Rizki Alkawesar¹, Khoiriah Sari², Surojo³, Yudhi⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
sarikhairiah09@gmail.com

ABSTRAK

Seringnya penggunaan motor induksi tiga fasa di pabrik secara kontinu dapat menyebabkan motor mengalami gangguan. Salah satunya gangguan arus hubung singkat yang menyebabkan penurunan kecepatan pada motor dan meningkatkan suhu motor. Untuk mengatasi masalah tersebut, di rancanglah sistem proteksi yang melindungi motor dari arus hubung singkat pada fasa-netral. Sistem proteksi dirancang menggunakan sensor ACS712 30A sebagai pembaca arus hubung singkat dengan minimal pembacaan 2A dan maksimal 25A. Ketika hubung singkat terjadi, SSR 25DA akan memutuskan sumber dari rangkaian listrik. Hasil dari demonstrasi, di dapatkanlah nilai pengukuran arus hubung singkat sebesar 3.20A dan 2.22A dengan tahanan 56Ω dan 68Ω. Arus hubung singkat dengan tahanan 1.5Ω tidak terbaca oleh sensor ACS712 karena overload maka dari itu nilai arus hubung singkat didapat dari perhitungan sebesar 146.7A. Dari demonstrasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa tahanan pada resistor mempengaruhi nilai arus hubung singkat yang terbaca. Hal ini dibenarkan oleh Hukum Ohm yang berbunyi kuat arus listrik pada suatu beban listrik berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan.

Kata Kunci: Hubung Singkat, Fasa-Netral, Motor Induksi 3 Fasa, Sensor Arus ACS 712, Arduino Mega 2560

ABSTRACT

The frequent use of three-phase induction motors in the factory continuously can cause the motor to experience disturbances. One of them is a short circuit current that causes a decrease in motor speed and increases the motor temperature. To overcome this problem, a protection system is designed that protects the motor from short-circuit currents in phase-neutral. The protection system is designed using the ACS712 30A sensor as a short-circuit current reader with a minimum reading of 2A and a maximum of 25A. When a short circuit occurs, the SSR 25DA will disconnect the source from the mains circuit. The results of the demonstration, the short-circuit current measurement values are 3.20A and 2.22A with 56Ω and 68 resistance. The short-circuit current with a resistance of 1.5Ω is not read by the ACS712 sensor due to overload, therefore the short-circuit current value obtained from the calculation is 146.7A. From the demonstration, it can be concluded that the resistance on the resistor affects the short circuit current value that is read. This

is justified by Ohm's Law which reads that the electric current in an electric load is directly proportional to the voltage and inversely proportional to the resistance.

Keywords: Short Circuit, Phase-Neutral, Three-Phase Induction Motor, ACS 712 Current Sensor, Arduino Mega 2560

1. PENDAHULUAN

Penggunaan motor induksi tiga fasa dalam industri memiliki rentang waktu yang lama sehingga dapat menimbulkan kerusakan akibat dari penggunaan motor induksi (Anggriawan & Huda, 2018). Kerusakan isolasi belitan dan bearing merupakan jenis kerusakan yang sangat umum. Kerusakan tersebut tidak hanya menurunkan efisiensi kerja dari motor, melainkan bisa menimbulkan potensi bahaya untuk produksi yang berkelanjutan dan keamanan (Sufrianti & Hamzah, 2017).

Hubung singkat pada belitan menimbulkan penurunan jumlah belitan ekuivalen motor. Hal ini menyebabkan penurunan kecepatan dan meningkatnya panas pada inti karena penambahan rugi-rugi. Peningkatan panas pada inti motor membuat suhu belitan stator meningkat sehingga menyebabkan penurunan perkiraan umur isolasi belitan. Kegagalan isolasi pada belitan stator dapat menimbulkan tambahan hubung singkat pada belitan, tambahan kenaikan temperatur motor serta memperpendek umur isolasi belitan. Selanjutnya, akan menyebabkan kerusakan pada belitan yang berdekatan bahkan dapat menyebabkan motor gagal beroperasi (Putra, et al., 2015).

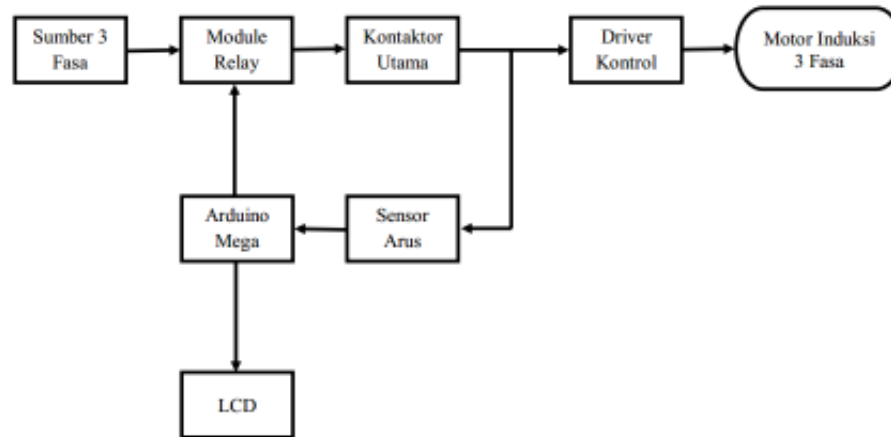
Salah satu cara yang dilakukan untuk mengatasi gangguan tersebut yaitu, melakukan analisis hubung singkat sebagai tahap awal untuk mengatasinya, sehingga sistem proteksi yang tepat pada sistem tenaga listrik dapat ditentukan (Mantara, et al., 2018). Jika hubung singkat tidak diproteksi maka akan merugikan industri karena motor induksi 3 fasa yang digunakan akan rusak dan membutuhkan biaya lebih untuk membeli baru. Salah satu cara untuk meminimalisir arus hubung singkat tersebut adalah dengan membuat sistem proteksi arus hubung singkat.

Oleh karena itu penulis membuat sistem proteksi hubung singkat pada motor induksi 3 fasa yang berbasis arduino untuk mengamankan motor dari arus hubung singkat agar penggunaan motor bisa bertahan lebih lama.

2. METODE

Metode penelitian ini meliputi perancangan alat, pengukuran alat dan pengujian alat.

2.1 Sistem proteksi dirancang menggunakan komponen SSR (*Solid State Relay*), kontaktor, Arduino Mega 2560, sensor arus ACS 712 dan LCD 20x4. Untuk gambar blok diagramnya dapat dilihat di bawah ini.



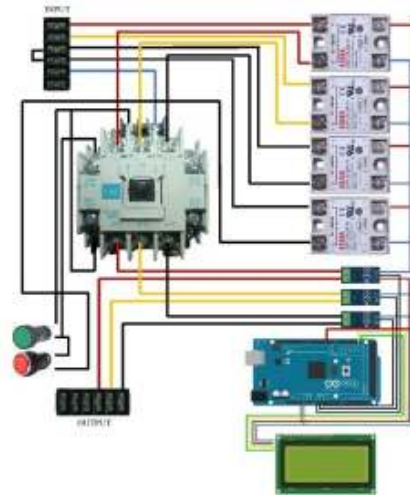
Gambar 1. Blok Diagram

Setelah selesai merancang alat proteksi hubung singkat maka tahap selanjutnya melakukan pengukuran arus normal dan tegangan antar fasa ke netral untuk mendapatkan nilai resistor simulasi hubung singkat. Jika nilai resistor telah didapatkan maka selanjutnya melakukan pengujian alat untuk mengetahui alat ini berfungsi dengan baik atau tidak dengan menguji sistem kontrol proteksi hubung singkat fasa ke netral dan tampilan arus normal dan arus gangguan hubung singkat pada LCD yang bisa ditampilkan atau tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

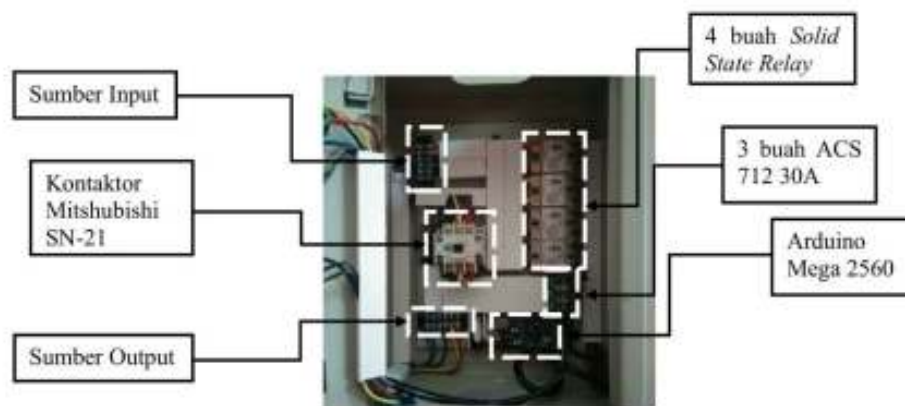
3.1 Pembuatan Rangkaian Utama

Pada rangkaian utama ini sebuah Arduino Mega 2560 digunakan untuk mengolah seluruh data nilai sensor, dimana sensor yang digunakan adalah sensor arus ACS 712 30A. Selain itu, proses kontrol memutus rangkaian sistem juga diatur oleh Arduino Mega 2560 dengan menggunakan komponen *Solid State Relay* 25A sebagai *switching* rangkaian sistem untuk memadamkan ketika gangguan hubung singkat terjadi. Untuk menampilkan data nilai arus normal dan nilai arus hubung singkat digunakan sebuah LCD 20x4 yang diletakan dibagian depan *box panel*. Komponen-komponen tersebut disambungkan ke Arduino Mega 2560 sebagai dari sistem utama pada penelitian ini. Setiap komponen memiliki jalur (PIN) tersendiri untuk disambungkan ke Arduino Mega 2560 dan harus sesuai ketika ditulis didalam program Arduino.



Gambar 2. Rangkaian Utama

Di bawah ini merupakan gambar pemasangan rangkaian utama ke dalam box panel dengan ukuran (40 x 30 x 19)cm. Berikut gambar dari pemasangan rangkaian utama ke dalam box panel.



Gambar 3. Rangkaian Utama yang Dimasukkan ke Box Panel

3.2 Pengujian Sistem Proteksi Secara Keseluruhan

Hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang sudah dirancang dan dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian kali ini akan dilakukan pada 3 jenis variasi resistor beban yang terdapat pada rangkaian pendukung. Berikut hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan:

3.2.1 Gangguan Arus Hubung Singkat Fasa-Netral Dengan Resistansi 1.5 Ω

Tabel 1. Arus Normal dan Arus Hubung Singkat dengan Resistansi 1.5Ω

Fasa	Pengukuran Arus		Perhitungan
	Arus Normal	Arus Hubung Singkat	Arus Hubung Singkat
R	1.09 A	Tidak Terbaca	146.7 A
S	1.01 A	Tidak Terbaca	146.7 A
T	1.17 A	Tidak Terbaca	146.7 A

Pada saat melakukan pengujian simulasi hubung singkat yang menggunakan resistor dengan resistansi 1.5Ω , hal yang terjadi adalah tampilan LCD dan rangkaian kontrol langsung padam sehingga nilai arus hubung singkat yang tertampil pada LCD tidak terbaca nilai apapun dikarenakan nilai arus hubung singkat dengan resistor 1.5Ω sangat besar senilai 146.7 A pada salah satu fasa. Hal ini dikarenakan sensor arus ACS 712 30A yang digunakan hanya bisa mengukur nilai arus dengan maksimal 30A . Dan nilai arus hubung singkat sebesar 146.7 A didapat dari perhitungan berikut:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{220\text{ V}}{1.5\ \Omega}$$

$$I = 146.7\text{ A}$$

Dimana :

I = Arus hubung singkat (Ampere)

V = Tegangan fasa-netral (Volt)

R = Tahanan pada simulasi hubung singkat (Ohm)

Maka dari itu alat tidak mampu membaca nilai arus sebesar 146.7 A karena alat sistem proteksi hanya mampu membaca arus sebesar 30 A .

3.2.2 Gangguan Arus Hubung Singkat Fasa-Netral Dengan Resistansi $56\ \Omega$

Tabel 2. Arus Normal dan Arus Hubung Singkat dengan Resistansi 56Ω

Fasa	Pengukuran Arus	
	Arus Normal	Arus Hubung Singkat
R	1.09 A	3.20 A
S	1.06 A	3.13 A
T	1.15 A	3.17 A

Pada saat melakukan pengujian simulasi hubung singkat yang menggunakan resistor dengan resistansi 56Ω , nilai arus yang terbaca pada sensor arus sebesar 3.13 A pada salah satu fasa. Untuk nilai perhitungannya didapatkan dengan perhitungan berikut:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{220\text{ V}}{56\ \Omega}$$

$$I = 3.9\text{ A}$$

Dimana :

I = Arus hubung singkat (Ampere)

V = Tegangan fasa-netral (Volt)

R = Tahanan pada simulasi hubung singkat (Ohm)

Dapat disimpulkan bahwa nilai arus hubung singkat dengan tahanan 56Ω masih bisa terbaca oleh alat, dikarenakan nilai arus hubung singkat yang terbaca dibawah kapasitas 30 A dari alat sistem proteksi.

3.2.3 Gangguan Arus Hubung Singkat Fasa-Netral Dengan Resistansi 68 Ω

Tabel 3. Arus Normal dan Arus Hubung Singkat dengan Resistansi 68Ω

Fasa	Pengukuran Arus	
	Arus Normal	Arus Hubung Singkat
R	1.02 A	2.22 A
S	1.01 A	2.03 A
T	1.06 A	2.15 A

Pada saat melakukan pengujian simulasi hubung singkat yang menggunakan resistor dengan resistansi 68Ω, nilai arus yang terbaca pada sensor arus sebesar 2.22 A pada salah satu fasa. Untuk nilai perhitungannya didapatkan dengan perhitungan berikut:

$$I = \frac{V}{R}$$
$$I = \frac{220 \text{ V}}{68 \Omega}$$
$$I = 3.2 \text{ A}$$

Dimana :

I = Arus hubung singkat (Ampere)

V = Tegangan fasa-netral (Volt)

R = Tahanan pada simulasi hubung singkat (Ohm)

Dari data arus hubung singkat dengan tahanan 1.5Ω, 56Ω dan 68Ω dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai tahanan hubung singkat maka semakin besar nilai arus hubung singkat yang terbaca oleh sensor arus ACS 712 30A.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan alat sistem proteksi hubung singkat pada motor induksi 3 fasa berbasis arduino serta berdasarkan hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa resistor yang digunakan pada rangkaian hubung singkat sangat mempengaruhi terhadap besarnya nilai arus hubung singkat yang terbaca. Rata-rata hasil pengukuran arus hubung singkat dengan sensor ACS712 adalah sebesar 2.3A dengan Solid State Relay 25DA yang mampu menahan muatan arus dengan maksimum 25A dan tegangan maksimum 380V, dengan pemrograman pada Arduino maka relay dapat aktif ketika rangkaian utama terdapat arus berlebih dengan pemrosesan ON dan OFF relay adalah 10ms. Untuk komponen utama dalam proses pemutusan rangkaian sistem proteksi hubung singkat pada motor induksi 3 fasa yaitu, komponen kontaktor, SSR, sensor arus ACS712 dan Arduino Mega.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung beserta pihak-pihak terkait yang telah memberikan fasilitas kepada kami untuk mengerjakan dan menyelesaikan penelitian kami dengan menggunakan fasilitas yang ada di Kampus Polmanbabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriawan, A. & Huda, F., 2018. DETEKSI KERUSAKAN MOTOR INDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN. *Jom FTEKNIK* , Volume 5, p. 1.
- Mantara, I. G. K. J. A., Giriantari, I. A. D. & Sukerayasa, I. W., 2018. Analisis Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Penyulang Kedonganan. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Volume 17, p. 1.
- Putra, A. K., Asfani, D. A. & Riawan, D. C., 2015. Desain Peralatan Pendeteksi Gangguan Hubung Singkat Belitan Stator Motor Induksi Menggunakan Arus Online Berbasis Mikrokontroler. *JURNAL TEKNIK ITS*, Volume 4, pp. A-211.
- Sufrianti, J. & Hamzah, A., 2017. SIMULASI DAN DETEKSI GANGGUAN BELITAN STATOR MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN ARUS STARTING DENGAN MATLAB/SIMULINK. *Jom FTEKNIK*, Volume 4, p. 1.



ALAT UKUR KADAR PATI PADA UBI KAYU BERBASIS SMS

Anggi Wahyudi¹, Nurmaya Sagita², Indra Dwisaputra³, Aan Febriansyah⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
arturowahyudi@gmail.com

ABSTRAK

Dalam teknologi perindustrian pengolahan ubi kayu di Bangka Belitung, untuk saat ini tingkat produktivitas dan efisiensi kinerjanya dapat dikatakan masih minim. Hal ini dikarenakan belum adanya penunjang teknologi untuk mengukur nilai kadar pati ubi secara digital dan efisien. Pada penelitian ini dirancang suatu alat untuk mengukur nilai kadar pati ubi kayu secara digital berbasis SMS dengan menggunakan metode *specify gravity*. Cara kerja alat ini dengan mengukur massa ubi kayu di udara dan di air dengan menggunakan media penggerak berupa motor DC *gearbox* untuk menaikkan dan menurunkan ubi. Sementara itu, sensor *loadcell* dan HX711 sebagai konversi data analog ke digital. Persentase *error* yang didapatkan antara perbandingan nilai berat yang terbaca pada sensor dan timbangan gantung digital adalah sebesar 0,282% dan yang dihasilkan dari alat ukur adalah mampu mengukur kadar pati dengan kapasitas $\pm 2\text{Kg}$ dengan *error* sebesar 2,45%. Data hasil pengukuran tersebut dapat dikirimkan melalui fitur SMS menggunakan modul SIM800L V2 dengan kecepatan pengiriman rata-rata selama 7.12 detik.

Kata kunci : *specify gravity*, motor dc *gearbox*, *loadcell*, kadar pati

ABSTRACT

In the industrial technology of cassava processing in Bangka Belitung, for now the level of productivity and efficiency of its performance can be said to be still minimal. This is because there is no supporting technology to measure the value of sweet potato starch levels digitally and efficiently. In this final project, a tool is designed to measure the starch content of cassava digitally based on SMS using the method specify gravity. The way this tool works is by measuring the mass of cassava in the air and in water using a driving medium in the form of a DC motor gearbox to raise and lower the cassava. Meanwhile, the sensor loadcell and HX711 are used for converting analog to digital data. The percentage of error obtained between the comparison of the weight value read on the sensor and the digital hanging scale is 0.282% and the result of the measuring instrument is able to measure starch content with a capacity of $\pm 2\text{Kg}$ with an error of 2.45%. The measurement data can be sent via the SMS feature using the SIM800L V2 module with an average delivery speed of 7.12 seconds.

Keywords: specify gravity, DC motor gearbox, loadcell, starch content

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanaman pangan yang sudah lama dikenal dan di budidayakan oleh petani di seluruh wilayah nusantara adalah ubi kayu. Ubi kayu merupakan komoditas tanaman pangan ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung(Ginting, 2002). Potensi nilai ekonomi dan sosial ubi kayu merupakan bahan pangan masa depan yang sangkil (berdaya guna), bahan baku berbagai industri dan pakan ternak(Thamrin, Mardhiyah and Marpaung, 2013). Berdasarkan perkembangan teknologi, ubi kayu banyak dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan pati atau tepung tapioka. Tingkat atau kadar pati yang terkandung di dalam ubi kayu menentukan kualitas ubi tersebut. Semakin besar kadar pati yang terkandung, maka semakin banyak pula tepung yang dihasilkan.

Ada beberapa penelitian yang dilakukan untuk mengukur kadar pati ubi kayu selain menggunakan metode *specific gravity* yang biasanya dilakukan berdasarkan perbedaan berat ubi di udara dan berat ubi di dalam air, kemudian dihitung berdasarkan rumus yang dirancang oleh *International Starch Institute* (1999). Pengukuran kadar pati ubi kayu juga dapat dilakukan dengan mengukur kekerasan ubi kayu menggunakan penetrometer. Pengukuran dilakukan pada bagian pangkal, tengah dan ujung ubi kayu masing-masing 5x penusukan(Nurdjanah, Susiawati and Sabatini, 2007).

Berdasarkan apa yang Penulis dapatkan pada sebuah jurnal proyek akhir dari Universitas Lampung yang berjudul “Rancang-bangun Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu Menggunakan *Loadcell* dan Arduino Berdasarkan Metode *Spesific Gravity*”, pada penelitian ini dirancang sebuah alat ukur kadar pati ubi kayu berbasis digital dengan menggunakan *loadcell* dan Arduino sebagai komponen utama(Aprilliana, Supriyanto and Surtono, 2017).

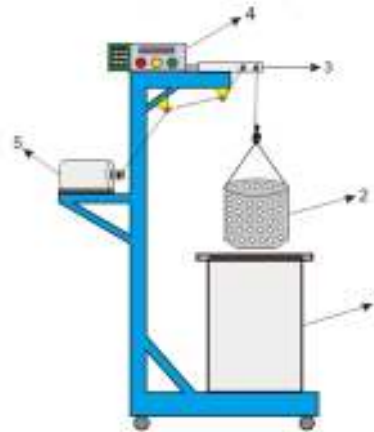
Namun berdasarkan penelitian pada proyek akhir dari Universitas Lampung, bahwa hasil pengukuran kadar pati ubi tersebut hanya ditampilkan pada layar LCD saja dan untuk kinerja alat tersebut dalam proses pengangkatan bak air masih dilakukan secara manual menggunakan dongkrak.

Maka dari itu, pada penelitian ini dirancang alat ukur kadar pati ubi kayu dengan mengaplikasikan motor DC sebagai media penggerak dan memanfaatkan fitur berbasis SMS guna mengirimkan informasi dari hasil pengukuran kadar pati ubi kayu.

2. METODE

Pada Penelitian dan perancangan alat ukur kadar pati ubi kayu ini, komponen utama seperti sensor *load cell*, HX711, Arduino Mega2560, motor DC dan beberapa komponen tambahan lainnya. Pengukuran kadar pati ubi kayu dengan menggunakan metode *specific gravity* ini dapat dilakukan dengan beberapa tahapan pembuatan alat sebagai berikut:

a. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



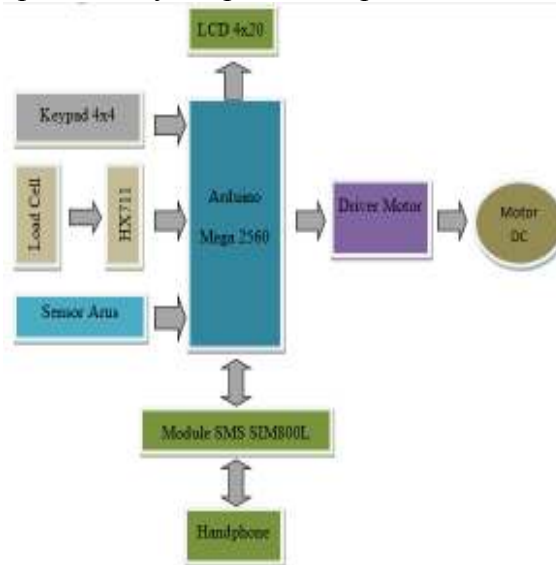
Gambar 1. Rancangan Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu

Gambar 1. merupakan gambar rancangan secara keseluruhan alat ukur kadar pati ubi kayu. Berikut keterangan dari setiap penomoran:

1. Bak Air
2. Keranjang
3. *Load Cell*
4. HX711
5. Motor DC

b. *Block Diagram*

Blok diagram kadar pati ubi kayu dapat dilihat pada Gambar 2. berikut:



Gambar 2. Blok Diagram Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu

Rangkaian kontrol alat ukur kadar pati pada ubi kayu ini terdiri dari beberapa komponen seperti *Loadcell* sebagai sensor untuk mendeteksi perubahan nilai tahanan yang kemudian di konversikan dengan menggunakan ADC HX711 untuk mengeluarkan nilai digital berupa nilai berat, kemudian LCD 4x20 yang berfungsi untuk menampilkan parameter nilai-nilai yang di ukur, motor DC *gearbox* yang berfungsi sebagai komponen penggerak untuk proses pengukuran kadar pati dengan tambahan *driver motor shield* sebagai pengontrol sekaligus pengaman motor dan juga sensor ACS712 5A sebagai sensor untuk mendeteksi nilai arus pada motor.

Sementara itu, ada beberapa komponen tambahan seperti *keypad* 4x4 yang berfungsi sebagai tombol untuk akses penggunaan alat dan juga ada modul SIM800L V2 yang berfungsi untuk melakukan proses pengiriman pesan berupa data hasil pengukuran sampel kadar pati melalui fitur SMS ke nomor *handphone* yang dituju, dan komponen yang terakhir adalah Arduino Mega2560 yang memiliki fungsi sangat penting untuk melakukan proses pemrograman dari komponen-komponen tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Konstruksi Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu

Berikut adalah tampilan alat secara keseluruhan yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Konstruksi Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu

b. Kalibrasi Sensor *Load Cell*

Tujuan kalibrasi *load cell* disini untuk menentukan ukuran gramnya agar mendekati atau sesuai dengan timbangan digital. Pengkalibrasian *load cell* dapat dilakukan dengan program atau pengkodean pada Arduino.

Hasil kalibrasi *load cell* pengukuran massa ubi kayu dibandingkan dengan pengukuran timbangan digital dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1. data hasil pengujian sensor *load cell* maka dilakukan perbandingan dengan alat timbangan digital. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan rata-rata persentase *error* sebesar 0.282%.

Tabel 1. Perbandingan Sensor *Load Cell* dengan Timbangan Digital

No.	Parameter	T. Digital (g)	Load Cell (g)	Error (%)
1	100 gr	100	100.7	0.695
2	250 gr	250	249.2	0.321
3	500 gr	500	502.1	0.418
4	750 gr	750	749.4	0.08
5	1000 gr	1010	1008.2	0.178
6	1100 gr	1100	1107.9	0.713
7	1250 gr	1260	1256.2	0.302
8	1500 gr	1510	1509.3	0.046
9	1750 gr	1755	1756.0	0.057
10	2000 gr	2010	2009.9	0.005
Rata-rata				0.282

c. Pengukuran Kadar Pati Ubi Kayu

Proses pengukuran kadar pati ubi kayu dengan menggunakan *load cell* adalah yang pertama, bersihkan terlebih dahulu ubi dari tanah yang menempel, kemudian potong ubi menjadi beberapa bagian tanpa mengupas kulitnya dan letakkan ubi yang telah dipotong pada keranjang. Karena dalam pengukuran ini penulis menggunakan metode *specific gravity*, maka akan dilakukan pengukuran massa ubi di udara dan di air. Untuk menentukan nilai kadar pati ubi dapat menggunakan persamaan kadar pati Sungzikaw (Surachai Sungzikaw, 2008):

$$SG = \frac{Ma}{Ma - Mw} \dots\dots\dots(1)$$

$$Kp(\%) = \frac{SG - 1.00906}{0.004845} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

Ma = Massa Ubi Kayu di Udara (Kg)

Mw = Massa Ubi Kayu di Air (Kg)

SG = *Specific Gravity*

Kp = Kadar Pati

d. Hasil Pengukuran Kadar Pati Ubi Kayu

Hasil pengukuran massa ubi kayu di udara dan di air beserta nilai kadar pati ubi akan diampilkkan oleh LCD seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Hasil Pengukuran Kadar Pati Ubi pada LCD

Untuk hasil perbandingan pengukuran kadar pati ubi dengan menggunakan alat dapat dilihat pada Tabel 2. dan untuk hasil pengukuran menggunakan timbangan digital ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Alat Ukur Kadar Pati Ubi dengan Massa $\pm 2Kg$

Percobaan Ke-	Massa di Udara (MU)	Massa di Air (MA)	Specify Gravity (SG)	Kadar Pati (KP)	Waktu SMS
1	2.005 Kg	0.226 Kg	1.127 Kg	24.30%	6.9'
2	2.010 Kg	0.218 Kg	1.121 Kg	23.18%	8.4'
3	2.006 Kg	0.229 Kg	1.129 Kg	24.69%	6.9'
4	2.008 Kg	0.228 Kg	1.128 Kg	24.58%	6.7'
5	2.011 Kg	0.219 Kg	1.122 Kg	23.31%	6.7'
Rata-rata				24.012%	7.12'

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kadar Pati Ubi Menggunakan Timbanga Digital dengan Massa $\pm 2Kg$

Percobaan Ke-	Massa di Udara (MU)	Massa di Air (MA)	Specify Gravity (SG)	Kadar Pati (KP)	Waktu SMS
1	2.005 Kg	0.220 Kg	1.123 Kg	23.52%	6.9'
2	2.010 Kg	0.215 Kg	1.119 Kg	22.69%	8.4'
3	2.005 Kg	0.220 Kg	1.123 Kg	23.52%	6.9'
4	2.006 Kg	0.225 Kg	1.126 Kg	24.14%	6.7'
5	2.011 Kg	0.218 Kg	1.122 Kg	23.31%	6.7'
Rata-rata				23.436%	7.12'

e. Analisa Pebandingan Hasil pengukuran

Dari hasil pengukuran alat ukur yang ditunjukkan pada Tabel 2. dan hasil pengukuran dengan menggunakan timbangan digital pada Tabel 3. maka didapatkan persentase *error* adalah sebesar 2.45%. Perhitungan *error* dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Pembacaan Alat Ukur} - \text{Timbangan Digital}}{\text{Timbangan Digital}} \times 100$$

$$\% \text{ error} = 2.45\%$$

4. KESIMPULAN

1. *Loadcell* dengan HX711 dapat dijadikan sebagai timbangan digital dalam pembuatan alat ukur kadar pati ubi kayu.
2. Rata-rata hasil pengukuran kadar pati dari alat ukur adalah sebesar 24.012%.
3. Sedangkan rata-rata hasil perhitungan kadar pati secara manual dengan menggunakan persamaan Sungzikaw adalah sebesar 24.052%
4. Waktu pengiriman hasil pengukuran kadar pati melalui SMS membutuhkan waktu rata-rata sebesar 7.12 detik.
5. Persentase kesalahan rata-rata alat ukur adalah sebesar 2.45%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat kemudahan dari Allah Subhanahu wa ta'ala kemudian berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktur Polman Babel, Dosen Pembimbing, serta pihak lain yang telah membantu dan bekerjasama dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilliana, P., Supriyanto, A. dan and Surtono, A. (2017) 'Rancang-bangun Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu Menggunakan Loadcell dan Arduino Berdasarkan Metode Specific Gravity', *Jurnal Penelitian Sains*, 19(3), pp. 132–136.
- Ginting, E. (2002) 'Teknologi Penanganan Pascapanen Dan Pengolahan Ubikayu Menjadi Produk Antara Untuk Mendukung Agroindustri', *Buletin Palawija*, 0(4), pp. 67–83. doi: 10.21082/bulpalawija.v0n4.2002.p67-83.
- Nurdjanah, S., Susiawati and Sabatini, M. R. (2007) 'Prediksi Kadar Pati Ubi Berbagai Umur Pane Menggunakan Penetrometer', *Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, 12(2), pp. 65–73.
- Surachai Sungzikaw (2008) 'Measurements of Starch Content in Cassava', *Measurements of Starch Content of Cassava, Workshop on Metrology in Food Safety, Agricultural Products and Product Safety, Hangzhou, PR China*.
- Thamrin, M., Mardhiyah, A. and Marpaung, S. E. (2013) 'ANALISI USAHATANI UBI KAYU', 18(1), pp. 57–64.



OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D *PRINTING* TERHADAP
KEKUATAN TARIK FILAMEN PLA *FOOD GRADE*

Muhammad Habib Bari¹, Priistiansyah², Fajar Aswin³

^{1,2,3} Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
bari.habib5@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi rapid prototyping terutama pada pencetakan tiga dimensi telah berhasil digunakan pada banyak aspek. Salah satu teknologi rapid prototyping yang sering ditemukan dipasaran saat ini adalah jenis teknologi FDM. FDM merupakan teknik 3D Printing untuk mencetak produk menggunakan filamen sebagai material. Filamen yang digunakan yaitu Polylactic Acid (PLA) food grade. Penelitian ini bertujuan mendapatkan parameter optimal untuk menghasilkan objek cetak FDM dalam hal kekuatan tarik. Metode yang digunakan dalam proses optimasi parameter proses ini yaitu Metode Taguchi L₉ (3³) OA. Parameter proses digunakan dalam penelitian ini yaitu Temperature Nozzle, Layer Height, dan Print Speed. Hasil penelitian menunjukkan Nilai parameter proses optimal untuk uji tarik menggunakan filamen PLA food grade yaitu Temperature Nozzle (210°C), Layer Height (0,1 mm) dan Print Speed (65 mm/s).

Kata kunci: 3D Printing, FDM, metode Taguchi, PLA, Uji Tarik

ABSTRACT

Rapid prototyping technology, especially in three-dimensional printing, has been successfully used in many aspects. One of the rapid prototyping technologies that are often found in the market today is the type of FDM technology. FDM is a 3D printing technique for printing products using filament as a material. The filament used is food grade Polylactic Acid (PLA). This study aims to obtain optimal parameters to produce FDM printed objects in terms of tensile strength. The method used in the process of optimizing the parameters of this process is the Taguchi method L₉ (3³) OA. The process parameters used in this research are Temperature Nozzle, Layer Height, and Print Speed. The results showed that the optimal process parameter values for tensile tests using food grade PLA filaments were Temperature Nozzle (210°C), Layer Height (0.1 mm) and Print Speed (65 mm/s).

Keywords: 3D Printing, FDM, Taguchi Method, PLA, Tensile Stength.

1. PENDAHULUAN

Teknologi *rapid prototyping* terutama pada pencetakan tiga dimensi telah berhasil digunakan pada banyak aspek. Teknologi 3D printer sering disebut-sebut memiliki masa depan yang cerah, hingga saat ini teknologi *rapid prototyping* masih terus berkembang menjadi teknologi yang bersifat *support* bagi bidang – bidang yang mendukung manusia untuk kemajuan teknologi agar dapat mewujudkan apa yang ada diimajinasi kedalam bentuk yang lebih nyata. Salah satu teknologi *rapid prototyping* yang sering ditemukan dipasaran saat ini adalah jenis teknologi FDM (*Fused Deposition Modeling*) (Pratama, et al., 2021).

Teknologi FDM telah digunakan secara luas pada proses 3D *printing* karena penggunaan yang mudah, biayanya lebih rendah, ramah lingkungan serta lebih mudah dalam proses pengembangan produk, *prototyping* dan manufaktur (Andriyansyah, et al., 2018). Di lain sisi, produk yang dihasilkan menggunakan metode 3D *printing* FDM lazimnya memiliki sifat mekanik yang tidak lebih baik jika dibandingkan dengan proses *injection moulding* karena terdapat titik lemah diantara lapis – lapisnya. *Setting* parameter juga mempengaruhi hasil 3D *Printing* parameter-parameter tersebut tidak memiliki nilai pasti dalam proses pengerjaannya sehingga diperlukan analisis yang mendalam untuk mengetahui parameter yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik filamen tersebut.

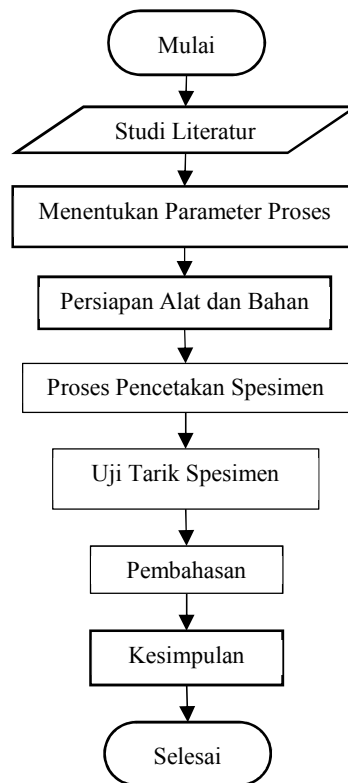
Pada penelitian yang dilakukan oleh (Tymark, et al., 2014) mengenai peningkatan sifat mekanis objek hasil FDM dengan memvariasikan arah susunan cetakan dan ketinggian lapisan. Objek dicetak menggunakan material filamen yang digunakan adalah PLA dan ABS. Uji tarik dilakukan pada spesimen untuk mengetahui kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitasnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik rata-rata objek hasil FDM adalah 28,5 MPa untuk ABS dan 56,6 MPa untuk PLA. Sementara modulus elastisitas masing-masing yaitu 1807 MPa untuk ABS dan 3368 MPa untuk PLA.

Penelitian yang dilakukan (Setiawan, 2017) dengan parameter *setting* A yaitu *Print speed* 80 mm/s, *layer height* 0,15 mm dan temperatur ekstruder 220°C menghasilkan angka uji tarik spesimen tertinggi sebesar 27,81 MPa sehingga dapat diketahui kecepatan *print speed* mempengaruhi kekuatan tarik spesimen.

Berdasarkan evaluasi dari penelitian-penelitian yang ada, maka dari itu penulis untuk melakukan penelitian kekuatan tarik menggunakan 3 variasi parameter proses dengan faktorial L₉. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai parameter optimum kekuatan tarik menggunakan *filament* PLA *food grade* dengan metode Taguchi dan Untuk mengetahui parameter mana yang paling berpengaruh.

2. METODE

Metode yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir

2.1 Proses penelitian

1. Studi literatur

Studi literatur yaitu mencari referensi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel laporan penelitian, serta situs-situs internet.

2. Menentukan Parameter Proses

Parameter proses meliputi *Temperture Nozzle*, *Layer Height*, *Print Speed*. Parameter proses ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Proses dan Level

Faktor	Parameter	Level		
		1	2	3
A	<i>Temperature Nozzle</i> (°C),	190	200	210
B	<i>Layer Height</i> (mm)	0,1	0,2	0,3
C	<i>Print Speed</i> (mm/s)	65	70	75

Setelah nilai level dan parameter proses ditentukan selanjutnya dilakukan pendesainan faktorial metode *Taguchi L₉ Orthogonal Array* (OA) menggunakan *software*. Hasil desain faktorial ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Faktorial L₉ (3³)

Exp	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

3. Persiapan Alat dan Bahan

- a. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *filament PLA food grade* merek R3 Maker dengan diameter 1,75 mm warna putih.
- b. Mesin 3D *Printing* FDM REXYZ A1 dengan dimensi 180 × 180 × 180 mm ditunjukkan pada Gambar 2.



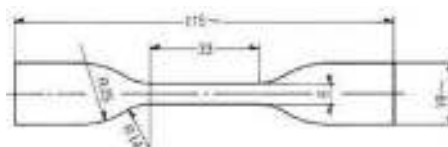
Gambar 2 Mesin 3D *Printing*

- c. Mesin uji tarik merek Zwick / Roell Z020 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Mesin Uji Tarik

- d. Laptop merek HP digunakan untuk menjalankan *software*.
- e. *Software Ultimaker Cura 4.1.1*, digunakan untuk memasukkan parameter dan untuk mendapatkan *G-code* serta menjalankan mesin 3D *printing*.
- f. Desain spesimen menggunakan ASTM D638 tipe IV ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 ASTM D638 tipe IV

4. Proses Pencetakan Spesimen
 - a. Persiapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan yang berhubungan dengan penelitian ini.
 - b. Membuat desain spesimen berdasarkan ASTM D638-4 dalam bentuk format file STL.
 - c. Slicing data CAD file format STL diolah pada *software slicing* (Ultimaker Cura 4.4.1) untuk mendapatkan *G-code*
 - d. Pembuatan spesimen, setelah desain bentuk spesimen selesai dilakukan pencetakan spesimen berdasarkan parameter proses yang digunakan.
 - e. Uji tarik spesimen untuk mengetahui kekuatan tarik pada spesimen yang telah dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

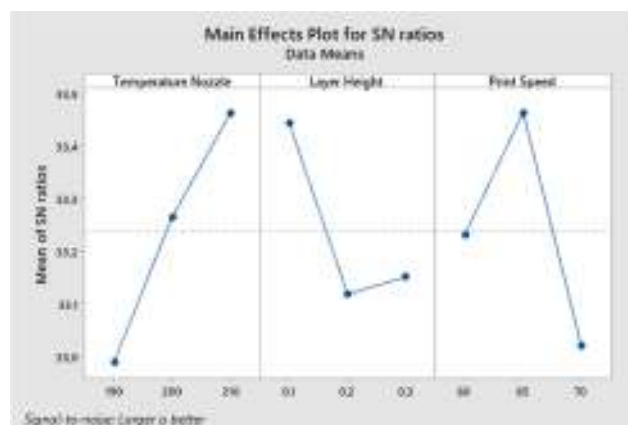
Pengambilan data uji tarik spesimen menghasilkan pengaruh terhadap kekuatan tarik pada spesimen. Adapun hasil dari pengujian tersebut antara lain rata-rata kekuatan tarik dari setiap eksperimen ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Tarik

Exp.	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata
Sp 1	45,7	46,5	46,7	46,30
Sp 2	45	45,1	44,5	44,87
Sp 3	44,5	43	40,9	42,80
Sp 4	48,3	48,7	47,1	48,03
Sp 5	45,7	45,8	43,4	44,97
Sp 6	45,2	45,5	45,1	45,27
Sp 7	46,6	47,7	46	46,77
Sp 8	45,7	46	46,5	46,07
Sp 9	48,2	47,8	49,7	48,57

3.1. Perhitungan Respon *Signal to Noise Ratio*

Data hasil uji tarik dimasukkan kedalam *software* analisis untuk mendapatkan hasil respon *Signal to Noise* dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 4.



Gambar 5 Grafik *Signal to Noise Ratio*

Tabel 4. *S/N Ratio*
Response Table for Signal to Noise Ratios Larger is better

Level	Temperature Nozzle	Layer Height	Print Speed
1	32,99	33,44	33,23
2	33,26	33,12	33,46
3	33,46	33,15	33,02
Delta	0,47	0,33	0,44
Rank	1	3	2

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dapat diambil kesimpulan bahwa nilai parameter proses optimal untuk uji tarik menggunakan *filament* PLA *food grade* yaitu *Temperature Nozzle* (210°C), *Layer Height* (0,1 mm), *Print Speed* (65 mm/s). Parameter proses yang paling berpengaruh berturut-turut yaitu *Temperature Nozzle*, *Print Speed*, *Layer Height*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bangka Belitung atas terlaksananya program seminar nasional tahun 2021 dan penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing yang telah memberi masukan kepada penulis untuk menyelesaikan seminar nasional ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyansyah, D., H. & P., 2018. Optimasi Parameter Proses 3D *Printing* Terhadap Kuat Tarik Filamen *Polylactic Acid* Menggunakan Metode Taguchi. *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan - Universitas Muhammadiyah Purworejo*, pp. 1-8.
- O. C., A. S. & R. G., 2015. *Fused Deposition Modelling With Polypropylene. ELSEVIER Materials and Design*, pp. 1 - 9.
- Pambudi, A. I., 2017. Analisis Pengaruh Internal Geometri Terhadap Sifat Mekanik Material *Polylactic Acid* (PLA) Dipreparasi Menggunakan 3D *Printing*. *TUGAS AKHIR Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, pp. 23 - 137.
- Pratama, Y. B., H. & P., 2021. Pengaruh Parameter Proses Slicing Software Terhadap Kekasaran Permukaan *Printing Part* Filamen ST-PLA. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, Volume 13, pp. 33-40.
- Priatiansyah, H. & S., 2019. Optimasi Parameter Proses 3D *Printing* FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan *Filament Eflex*. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, Volume 11, pp. 33-40.
- Putra, K. S. & Sari, U. R., 2018. Pemanfaatan Teknologi 3D *Printing* Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup. *SANSITEK*.
- Setiawan, A., 2017. Pengaruh Parameter Proses Ektrusi 3D Printer Terhadap Sifat Mekanis Cetak Komponen Berbahan *Filament PLA (Poly Lactide Acid)*. *Jurnal Teknik STTKD*, Volume 4, pp. 1-8.
- Tymark, B. M., Kreiger, M. & Pearce, J. M., 2014. *Mechanical Properties of Components Fabricated with Open-Source 3-D Printers under Realistic Environmental Conditions. Materials and Design* 58, pp. 242-246.



PENGARUH KEKERASAN BAJA ST.60 DALAM PROSES
CARBURIZING DENGAN PENAMBAHAN SERBUK KARBON,
ANTRASIT, ARANG KAYU YANG DI IKUTI PENDINGINAN
CEPAT

Deden Arifah¹, Somawardi²

^{1,2}Teknik Mesin Dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bangka Belitung
efelinafriaami@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kekerasan yang yang dibutuhkan akibat dari proses perlakuan panas dengan penambahan serbuk karbon, antrasit, dan arang kayu yang diikuti pendinginan cepat dan meneliti pengaruh pendinginan cepat dengan variasi pendingin dan penambahan serbuk karbon, arang kayu, dan antrasit. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ST.60 yang berbentuk selinder, kemudian media antrasit, arang kayu dan serbuk karbon. Spesimen dilakukan perlakuan panas dengan temperature 600°C - 900°C dengan waktu penahanan 30 menit-90 menit. Kemudian dilakukan quenching dengan media pendingin air laut, air biasa, air es dan oli. Setelah itu dilakukan uji kekerasan pada permukaan spesimen uji sebanyak tiga titik dan pengujian dilakukan dengan alat uji kekerasan Hardness Testing Machines Limited dengan Type 8150 LK (United Kingdom). Dan metode yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kekerasan yang dibutuhkan yaitu pada media karbon aktif 63,06 HRC dengan menggunakan media pendingin air es dan diikuti dengan arang kayu dengan nilai kekerasan 54,33 HRC dengan media pendingin air laut sedangkan media antrasit nilai kekerasan 52,76 HRC dengan media pendingin air laut. Nilai kekerasan yang tinggi dipengaruhi oleh viskositas pendinginan rendah dan dimensi bahan pengkarbonan kecil.

Kata kunci : Baja st60; Karburasi; Kekerasan; Pendinginan

ABSTRACT

This study aims to obtain the required hardness values as a result of the heat treatment process with the addition of carbon powder, anthracite, and wood charcoal followed by rapid delayan and examine the effect of rapid cooling with variations in cooling and the addition of carbon powder, wood charcoal, and anthracite. The materials used in this study were ST.60 steel in the form of selinders, then anthracite media, wood charcoal and carbon powder. Specimens are treated with heat treatment with a temperature of 600°C - 900°C with a containment time of 30 minutes-90 minutes. Then done quenching with sea water cooling media, plain water, ice water and oil. After that, a three-point hardness test

was conducted on the surface of the specimen and the test was conducted with Hardness Testing Machines Limited hardness test equipment with Type 8150 LK (United Kingdom). And the method performed is Complete Random Design. From the test results were obtained the required hardness value is in the active karbn media 63.06 HRC by using ice water cooling media and followed by wood charcoal with a hardness value of 54.33 HRC with sea water cooling media while anthracite media hardness value of 52.76 HRC with sea water cooling media. High hardness values are affected by low cooling viscosity and small carbonated material dimensj.

Keywords : Steel st60; Carburizing; Violence; Cooling.

1. PENDAHULUAN

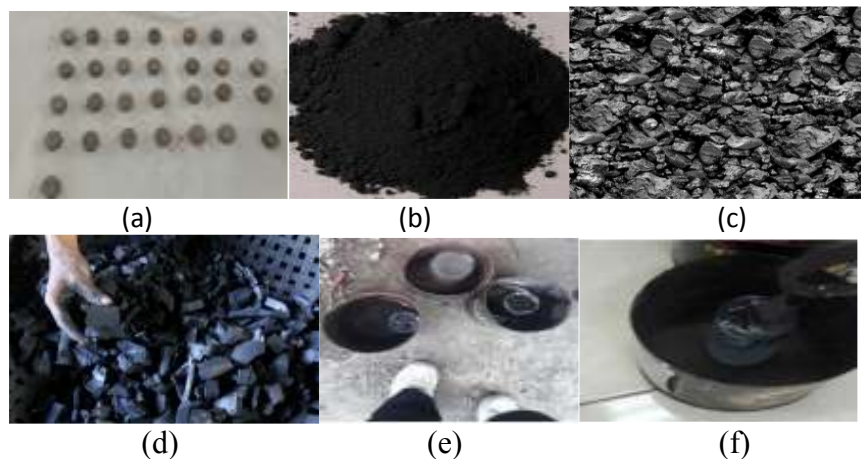
Seiring dengan perkembangan teknologi logam merupakan bahan dasar vital untuk industri. Semua segmen kehidupan, mulai dari peralatan rumah, transportasi, generator pembangkit listrik, kerangka gedung, jembatan hingga peralatan tempur. Akibat dari pemakaian, menyebabkan struktur logam akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga agar logam lebih tahan gesekan atau tekanan adalah dengan cara perlakuan panas pada baja (Fariadhie, 2012). Perlakuan panas bertujuan untuk mengubah sifat mekanik pada baja dengan mengatur parameter yang terjadi selama proses perlakuan panas. Karburisasi (*carburizing*) adalah suatu proses penambahan kandungan unsur karbon pada permukaan baja. Penyejukan (*quenching*) merupakan salah satu proses perlakuan panas yang cukup penting dan banyak dilakukan dalam proses *manufaktur* di industri logam (J, 2009). Melakukan penelitian untuk melihat pengaruh karburisasi dengan serbuk batu bara semi antrasit pada baja karbon medium yang di *quenching* dengan minyak oli SAE 140, minyak sawit mentah dan air terhadap kekerasan dan ketangguhan. Hasil penelitain menunjukkan bahwa kekerasan baja karbon medium meningkat setelah di karburisasi. Kekerasan karbon medium tanpa perlakuan 26,6 HRC, pada baja karbon medium yang dikarburisasi dengan media batu bara pada temperatur 900°C dengan waktu penahanan 45, 75, 105 menit, kemudian di *quenching* media pelumas SAE 140 adalah 32,7 HRC, CPO 46,9 HRC dengan media air 59,1 HRC. Maka peningkatan kekerasan baja karbon medium yang paling rendah adalah pada spesimen yang di *quenching* dengan pelumas SAE 140 yaitu 32,79 HRC. Kemudian peningkatan kekerasan yang tinggi pada spesimen yang di *quenching* dengan media air yaitu 59,1 HRC (Nukman, 2011). Melakukan penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi temperatur terhadap perubahan sifat mekanis dalam proses pengarbonan pada baja AISI 1030. Waktu tahan yang digunakan selama proses pengarbonan, sumber karbon adalah serbuk arang tempurung kelapa dan di campur 25% $BaCO_3$ (*Bariun Carbonat*) sebagai katalisnya yang memiliki fungsi untuk mempercepat laju reaksi kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur 950°C memberikan kekerasan tertinggi (883 kg/mm²) (Iqbal, 2008). Dari penelitian yang saya temui proses *carburizing* banyak digunakan oleh penelitian-penelitian orang lain yang tujuannya untuk meningkatkan nilai kekerasan pada material, tetapi jumlah bahan pengkarbonan hanya menggunakan satu ataupun dua media pengkarbonan yaitu media Antrasit dan Arang Kayu. Maka hal tersebut saya melakukan penelitian ini untuk melihat perbandingan bagaimana pengaruh dengan menggunakan serbuk karbon aktif, antrsiit, arang kayu dan diikuti

empat variasi media pendingin yaitu oli, air laut, air biasa, air es. Dalam penelitian ini proses perlakuan panas menggunakan suhu 900°C dan penambahan serbuk karbon aktif, antrasit, arang kayu dan diikuti pendinginan cepat dengan tujuan untuk mendapatkan nilai kekerasan yang dibutuhkan dan meneliti pengaruh pendinginan cepat dan penambahan serbuk karbon aktif, antrasit dan arang kayu.

2. METODE

Dalam pelaksanaan penelitian ini diperlukan bahan-bahan utama. Adapun bahan yang perlu disiapkan antara lain: Baja ST60, serbuk karbon aktif, antrasit, arang kayu, oli, air es, air laut, air biasa, tungku pemanas sebagai alat pemanas dan Mesin Testing Machines Limited Dengan Type 8150 LK (United Kingdom) sebagai alat uji kekerasan. Metode penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap, hasil dari uji kekerasan dirata-ratakan sehingga mendapatkan nilai akhir hasil rata-rata kekerasan pada spesimen. Bahan-bahan yang digunakan untuk proses *qarburizing* adalah serbuk karbon aktif, antrasit, dan arang kayu. Media spesimen yaitu Baja ST60. Saat proses *qarburizing* dimana bahan spesimen Baja ST60 dimasukan kedalam wadah dan ditanama dengan media pengkarbonan sampai tertanam. Proses perlakuan panas pada penelitian ini menggunakan alat tungku pemanas. Suhu awal yang digunakan temperatur 600°C dengan waktu 30 menit. Kemudian penahanan waktu pada suhu yang sama dengan waktu 60 menit untuk menghindari shock temeperatur atau keretakan pada baja. Kemudian setelah tercapai suhu 600°C dilakukan lagi pada temperature 900°C dengan waktu 60 menit. Kemudian penahanan waktu pada suhu yang sama 90 menit. Dan setelah itu bahan spesimen dilakukan pendinginan cepat dengan menggunakan oli, air laut, air es, air biasa.

2.1 BAHAN PENELITIAN DAN ALAT PENELITIAN



Gambar 1. Bahan-bahan utama (a) Baja ST.60 (b) serbuk karbon aktif (c) antrasit (d) arang kayu (e) media pendingin air es, oli, air biasa (f) air biasa.



Gambar 2. (a) Tungku pemanas (b) Mesin Testing Machines Limited Dengan Type 8150 LK (United Kingdom).

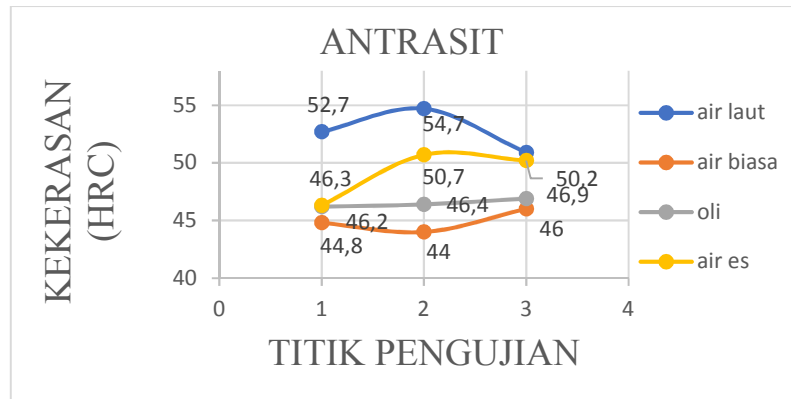
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan proses pendinginan terhadap kekerasan material baja St.60 dengan pemanasan 900°C dan diikuti pendinginan cepat dengan menggunakan dengan media air biasa, air garam, air es dan oli. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Data Pengujian Kekerasan

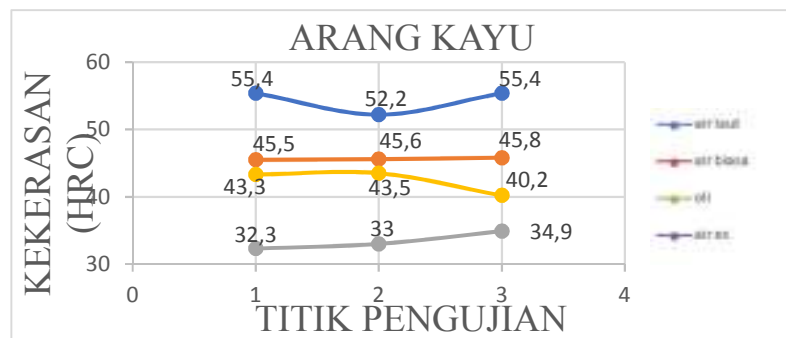
No.	Material	Tanpa Perlakuan HRC	Temperatur	Hasil Kekerasan (HRC)			
				Pendingin	Perlakuan Panas		
				Antrasit HRC	Arang Kayu HRC	Karbon Aktif HRC	
1				air laut	52,76	54,33	58,6
2	Baja	12,63	900°C	air biasa	44,93	45,63	60,46
3	st.60			oli	46,5	33,4	60,06
4				air es	49,06	42,33	63,06

Berdasarkan data diatas bahwa perlakuan panas yang dilakukan dengan penambahan media karbon aktif lebih keras dibandingkan dengan penambahan media Antrasit dan Media Arang Kayu. Nilai kekerasan untuk penambahan media karbon aktif adalah 63,06 HRC dengan menggunakan media pendingin air es, sedangkan untuk media arang kayu sebesar 54,33HRC dengan menggunakan pendingin air laut. Dan media antrasi yaitu sebesar 52,76HRC dengan menggunakan media pendingin air laut. Dari hasil penelitian pengujian kekerasan baja ST 60 dengan media karbon aktif memiliki nilai kekerasan tertinggi disebabkan oleh dimensi serbuk karbon aktif yang lebih kecil dibandingkan dengan media karbon lainnya, dan ketika proses pemanasan serbuk karbon aktif lebih mudah berdifusi di antara celah-celah atom fe atau baja.



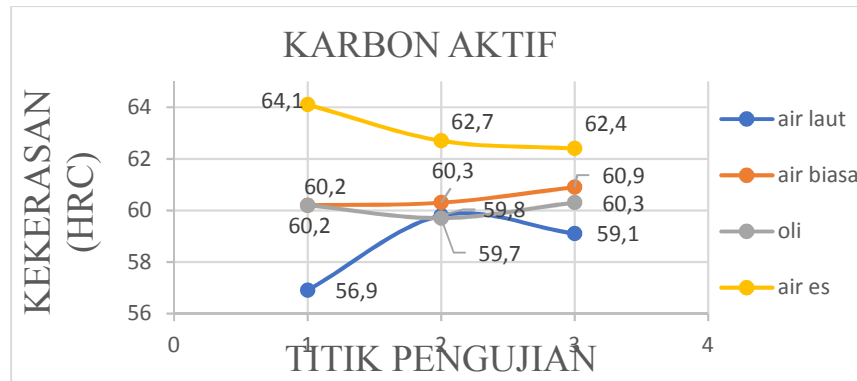
Gambar 3. Pengujian kekerasan menggunakan antrasit

Pada Gambar 3. menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air laut lebih keras yaitu sebesar 54,7 HRC/52,7 HRC/50,9 dengan hasil rerata 52,76 HRC dan diikuti Air Es 50,7 HRC/50,2HRC/46,3HRC dengan hasil rerata 49,06 HIRC dan oli 46,9HRC/46,4HRC/46,2HRC dengan hasil rerata 46,5HRC, sedangkan media pendingin air biasa yaitu 44,8HRC/46HRC/44HRC dengan hasil rerata 44,9 HRC. Dari pengujian kekerasan baja ST 60 terdapat perbedaan nilai rata-rata antara pendinginan menggunakan media air laut, air biasa, oli, air es. Media air garam lebih besar nilai kekerasannya dibandingkan dengan media pendingin yang lainnya karena laju pendinginan lebih cepat dari media pendingin yang lain.



Gambar4. Pengujian kekerasan menggunakan arang kayu

Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada air laut lebih keras yaitu sebesar 55,4HRC/52,2 HRC/55,4HRC dengan hasil rerata yaitu 54,33 hrc, diikuti Air Biasa 45,5 HRC/45,6 HRC/45,8 HRC dengan hasil rerata 45,63 HRC, dan Air Es 43,3/43,5 HRC/40,2 HRC dan hasil nilai rerata 42,33 HRC, sedangkan Oli 32,3 HRC/ 33 HRC/34,9 HRC dengan hasil rerata 33,4. Dari hasil pengujian kekerasan pada baja ST.60 dengan menggunakan media pendingin air garam dan media pengkarbonan Arang Kayu mendapatkan nilai kekerasa yang tinggi dibandingkan dengan pendingin yang lainnya yaitu air biasa, air es dan oli. Hal ini disebabkan karna massa jenisnya lebih besar dan Kristal menghasilkan *martensit*, dibandingkan dengan media pendingin lainnya yang massa jenisnya lebih kecil sehingga menghasilkan *ferit* dan *perlit*.



Gambar 5. Pengujian kekerasan menggunakan karbon aktif

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa pendinginan cepat yang dilakukan pada Air Es yaitu sebesar 64,1 HRC/ 62,7HRC/ 62,4 HRC dengan rerata 63,06 HRC, dan diikuti dengan Air biasa 62,2 HRC/ 60,3 HRC/ 60,9 HRC dengan hasil rerata 60,46 HRC dan Oli 60,2 HRC/ 59,7 HRC/ 60,3 dengan nilai rerata 60,3 HRC, sedangkan media pendingin Air laut 56,9 HRC/59,7 HRC/59,1 HRC dengan nilai rerata yaitu 63,06 HRC. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujiankekerasan , maka dapat dilihat untuk nilai kekerasan yang tinggi adalah media pendingin Air Es. Dalam media pendingin ada hal yang sangat mempengaruhi dalam hasil kekerasan yaitu viskositas (kekentalan) dan densitas (massa jenis) dari media pendingin itu sendiri. Viskositas merupakan tingkat kekentalan yang dimiliki suatu fluida. Semakin tinggi tingkat angka viskositasnya, maka semakin lambat laju pendinginnya. Selain viskositas yang mempengaruhi laju pendingin ada juga densitas (massa jenis) yang dimiliki media pendingin (fluida). Semakin tinggi densitas yang dimiliki suatu pendingin maka semakin cepat laju pendinginan. Hal ini akan berpengaruh terhadap sifat kekerasan logam, semakin cepat proses pendinginan maka semakin meningkat nilai kekerasan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai kekerasan yang dibutuhkan akibat dari proses perlakuan panas dengan penambahan serbuk karbon, antrasit, dan arang kayu yang di ikuti pendinginan cepat yaitu pada media serbuk Karbon Aktif dengan nilai kekerasan 63,03 HRC, disebabkan oleh dimensi serbuk karbon aktif yang lebih kecil dibandingkan dengan media karbon lainnya, dan ketika proses pemanasan serbuk karbon aktif lebih mudah berdifusi di antara celah-celah atom fe atau baja.
2. Pengaruh dari pendinginan pada air es yang mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi yaitu viskositas (kekentalan) dan densitas (massa jenis) pada media pendingin itu sendiri. Viskositas merupakan tingkat kekentalan yang dimiliki suatu fluida. Semakin tinggi tingkat angka viskositasnya, maka semakin lambat laju pendinginnya. Selain viskositas yang mempengaruhi laju pendingin ada juga densitas (massa jenis) yang dimiliki media pendingin (fluida). Semakin tinggi densitas yang dimiliki suatu pendingin maka semakin cepat laju pendinginan. Hal ini akan berpengaruh terhadap sifat kekerasan logam, semakin cepat proses pendinginan maka semakin meningkat nilai kekerasan. Selain media pendingin

media pengkarbonan yang menggunakan serbuk karbon aktif mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan media pengkarbonan yang lainnya, yang disebabkan oleh dimensi serbuk karbon aktif yang lebih kecil dibandingkan dengan media karbon lainnya, dan ketika proses pemanasan serbuk karbon aktif lebih mudah berdifusi di antara celah-celah atom Fe atau baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Fariadhie pengaruh temper dengan quenching media pendingin oli mestran SAE 40 terhadap kekuatan tarik dan struktur baja ST 60 [Jurnal] // *politeknosains*. - 2012. - hal. 126-137.
- Iqbal pengaruh temperatur terhadap sifat mekanis pada proses pengkarbonan padat baja karbon rendah [Jurnal] // *Jurnal SMARTEK*. - 2008. - hal. 111.
- J Waluyo pengaruh suhu dan waktu tahan pada proses karburisasi cair terhadap kekerasan baja AISI 1025 medi.
- Nukman pengaruh karburisasi dengan serbuk batu bara semi antrasit pada baja karbon medium yang di quenching dengan minyak oli SAE 140, minyak sawit mentah dan air terhadap kekerasan dan ketangguhan [Jurnal] // *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*. - 2011. - hal. 47.



PENGARUH AMPER LAS PADA PENGELASAN BAJA LUNAK
DENGAN PENGELASAN SMAW PADA POSISI PENGELASAN
4F

Muhammad Tegar Dwicak Sono¹, Tuparjono², Muhammad Haritsah Amrullah³
^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: Egar.dwi99@gmail.com

ABSTRAK

Shielded Metal Arc Welding adalah salah satu pengelasan yang paling banyak digunakan pada pekerjaan pengelasan karena lebih mudah dan murah dibandingkan dengan las busur listrik lainnya. Pada pengelasan sering terjadinya cacat las, cacat las dipicu oleh penggunaan amper, kecepatan pengelasan, dan pergerakan busur las. Pada penelitian ini akan dilakukan penggunaan amper yang bervariasi, dimaksudkan untuk menentukan amper mana yang lebih optimal sehingga dapat menghilangkan cacat las yang terjadi. Dilakukan percobaan dengan parameter pengelasan yang sama menggunakan amper yang berbeda yaitu pengelasan amper 85 sebanyak lima sampel, pengelasan amper 95 sebanyak lima sampel, pengelasan amper 105 sebanyak 5 sampel. Fenomena pergerakan busur, kecepatan pengelasan akan diamati dengan menggunakan kamera sehingga diketahui pengaruhnya kepada hasil pengelasan. Penelitian ini tidak mendapatkan hasil penggunaan arus las yang paling optimal sehingga tujuan pada penelitian ini tidak tercapai, yang mana tujuan penelitian ini adalah penggunaan arus las yang paling optimal pada posisi pengelasan 4F sehingga dapat menghilangkan cacat las yang terjadi pada pengelasan SMAW tersebut. Pada hasil penelitian ini didapat hasil las yang terdapat cacat las pada setiap variasi amper yang digunakan yaitu amper 85, amper 95, amper 105.

Kata Kunci: SMAW, posisi 4F, cacat las, variasi amper

ABSTRACT

Shielded Metal Arc Welding is one of the most widely used welding in welding work because it is easier and cheaper than other electric arc welding. In welding, welding defects often occur, welding defects are triggered by the use of amperes, welding speed, and the movement of the welding arc. In this study, the use of various amperes will be carried out, intended to determine which amperage is more optimal so that it can eliminate welding defects that occur. Experiments were carried out with the same welding parameters using different amperes, namely five samples of 85 ampere welding, five samples of 95 ampere welding, 5 samples of 105 ampere welding. The phenomenon of arc movement, welding speed will be observed using a camera so that its effect on the welding results is known. This study did not get the results of the use of the most optimal welding current so that the purpose of this study was not achieved, where the purpose of this study was the use of the most optimal welding current at the 4F welding position so as to eliminate welding

defects that occurred in the SMAW welding. In the results of this study, it was found that there were welding defects in each variation of amperage used, namely amperes 85, amperes 95, amperes 105.

Keywords: SMAW, 4F position, welding defects, ampere variation

1. PENDAHULUAN

Penggunaan teknik pengelasan pada dunia konstruksi sangatlah banyak, mencakup industri perkapalan, konstruksi jembatan, dan lain-lain. Umumnya pengelasan yang sering digunakan adalah pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang sering juga disebut las busur listrik, Proses pengelasan smaw dilakukan dengan menggunakan energi listrik AC dan DC, energi listrik dikonversi menjadi energi panas dengan membangkitkan busur listrik melalui sebuah elektroda [1]. Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan permukaan material yang akan dilas [2].

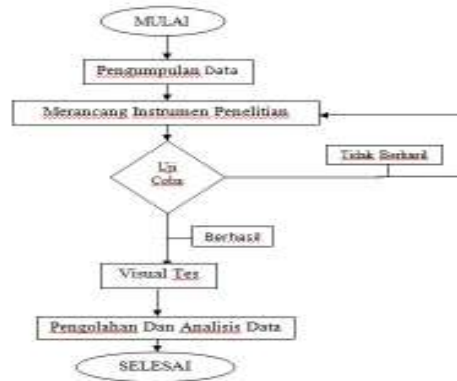
Dalam proses pengelasan SMAW masih sering ditemukan persoalan cacat las diantaranya *undercut*, *porosity* dan distorsi. Cacat las disebabkan karena kesalahan arus listrik yang terlalu besar, kecepatan las terlalu tinggi, posisi elektroda kurang tepat. Untuk mengurangi permasalahan cacat las tersebut dapat dilakukan dengan pemilihan arus las (*ampere*) pengelasan yang digunakan berdasarkan pada ukuran diameter elektroda [3]. Mencegah terjadinya cacat las bisa dilakukan dengan menyesuaikan *ampere*, mengontrol kondisi busur las dan mengatur tempo kecepatan pengelasan.

Berdasarkan kondisi tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan pengelasan dengan memanfaatkan variasi *ampere* las sesuai dengan elektroda yang digunakan. Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah AWS A5.1 E6013 dengan diameter 3,2 mm. Bahan material yang digunakan baja karbon rendah ST 37 spesifikasi setara dengan ASTM A36.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan arus las yang paling optimal untuk posisi pengelasan 4F sehingga dapat menghilangkan cacat las yang terjadi pada pengelasan SMAW tersebut.

2. METODE

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental. Metode ini dilakukan untuk melihat nyala busur las, melihat busur las pada jarak 2,5 cm, 4,5 cm dan 6,5 cm terhadap *ampere* 85, 95, 105 dan analisis hasil lasan pada kaki las menggunakan kamera dan dilakukan pengolahan dari hasil data rekaman gambar tersebut [4]. Untuk alur tahapan proses penelitian ditunjukkan pada diagram alir berikut ini Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Proses Penelitian

2.1. Uji Coba (Eksperimen)

Uji coba dilakukan terhadap benda kerja dengan menggunakan *ampere* yang berbeda. Data uji coba penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada Tabel 1.

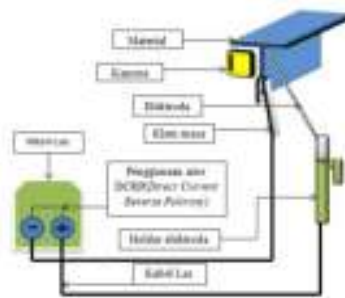
Tabel 1. Data Uji Coba

Jenis Pengelasan	Pengkutuban	Variasi <i>Ampere</i> Yang Digunakan	Jumlah Percobaan	Material
<i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW)	<i>Direct Current Revers Polarity</i> (DCRP)	85, 95, dan 105	5 kali percobaan untuk masing – masing <i>ampere</i>	Baja lunak

Pada pelaksanaan uji coba ini akan dilakukan percobaan sebanyak 5 kali percobaan untuk masing – masing *ampere* 85, 95 dan 105. Dari 5 kali percobaan tersebut maka akan diambil rata – rata 1 percobaan untuk setiap variasi *ampere* yang digunakan yaitu 85, 95 dan 105. Pengelasan menggunakan metode pengelasan SMAW dengan pengkutuban DCRP. Untuk uji coba pengelasan dilakukan dengan mempersiapkan material yang akan dilas dan posisi pengelasan yang digunakan 4F dengan sudut elektroda pada layer pertama (40° - 50°), layer kedua (50° - 60°), layer ketiga (30° - 40°) terhadap benda kerja yang akan dilas. Pada uji coba ini menggunakan elektroda AWS A5.1 E6013 dengan diameter 3,2 mm, setelah itu dilakukan penyetelan *ampere* sesuai percobaan yang akan digunakan yaitu 85, 95 dan 105. Selama proses pengelasan akan dilakukan perekaman terhadap benda kerja untuk melihat *arc length*, sudut elektroda, dan kecepatan pengelasan.

Untuk sudut elektroda dan *arc length* dilakukan pengukuran dengan mengambil data dari hasil rekaman dan dilakukan pengolahan dari rekaman gambar tersebut untuk melihat fenomena yang terjadi selama pengelasan [5]. Setelah proses pengelasan dan mendapat hasil percobaan maka akan dilakukan uji visual test terhadap hasil las untuk melihat jenis cacat las yang terjadi dari masing – masing *ampere*. Pengujian dilakukan dengan melihat secara langsung oleh mata dengan bantuan kaca pembesar.

Proses pengelasan dengan menggunakan perekaman dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pengelasan Dengan Menggunakan Perekaman

Proses pengujian visual hasil pengelasan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pengujian Visual Dengan Bantuan Kaca Pembesar

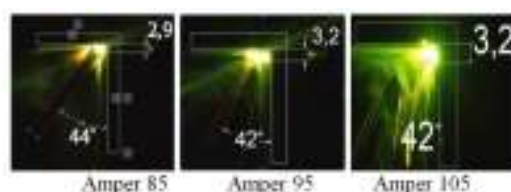
2.2. Analisis Hasil Uji Coba

Kegiatan dari analisis membahas tentang kondisi las yang terjadi pada masing – masing *ampere* yang digunakan. Data yang diperoleh dari pengujian visual test akan dilihat dan dianalisis terhadap busur las dan cacat las. Untuk mengetahui proses pengelasan yang terjadi dapat diperoleh dari rekaman selama proses pengelasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Terhadap Nyala Busur Las Pada *Ampere* Yang Digunakan Yaitu 85, 95 Dan 105.

Pada perbedaan *ampere* saat pengelasan menunjukkan perbedaan nyala busur las pada setiap *ampere*. Nyala busur las semakin besar pada *ampere* 105 , dimana fenomena ini menunjukkan bahwa semakin besar *ampere* yang digunakan akan semakin besar nyala busur las. Fenomena nyala busur las dapat dilihat pada Gambar 4.

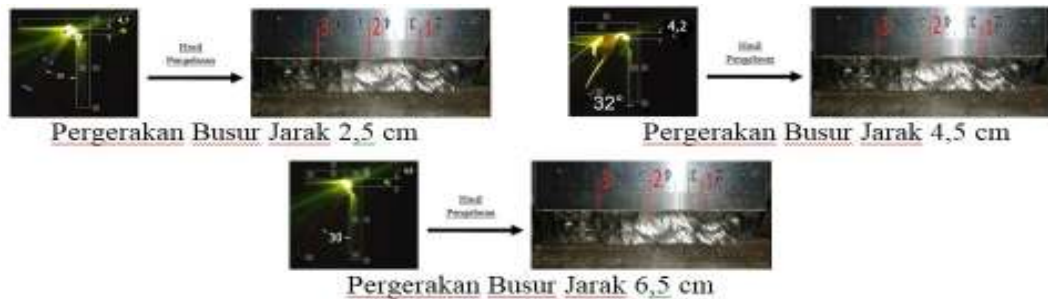


Gambar 4. Fenomena Nyala Busur Las Pada *Ampere* 85, 95 dan 105

3.2 Analisis Terhadap Busur Las Pada Jarak 2,5 Cm, 4,5 Cm Dan 6,5 Cm, Untuk Setiap *Ampere* Yang Digunakan Yaitu 85, 95 Dan 105.

Pada *ampere* 85 jarak 2,5 cm tinggi *arc length* 4,7 mm, didapat hasil lasan yang kecil, Pada jarak 4,5 cm sudut elektroda bergeser menjadi 32° dan *arc length* turun

menjadi 4,2 mm, akibat dari sudut elektroda yang bergeser dan turunya *arc length* menyebabkan hasil lasan yang lebih besar membuat hasil lasan baik. Pada jarak 6,5 cm busur las bergeser kembali menjadi 30° dan *arc length* kembali naik menjadi 4,9 mm, akibat dari naiknya *arc length* menyebabkan terjadinya cacat las *Porosity*. Fenomena pada busur las *ampere* 85 dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Fenomena Busur Las *Ampere* 85

Pada *ampere* 95 jarak 2,5 cm dengan sudut elektroda 32° dan *arc length* 6,1 mm didapat hasil lasan yang kurang baik karena terjadi cacat las *porosity*. Pada jarak 4,5 cm *arc length* turun menjadi 5,7 mm, namun tidak terjadi cacat las sehingga didapat hasil lasan yang baik. Pada jarak 6,5 cm *arc length* naik menjadi 5,9 mm, namun tidak terjadi cacat las sehingga didapat hasil lasan yang baik. Fenomena pada busur las *ampere* 85 dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Fenomena Busur Las *Ampere* 95

Pada *ampere* 105 jarak 2,5 cm pergerakan busur las stabil sehingga didapat hasil lasan yang baik. Pada jarak 4,5 cm *arc length* turun menjadi 4,7 mm, namun tidak terjadi cacat las sehingga didapat hasil lasan yang baik. Pada jarak 6,5 cm sudut elektroda bergeser menjadi 31°, namun tidak terjadi cacat las dan didapat hasil lasan yang baik. Fenomena pada busur las *ampere* 105 dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Fenomena Busur Las *Ampere* 105

3.3 Analisis Hasil Lasan Pada Kaki Las

Analisis ini akan melihat hasil pengelasan pada kaki las dari setiap *ampere* 85, 95 dan 105.

Pengamatan pada hasil lasan pada kaki las *ampere* 85 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Kaki Las *Ampere* 85

Kaki las yang dihasilkan pada percobaan *ampere* 85 menunjukkan tidak semetrisnya kaki las yaitu panjang 6,3 mm, tinggi 6,9 mm dan tebal 5,7 mm. Kaki las yang tidak semetris disebabkan oleh kecepatan pengelasan yang berbeda pada layer 2 dan layer 3. Kecepatan pengelasan dapat dilihat pada Table 2.

Layer Pengelasan	Kecepatan Pengelasan Per 1 CM
Layer 2	2,88 detik
Layer 3	3,11 detik

Pengamatan pada hasil lasan pada kaki las *ampere* 95 dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Kaki Las *Ampere* 95

Kaki las yang dihasilkan pada percobaan *ampere* 95 menunjukkan tidak semetrisnya kaki las yaitu panjang 6,5 mm, tinggi 7,4 mm dan tebal 6,3 mm. Kaki las yang tidak semetris disebabkan oleh kecepatan pengelasan yang berbeda pada layer 2 dan layer 3. Kecepatan pengelasan dapat dilihat pada Tabel 3.

Layer Pengelasan	Kecepatan Pengelasan Per 1 CM
Layer 2	3 detik
Layer 3	3,11 detik

Pengamatan pada hasil lasan pada kaki las *ampere* 105 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Kaki Las *Ampere* 105

Kaki las yang dihasilkan pada percobaan *ampere* 105 menunjukkan tidak semetrisnya kaki las yaitu panjang 6,7 mm, tinggi 7,5 mm dan tebal 7,3 mm. Kaki las yang tidak semetris disebabkan oleh oleh kecepatan pengelasan yang berbeda pada layer 2 dan layer 3. Kecepatan pengelasan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kecepatan Pengelasan Layer 2 dan 3 *Ampere* 105

Layer Pengelasan	Kecepatan Pengelasan Per 1 CM
Layer 2	2,66 detik
Layer 3	2,77 detik

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Pada hasil penelitian ini tidak mendapatkan hasil penggunaan arus las yang optimal sehingga tujuan pada penelitian ini tidak tercapai, yang mana tujuan penelitian ini adalah penggunaan arus las yang paling optimal pada posisi pengelasan 4F sehingga dapat menghilangkan cacat las yang terjadi pada pengelasan SMAW tersebut. Pada hasil penelitian ini didapat hasil las yang terdapat cacat las pada setiap variasi amper yang digunakan yaitu amper 85, amper 95, amper 105. Hal ini disebabkan oleh perbedaan arc length, sudut elektroda dan kecepatan pengelasan pada setiap layer dan amper yang digunakan. Pada penelitian ini tidak didapatkan hasil penggunaan arus las yang optimal dimana dari masing-masing amper yang diuji masih terjadi cacat las. Dimana cacat las yang terjadi disebabkan oleh perbedaan : *arc length*, sudut elektroda dan kecepatan pengelasan pada setiap layer dan amper yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Awal Syahrani, Naharuddin dan Muhammad Nur, (2018), “Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro pada Pengelasan SMAW Stainless Steel 312 dengan Variasi Arus Listrik”, Jurnal Mekanikal, vol. 9, no. 1, pp. 814-822.
- Achmadi, (2019). “Pengertian Las SMAW Shield Metal Arc Welding Adalah ” . diakses pada 19 July 2020. <https://www.pengelasan.net>
- Pandapotan, P.O.P., (2019), “Pengaruh Variasi Arus dan Jenis Elektroda Terhadap Cacat Las pada Baja ST 60 Hasil Proses Pengelasan SMAW (Shiled Metal Arc Welding)”, Laporan Akhir Proyek Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- ZHANG Guang-jun, YAN Zhi-hong, Wu Lin, 2006, Visual Sensing of Weld Pool in Polarity TIG Welding of Aluminium Alloy, Trans.Nonferrous Met.Soc.China 16(2006) 522-526.
- Ramli, Tuparjono dan Erwanto, (2014), “Analisis Fenomena ARC BLOW Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) ”, Jurnal Manutech, vol. 6, no. 2, pp. 20-62.



PENGARUH VARIASI *STATOR TURBO BLADE* TERHADAP
KEKUATAN DORONG *TURBOJET DRIVE* PRODUK 3D
PRINTING MATERIAL ST-PLA

Nori Farandi¹, Dedy Ramdhani Harahap², Hasdiansah³

^{1,2,3}*Program Studi Teknik Mesin Dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung*

*Corresponding Author: Hasdiansah_Tiga@domain_Politeknik Manufaktur
Negeri Bangka Belitung*

ABSTRAK

Turbojet drive atau water jet yang kita ketahui saat ini bahwa teknologi turbojet drive adalah sistem kelautan yang menghasilkan jet air untuk tenaga pendorong. Namun hal yang harus tetap diperhatikan ialah kekuatan dorong yang dihasilkan propeller karena suatu permasalahan yang sering dibahas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi stator turbo terhadap kekuatan dorong turbojet drive dengan menggunakan produk 3d printing material ST-PLA. Pada penelitian ini menggunakan metode rancangan turbojet drive menggunakan konsep mesin tempel dengan bantuan alat bantu dan timbangan gantung untuk mendapatkan nilai kekuatan dorong sehingga dapat nantinya dianalisa. Penelitian ini membandingkan 3 bentuk stator turbo yaitu 4 Blade, 6 Blade dan 8 Blade, berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa variasi stator turbo memberikan pengaruh besar terhadap kekuatan dorong pada turbojet drive dengan produk 3D printing material ST-PLA. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada stator turbo 8 blade memberikan pengaruh terhadap kekuatan dorong tertinggi dengan nilai rata-rata 44,145 N dan pada stator turbo 4 blade memberikan pengaruh kekuatan dorong terendah dengan nilai rata-rata 24,525 N. Disamping itu data ini juga dapat dijadikan acuan untuk pengembangan turbojet drive sesuai kecepatan yang diinginkan dengan pemilihan variasi stator turbo yang telah diuji.

Kata kunci: *Turbojet Drive, Stator Turbo, Material ST-PLA, Kekuatan Dorong*

ABSTRACT

Turbojet drive or water jet as we know today that turbojet drive technology is a marine system that produces water jets for propulsion. However, the thing that must be considered is the thrust generated by the propeller because of a problem that is often discussed. The purpose of this study was to determinet the effect of variations of the turbo stator on the trust of the tubojet drive using the ST-PLA 3D printing material.in this study, the turbojet drive design method uses the concept of an outboard engine with the help of tools and hanging scales to get the value of the thrust so that it can be analyzed later. This study compares 3 forms of turbo stator,

namely 4 Blade, 6 Blade and 8 Blade, based on the results of this study it was found that the variation of the turbo stator has a major influence on the thrust of the turbojet drive with 3D printing product ST-PLA material. The test results show that the 8-blade turbo stator has the highest thrust with an average value of 44.145 N and the 4-blade turbo stator has the lowest thrust with an average value of 24.525 N. Besides, this data can also be used as a reference for development of a turbojet drive according to the desired speed with the selection of a turbo stator variation that has been tested.

Keywords: *Turbojet Drive, Turbo Stator, Material ST-PLA, Thrust*

1. PENDAHULUAN

Bangka belitung merupakan kepulauan yang dikelilingi oleh lautan dan ratusan pulau-pulau kecil yang memiliki berbagai potensi. Dengan kemajuan teknologi yang sangat pesat saat ini. Para nelayan yang ada di Bangka Belitung pada umumnya menggunakan mesin tempel sebagai transportasi untuk melaut.

Turbojet drive atau *water jet* yang kita ketahui saat ini bahwa teknologi *turbojet drive* ini sudah pernah diteliti pertama kali ditemukan oleh Sir William Hamilton pada awal tahun 1950. Beliau pertama kali menamakan *water jet* dengan nama *Marine jet*.

Sebagian orang akan mengira bahwa *water jet* ini merupakan sistem penggerak model baru, sebenarnya sistem *propulsi water jet* ini telah lama dikembangkan sebagai penggerak untuk berbagai jenis kapal terutama pada kapal dengan kecepatan tinggi, tetapi dalam penerapannya belum secara luas/global (Dawson, 2004).

Namun hal yang harus tetap diperhatikan ialah daya dorong yang dihasilkan *propeller* karena suatu permasalahan yang sering dibahas pada sebuah teknologi perkapalan, karena *propeller* atau baling-baling kapal harus memiliki kemampuan yang cukup dalam menopang gaya yang berkerja terhadapnya seperti gaya dorong (*thrust*) yang dihasilkan itu sendiri, karena kekuatan dorong sangat diperlukan oleh sebuah kapal sehingga dapat menggerakkan kapal sesuai kecepatan pergerakan kapal yang diinginkan (Hidayatis Salam, Mulyatno, & Iqbal, 2017).

Fokus penelitian ini yaitu pada *stator* yang mana fungsi dari *stator* pada *waterjet* sama dengan prinsip kerja *stator* pada *torgue converter*. *Stator* pada *waterjet* berfungsi mengarahkan aliran serta menaikkan kecepatan aliran yang masuk melalui saluran yang menyebabkan terjadinya perbedaan momentum, sehingga membuat kapal dapat bergerak (Fungsi dan Cara Kerja Torque Converter, 2021).

Fused Deposition Modelling (FDM) merupakan teknik 3D Printing yang digunakan untuk mencetak produk menggunakan filamen sebagai material. Produk yang dicetak tersebut mempunyai karakteristik geometri ideal apabila mempunyai ukuran yang teliti dan bentuk yang sempurna. Salah satu jenis material yang dapat diproses menggunakan 3D Printing FDM adalah material fleksibel. Penelitian dalam hal akurasi dimensi telah banyak dilakukan terhadap material PLA dan ABS. Sedangkan penelitian menggunakan material fleksibel masih jarang dilakukan (Pristiansyah, Hasdiansah, & Sugiyarto, 2019).

Bahan utama pada peneliti ini menggunakan bahan *material* ST-PLA pengembangan dari material PLA. Alasan menggunakan *filament* ST-PLA ialah

material PLA banyak digunakan selama pencetakan, tetapi *material* PLA mudah rapuh setelah beberapa bulan dikarenakan kelembapan suhu dan debu. Waktu pelapukannya pun berkisar 6 bulan.

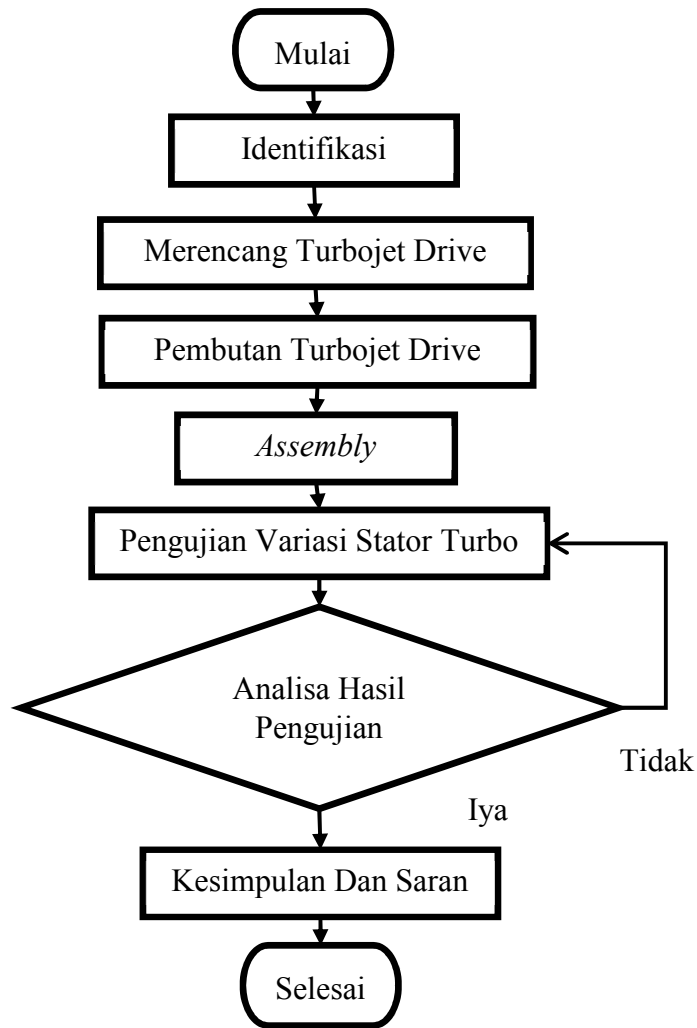
CCTREE menemukan PLA *special* yang disebut ST-PLA yang dikomposkan dengan aditif *special*, tidak berpengaruh *biodegradasi*, dapat meningkatkan properti PLA dibanding dengan *material* PLA normal. *Material* ST- PLA lebih keras dibandingkan dengan PLA ragular, sehingga dapat menghasilkan kekuatan yang lebih baik, ikatan lapisan yang kuat dan tahan akan benturan (Pratama, Hasdiansah, & Pristiansyah, 2021).

Dari hasil penelitian kekuatan uji tarik yang telah dilakukan pada produk *material* PLA dengan orientasi posisi objek horizontal memiliki kualitas dimensi yang paling baik dan mempunyai titik leleh yang rendah yaitu pada temperatur 190°C, Jumlah kesalahan akurasi material ini tidak melebihi 1 mm pada setiap layer. *Material* PLA dengan orientasi posisi objek horizontal dengan dan tebal layer sebesar 0,40 mm menghasilkan kekuatan tegangan tarik terbesar 35,57 Mpa (Suzen, Hasdiansah, & Yuliyanto, 2020).

Dalam tugas akhir ini penulis meneliti mengenai kekuatan dorong dengan membandingkan pengaruh stator turbo 4 *blade*, 6 *blade* dan 8 *blade*, mesin penggerak yang digunakan pada *turbojet drive* dengan kapasitas mesin 9 Hp atau 3600 Rpm, sehingga dari hasil pengujian *stator turbo* pada *turbojet drive* kita dapat melihat pengaruh kekuatan dorong dari ketiga variasi dengan menggunakan produk 3D *printing material* ST-PLA tersebut. Pada hasil penelitian ini dapat menjadikan solusi untuk menggantikan mesin tempel yang digunakan oleh nelayan yang ada di Bangka Belitung di era yang akan datang dengan menentukan kekuatan dorong yang akan digunakan sesuai dengan lokasi penggunaan *turbojet drive*.

2. METODE

Metode penelitian ini dengan menggunakan perencanaan dan pembuatan serta uji coba *turbojet drive* yang dibuat, langkah-langkah penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk mengarahkan dan memudahkan proses penelitian pengujian *stator turbo*, agar hasil yang diinginkan dapat tercapai. Pada tahap ini peneliti menggunakan metode dengan konsep mesin tempel yang mana dari rancangan *turbojet drive* ini sebagai alternatif proses pengujian pada *stator turbo*, Adapun *flow chart* penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

2.1 Objek Penelitian

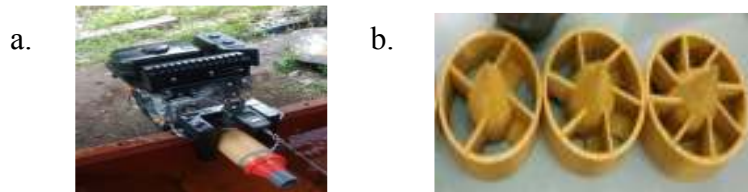
Objek penelitian dilakukan pada *turbojet drive* dengan penelitian variasi *stator turbo 4 blade, 6 blade dan 8 blade* dengan diameter 80mm. *Material* yang digunakan filament ST-PLA. Penggambaran dalam merancang *stator turbo* dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Fusion 360* sebagai media bantu dalam merancang. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *stator turbo* menggunakan mesin *3D printing*.



Gambar 2. a. 4 Blade, b. 6 Blade, c. 8 Blade

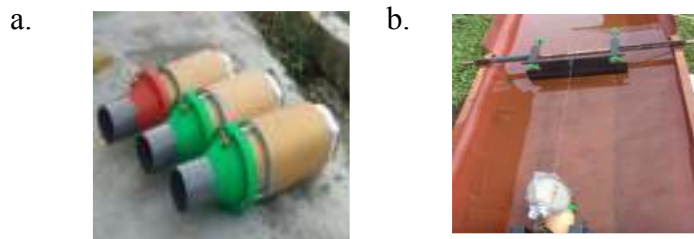
2.2 Alat Dan Bahan

1. Mesin penggerak *turbojet drive* menggunakan mesin motor bakar kapasitas 9 HP/3600 RPM seperti pada Gambar 3a dan tiga variasi *stator turbo* 4 blade, 6 blade dan 8 blade dengan diameter 80mm seperti pada Gambar 3b.



Gambar 3. a. Mesin Penggerak, b. Variasi *Stator Turbo*

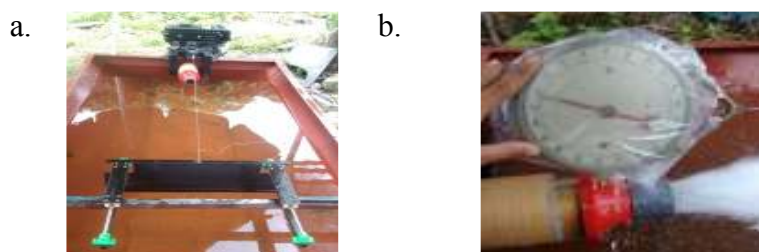
2. Tiga produk 3D *printing turbojet drive* dengan variasi *stator turbo* 4 blade, 6 blade dan 8 blade hasil dari pencetakan dengan *material* ST-PLA seperti pada Gambar 4a dan pengujian menggunakan plat penahan dengan bantuan timbangan gantung yang dihubungkan serta data pengujian dilihat dari timbangan seperti pada Gambar 4b.



Gambar 4. a. Produk 3D *Printing Turbojet Drive*, b. Alat Pengujian

2.3 Langkah - Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan peneliti secara berurutan dari mempersiapkan mesin penggerak, bak uji yang terisi air, alat bantu berupa plat penahan serta timbangan gantung dan *turbojet drive* dengan tiga variasi *stator turbo*, maka akan dilanjutkan dengan pemasangan mesin penggerak pada dudukan rangka serta menepatkan pada bak uji dan dilanjutkan dengan pemasangan timbangan gantung dengan alat bantu berupa plat penahan seperti pada Gambar 5a.



Gambar 5. a. Perakitan Selesai, b. Proses Pengambilan Data

Setelah semuanya selesai dilanjutkan dengan pemasangan *turbojet drive* secara bergantian serta melakukan pengujian dan pengambilan data dari ketiga variasi *stator turbo* seperti Gambar 5b.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil pengujian

Pada pembahasan ini dapat kita lihat data rata-rata hasil pengujian 3 variasi *stator turbo* diameter 80mm dengan Timbangan Gantung Jarum dan kapasitas mesin penggerak 9 HP / 3600 RPM yang digunakan dan jarak pengujian 100cm.

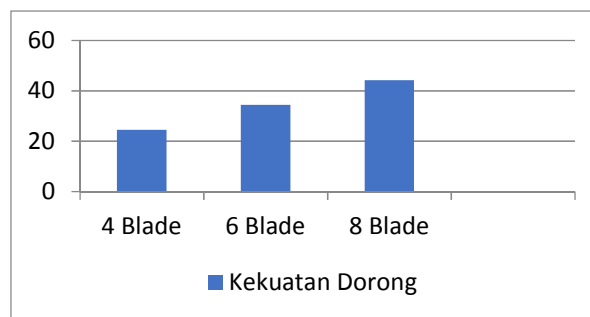
$$F = m \cdot a$$

Ket : F (Gaya) = N
m(Massa) = Kg
a (Percepatan Gravitasi) = m/s²

Tabel 1. Hasil Rata-Rata Pengujian Kekuatan Dorong *Stator Turbo*

Blade	F = m X a	Jarak Pengujian	Jumlah
8	4,5 Kg x 9,81 m/s ²	100 cm	44,145 N
6	3,5 Kg x 9,81 m/s ²	100 cm	34,335 N
4	2,5 Kg x 9,81 m/s ²	100 cm	24,525 N

Jadi, hasil nilai pengujian kekuatan dorong yang tertinggi diperoleh pada *stator turbo 8 blade* dengan hasil yang didapat 44,145 N seperti pada Tabel 1.



Gambar 6. Diagram Batang Analisa Variasi *Stator Turbo*

Hasil analisa pengujian variasi *stator turbo* terhadap kekuatan dorong dapat kita lihat pada grafik diatas, bahwa pada *stator turbo 8 blade* memberikan pengaruh terhadap kekuatan dorong yang dihasilkan sehingga mendapatkan nilai tertinggi dengan kekuatan dorong 44,145 N . Untuk kekuatan dorong pada *stator turbo 6 blade* memberikan pengaruh terhadap kekuatan dorong yang dihasilkan cukup rendah dibandingkan dengan *stator turbo 8 blade* diperoleh hasil 34,335 N. Kemudian untuk *stator turbo 4 blade* memberikan pengaruh terhadap kekuatan dorong terendah diperoleh dengan hasil 24,525 N seperti pada Gambar 6.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka diperoleh:

1. *Stator turbo 8 blade* memberikan pengaruh terhadap kekuatan dorong tertinggi dan pada *stator turbo 4 blade* memberikan kekuatan dorong terendah.
2. Bahwa jumlah *stator turbo* sangat memberikan pengaruh terhadap kekuatan dorong, semakin banyak jumlah *blade* tekanan air yang dikeluarkan dari

bantuan *nozzle* semakin besar, tetapi semakin sedikit jumlah *blade* pada *stator turbo* kekuatan dorong yang dikeluarkan dari bantuan *nozzle* semakin kecil.

3. Sama halnya dengan Penerapan Hukum Bernoulli pada Efek Venturi Persamaan Bernoulli juga bisa diterapkan pada kasus penelitian ini yakni ketika *fluida* melewati bagian pipa yang penampangnya kecil (A2), maka laju *fluida* bertambah menurut prinsip Bernoulli, jika kelajuan *fluida* bertambah, maka tekanan *fluida* tersebut menjadi kecil. Jadi tekanan *fluida* dibagian pipa yang sempit lebih kecil tetapi laju aliran *fluida* lebih besar, demikian pula sebaliknya, jika laju aliran *fluida* rendah maka tekanan *fluida* menjadi besar (Komarudin & Yohanes, 2016).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya selaku peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan teman-teman seperjuang atas bantuan dan arahnya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dawson, C. (2004). "Sejarah Awal Mesin Air-jet" [wikipedia]. *"Warisan Industri"*, 30(3), 36.
- Hidayatis Salam, A. H., Mulyatno, P. I., & Iqbal, M. (2017). Analisa Kelelahan Propeller Kapal Ikan PVC Dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro*, 5, 243-252.
- Komarudin, & Yohanes, P. (2016, Desember). PENGARUH PENGGUNAAN AIR VENT TUBE TURBULANCE (AVTT) TERHADAP KINERJA MESIN MOTOR MATIK 4 LANGKAH. *BINA TEKNIKA*, 12(2), 155-164.
- Pratama, Y. B., Hasdiansah, & Pristiansyah. (2021). Pengaruh Parameter Proses Slicing Software Terhadap Kekasaran Permukaan Printing Part Filamen ST-PLA. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 13(01), 34-40.
- Pristiansyah, Hasdiansah, & Sugiyarto. (2019). Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11(1), 33-40.
- Suzen, Z. S., Hasdiansah, & Yuliyanto. (2020). Pengaruh Tipe Infill Dan Temperatur Nozzle Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing Filamen Pla+ Esun. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 22(2), 73-80.
- Teknik-otomotif.com. 2021. *Fungsi dan Cara Kerja Torque Converter*. [online] diambil dari: <<https://www.teknik-otomotif.com/2018/03/fungsi-dan-cara-kerja-torque-converter.html>> [Accessed 28 February 2021].



PENGARUH PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP
KEKUATAN IMPAK MENGGUNAKAN METODE CHARPY
PADA FILAMEN PLA

Ongki Rio Irfany¹, Zaldy Sirwansyah Suzen², Ariyanto³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
ongkirioorfany@gmail.com

ABSTRAK

Adanya teknologi 3D Printing di sektor manufaktur telah membawa perubahan besar bagi dunia industry . Penelitian ini menggunakan mesin 3D printing FDM model PRUSA area dengan dimensi 220mm X 220mm X 250mm dengan ukuran diameter nozzle 0,4mm. Material yang digunakan adalah filamen PLA dengan diameter 1.75mm dengan variasi parameternya yaitu infill geometri (Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, Cubic Subdivision, Octet, Quarter Qubic, Concentric, Zig-Zag, Cross, Cross 3D dan Gyroid), printing speed (40mm/s, 50mm/s dan 60mm/s), flowrate (80%, 90% dan 100%) dan colling speed (40%, 50% dan 60%) yang di tentukan pada ultimaker cura 4.7.1 sehingga menghasilkan 39 sampel yang dicetak. Hasil dari pengujian impak tertinggi terdapat pada spesimen uji nomor 6 cubic subdivision sebesar 0,00935 Joule/mm² dengan printing speed 40 flowrate 80 dan colling 40. Nilai uji impak terendah pada eksperimen nomor 24 cross sebesar 0,00066 Joule/mm² dengan printing speed 50 flowrate 90 dan colling speed 50.

Kata Kunci: 3D Printing, filamen PLA, uji impak charpy.

ABSTRACT

The existence of 3D Printing technology in the manufacturing sector has brought big changes to the industrial world This research uses a 3D printing machine FDM model PRUSA area with dimensions of 220mm X 220mm X 250mm with a nozzle diameter of 0.4mm. The material used is a PLA filament with a diameter of 1.75mm with a variety of parameters, namely infill geometry (Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, Cubic Subdivision, Octet, Quarter Qubic, Concentric, Zig-Zag, Cross, Cross 3D and Gyroid), printing speed (40mm / s, 50mm / s and 60mm / s), flowrate (80%, 90% and 100%) and colling speed (40%, 50% and 60%) which are specified in ultimaker cura 4.7.1 so that produced 39 printed samples. The highest impact test results were found in the test specimen number 6 cubic subdivision of 0,00935 Joule/mm² with a printing speed of 40, flowrate 80 and colling 40. The lowest impact test value in experiment number 24 cross is 0,00066 Joule/mm² with a printing speed of 50, flowrate 90 and colling speed 50.

Keywords: 3D Printing, PLA filament, charpy impact test.

1. PENDAHULUAN

Adanya teknologi 3D Printing di sektor manufaktur telah membawa perubahan besar bagi dunia industri, terutama untuk pembuatan spare part mesin seperti roda gigi, pasak dan sebagainya, atau produk manufaktur dengan harga yang terjangkau. Faktanya, teknologi ini (disebut juga "manufaktur lapisan tambahan") telah ada sejak tahun 1980-an. Pencetakan 3D merupakan terobosan baru di bidang teknologi. Terobosan ini populer di seluruh dunia, terutama di bidang akademisi dan industri (Pristiansyah, et al., 2019)

PLA adalah plastik yang biasanya terkandung dalam kelompok poliester alifatik, yang dapat terdegradasi dengan hidrolisis. ABS adalah plastik polimer yang tersusun dari tiga jenis monomer yaitu akrilonitril, butadiena, dan stirena (septiawan, 2017).

Penelitian optimasi mengenai akurasi dimensi, pengulangan dan sifat mekanik material PLA dengan ukuran spesimen hasil uji impact material plastik menunjukkan bahwa akurasi dimensi sangat dipengaruhi oleh temperatur ekstrusi dan ketebalan lapisan. Sebelum membuat desain menjadi kenyataan, bahan harus diuji. Dengan cara ini dapat dinyatakan bahwa struktur tersebut aman untuk pengoperasian manusia. Ketangguhan material terhadap rekahan getas merupakan masalah yang juga harus diperhatikan pada struktur plastik. Jika rekahan getas semacam ini terjadi pada bahan plastik dengan daya tahan rendah, maka rekahan tersebut akan menyebar dengan cepat dan dapat menyebabkan kerusakan dalam waktu singkat (Kurniadi, 2019)

Untuk mengevaluasi ketahanan material terhadap rekahan getas, perlu dilakukan uji impact. Pengujian impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering dijumpai pada peralatan transportasi atau konstruksi, dengan kondisi tersebut beban tidak selalu terjadi secara perlahan tetapi tiba-tiba. Biasanya uji skala kecil adalah uji impact Charpy, karena dianggap lebih sederhana dan aman selama proses pengujian, sehingga dipilih (Wawandaru, et al., 2017).

Plastik merupakan bahan yang sulit terurai, sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap sampah plastik yang ada di sekitar kita. Pengujian impact pada sampah plastik daur ulang bertujuan untuk mengetahui sifat fisik, ketahanan dan ketangguhan sampah plastik hasil daur ulang. Pengambilan sampel dilakukan dengan 10 kali pengujian terhadap sampel, nilai rata-rata sampel adalah plastik polipropilen, energi tumbukan rata-rata = 1,31 Joule, dan kekuatan tumbukan rata-rata = 0,0161 Joule / mm². Energi tumbukan rata-rata polietilen tereftalat jenis plastik = 1,15 Joule, kekuatan tumbukan rata-rata = 0,0138 Joule / mm², bila plastik dicampur antara PP dan PET, energi tumbukan rata-rata = 1,18 Joule dan kekuatan tumbukan Nilai rata-rata / kekuatan tumbukan = 0,0145 Joule / mm². Hasil pengujian plastik polipropilen memiliki nilai dampak tertinggi pada sampah plastik hasil daur ulang (Trisnadi, et al., 2017).

Dengan banyaknya penelitian mengenai uji Tarik menggunakan filament plastik 3D printing dan mengenai uji impact menggunakan bahan Logam dengan metode charpy dan izod, maka dari itu dilakuanlah penelitian ini yang mengenai Uji Impact menggunakan Filamen Plastik jenis PLA. Guna untuk mengetahui ketangguhan dari suatu material. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada setting parameter terbaik agar dapat menghasilkan nilai uji impact yang diinginkan. (Hakim, et al., 2019)

Penelitian yang dilakukan pada material PLA+ Esun diameter 1,75mm menggunakan mesin 3D printing FDM model PRUSA dengan dimensi 220 mm x 220 mm x 250 mm dan nozzle temperature (205oC, 215oC, dan 225oC). layer thickness 0,2mm, bed temperature 60oC, travel speed 100, printing speed 50, infill type (Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, cubic Suidivision, Octet, Quarter Qubic, Concentric, Zig-Zag, Croos, Cross 3D, dan Gyroid) yang akan ditentukan pada software Ultimaker Cura 4.4.0. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pengujian nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji ke 22 yaitu 43,20 Mpa dengan parameter nozzle temperature 215 oC dan infill tipe concentric, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen uji ke 22 yaitu 24,50 Mpa dengan parameter temperature nozzle 205 oC dan infill type cross. (Suzen, et al., 2020)

Uji impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan dan keuletan material.pada uji impak ini digunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). pembebanan dari jenis ini dapat dilihat pada starain ratenya.pada pembebanan cepat atau disebut pengujian impak terjadi proses penyerapan yang besar dari energy kinetic suatu beban yang menumbuk kebenda uji (Trisnadi, et al., 2017)

2. METODE

2.1 Material Penelitian

Material Filamen plastik jenis PLA dengan diameter 1,75 mm benda kerja dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Filamen PLA

2.2 Peralatan Penelitian

Mesin 3D Printing Anet ET4 dengan Printing area XYZ 220mm x 220mm x250mm dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 3. Mesin 3D Printing Anet ET 4

Alat Uji *Impak* *GOTECH* metode *Charpy* model *GT-7045* dengan kapasitas 150 kg/cm dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Alat Uji *Impak Charpy* model *GT-7045*

2.3 Langkah-langkah Penelitian

Pembuatan model spesimen uji dengan menggunakan aplikasi solidworks 2013, sesuai dengan ukuran standar ASTM E23-05. Dengan ukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm, tinggi 10 mm dan takik berada di tengah-tengah panjang balok dengan kedalaman 2 mm dengan sudut 45o.



Gambar 5 Spesimen yang dibuat menggunakan software gambar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Impak

Setelah melakukan pengujian impak pada spesimen cetak, maka diperoleh hasil yang beragam dari setiap urutan eksperimen yang memiliki nilai yang berbeda-beda terhadap printing speed 40°C, 50 °C dan 50 °C, flowrate 80 mm/s, 90 mm/s dan 100 mm/s dan colling speed 40 mm/s, 50 mm/s dan 60 mm/s dengan 13 type infill yang berbeda yaitu Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, Cubic Subdivision, Octet, Quarter Qubic, Concentric, ZigZag, Cross, Cross 3D dan Gyroid, yang terdapat pada Tabel 1.

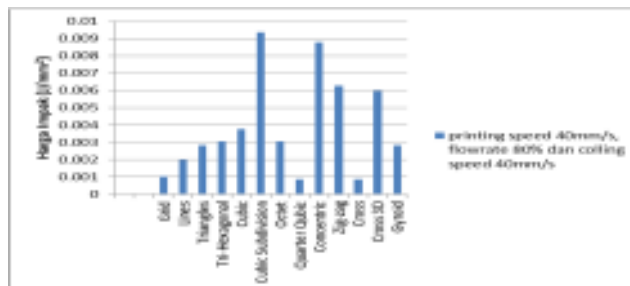
Tabel 1. Nilai Hasil Impak

Exp No	Infill Geometri	Berat Pendulum (kg)	Gravitasi (m/s ²)	Jarak lengan pengayun (m)	Sudut posisi akhir pendulum	Sudut posisi awal pendulum	Harga Impak (Joule/m ²)
1	Grid	2,5	9,81	0,4	144	150	0,00102
2	Lines	2,5	9,81	0,4	139	150	0,00199
3	Triangles	2,5	9,81	0,4	135	150	0,00283
4	Tri-Hexagonal	2,5	9,81	0,4	134	150	0,00306
5	Cubic	2,5	9,81	0,4	131	150	0,00375
6	Cubic Subdivision	2,5	9,81	0,4	110	150	0,00935
7	Octet	2,5	9,81	0,4	134	150	0,00306

8	Quarter Qubic	2,5	9,81	0,4	145	150	0,00084
9	Concentric	2,5	9,81	0,4	112	150	0,00877
10	Zig-zag	2,5	9,81	0,4	121	150	0,00626
11	Cross	2,5	9,81	0,4	145	150	0,00084
12	Cross 3D	2,5	9,81	0,4	122	150	0,00599
13	Gyroid	2,5	9,81	0,4	135	150	0,00283
14	Grid	2,5	9,81	0,4	129	150	0,00422
15	Lines	2,5	9,81	0,4	131	150	0,00375
16	Triangles	2,5	9,81	0,4	113	150	0,00848
17	Tri-Hexagonal	2,5	9,81	0,4	133	150	0,00328
18	Cubic	2,5	9,81	0,4	135	150	0,00283
19	Cubic Subdivision	2,5	9,81	0,4	124	150	0,00547
20	Octet	2,5	9,81	0,4	145	150	0,00084
21	Quarter Qubic	2,5	9,81	0,4	122	150	0,00599
22	Concentric	2,5	9,81	0,4	145	150	0,00084
23	Zig-zag	2,5	9,81	0,4	122	150	0,00599
24	Cross	2,5	9,81	0,4	146	150	0,00066
25	Cross 3D	2,5	9,81	0,4	122	150	0,00599
26	Gyroid	2,5	9,81	0,4	145	150	0,00084
27	Grid	2,5	9,81	0,4	125	150	0,00522
28	Lines	2,5	9,81	0,4	126	150	0,00496
29	Triangles	2,5	9,81	0,4	135	150	0,00283
30	Tri-Hexagonal	2,5	9,81	0,4	134	150	0,00306
31	Cubic	2,5	9,81	0,4	115	150	0,00790
32	Cubic Subdivision	2,5	9,81	0,4	143	150	0,00120
33	Octet	2,5	9,81	0,4	145	150	0,00084
34	Quarter Qubic	2,5	9,81	0,4	116	150	0,00763
35	Concentric	2,5	9,81	0,4	122	150	0,00599
36	Zig-zag	2,5	9,81	0,4	124	150	0,00547
37	Cross	2,5	9,81	0,4	145	150	0,00084
38	Cross 3D	2,5	9,81	0,4	134	150	0,00306
39	Gyroid	2,5	9,81	0,4	120	150	0,00653

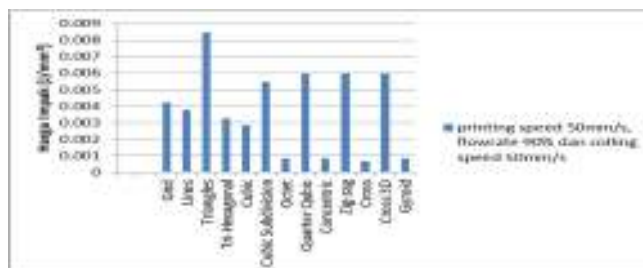
Pada hasil dari pengujian impak dengan 13 tipe infill , printing speed 40mm/s flowrate 80% dan colling speed 40% didapatkan nilai Hasil Impak tertinggi yaitu 0,00935 Joule/mm² dengan infill cubic subdivision dan nilai Hasil Impak terendah

yaitu 0,00084 Joule/mm² dengan infill Quarter cubic dan Cross. Hasil dari pembahasan ini dapat dilihat pada table berikut.



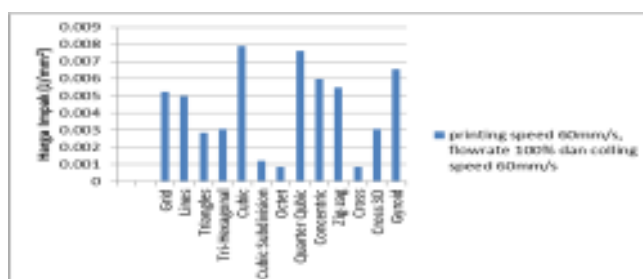
Gambar 6. Hasil Harga Impak Printing Speed 40mm/s Flowrate 80% dan Colling speed 40%.

Pada hasil dari pengujian impak dengan 13 tipe infill , printing speed 50mm/s flowrate 90% dan colling speed 50% didapatkan nilai Hasil Impak tertinggi yaitu 0,00848 Joule/mm² dengan infill Triangles dan nilai Hasil Impak terendah yaitu 0,00066 Joule/mm² dengan infill cross. Hasil dari pembahasan ini dapat dilihat pada gambar tersebut.



Gambar 7. Hasil Harga Impak Printing Speed 50mm/s Flowrate 90% dan Colling speed 50%

Pada hasil dari pengujian impak dengan 13 tipe infill , printing speed 60 mm/s flowrate 100% dan colling speed 60% didapatkan nilai Hasil Impak tertinggi yaitu 0,00790 Joule/mm² dengan infill cubic dan nilai Hasil Impak terendah yaitu 0,00084 Joule/mm² dengan infill Cross dan octet Hasil dari pembahasan ini dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 8 Hasil Harga Impak Printing Speed 60mm/s Flowrate 100% dan Colling speed 60%

4. KESIMPILAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang didapat maka diperoleh :
simpulkan bahwa hasil pengujian impact menggunakan spesimen PLA didapatkan nilai uji impact tertinggi pada eksperimen nomor 6 cubic subdivision sebesar 0,00935 Joule/mm² dengan printing speed 40 flowrate 80 dan colling 40. Nilai uji impact terendah pada eksperimen nomor 24 cross sebesar 0,00066 Joule/mm² dengan printing speed 50 flowrate 90 dan colling speed 50.

DAFTAR PUSAKA

- Pristiansyah, Hasdinsah, & Sugiyarto. (2019). Optimasi Parameter Proses 3D Printrng FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filamen Eflex. 11 (01).(Journal). Sungailiat : JURNAL TEKNOLOGI MANUFAKTUR, 2019 - : Vol. 11
- septiawan, A. (2017). Pengaruh parameter proses ekstrusi 3D printer terhadap sifat mekanis cetak komponen berbahan filamen PLA.(Journal).teknik mesin 2017 –pp. 21-22.
- Kurniadi, S. (2019). Pembuatan Alat Uji Impact Charpy Untuk Material Plastik Dengan Takik. 8 (1).
- Wawandaru, M., & Fitri, M. (2017). Perancangan alat uji impact charpy untuk material plastik dengan takik.(Journal),-Batam : Zona Mesin, 2017.-Vol.8.
- Lubis, S., Djamil, S., & Yolanda. (2016). pengaruh orientasi objek pada proses 3D printing bahan polymer pla dan abs terhadap kekuatan tarik dan ketelitian dimensi.(Journal)// teknik mesin 2016,pp 27-36.
- Suzen, Z. S., Hasdiansah, & Yuliyanto. (2020). Pengaruh tipe infill dan temperatur nozzle terhadap kekuatan tarik produk 3D printing filamen pla+ Esun. (Journal), sungailiat : Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur, 2020. – 2 :12
- Trisnadi, W., Ismono, Fadelan, & Winardi, Y. (2017). Analisa Hasil Uji Impact Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan Campuran (PP + PET).(Journal). Ponorogo : R.E.M (Rekayasa Energi Manufaktur), 2017.-1 : Vol.2
- Doungkom P dan Jiamjiroch K (2019), Analysis of Printing Pattern and Infiltration Percent over the Tensile Properties of PLA Printed Parts by a Fuse Deposition Modelling Printer, Jurnal TSME-International Conference on Mechanical Engineering,- Pathumthan.



ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES CNC
TURNING MATERIAL BAJA ST 42 MENGGUNAKAN
METODE *TAGUCHI*

Hermansyah Rhomadan¹, Robert Napitupulu², Husman³
^{1,2,3} Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung, Sungailiat
sandicowok121@gmail.com

ABSTRAK

Kekasaran permukaan yang minimum merupakan sasaran yang ingin dicapai pada proses pengerjaan benda kerja dengan menggunakan CNC *Turning*. Dimana semakin kecil nilai kekasaran permukaan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang baik (*smaller-is-better*). Suatu penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui seting kombinasi variabel (Gerak makan, Putaran *spindel* dan kedalaman pemakanan) terhadap kekasaran permukaan minimum, dan untuk mengetahui persentase kontribusi parameter yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan pada proses CNC *Turning*. Metode penelitian menggunakan Metode *Taguchi* dengan Rancangan percobaan matriks *orthogonal* $L_9(3^3)$, karena ada tiga parameter proses yang memiliki tiga level. Pengulangan dilakukan sebanyak dua kali. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kekasaran permukaan. Selain itu didapat level-level dari parameter-parameter proses putaran *spindel* (put/min), gerak makan (*feeding*), dan kedalaman pemakanan yang dapat meminimalkan kekasaran permukaan. Hasil penelitian ini menunjukkan seting kombinasi variabel parameter yang tepat untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang minimum adalah putaran *spindel* 1250 put/min, kedalaman pemakanan 0,5 mm, gerak makan 1,0 mm/rev. persentase kontribusi parameter yang berpengaruh pada kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan sebesar 24,41%

Kata kunci: CNC *Turning* , Kekasaran Permukaan, Metode *Taguchi* Parameter.

ABSTRACT

Minimum surface roughness is the target to be achieved in the workpiece machining process using CNC Turning. Where the smaller the surface roughness value will result in a better (smaller-is-better) surface roughness. This research aims to determine the variable combination settings (feeding motion, spindle rotation and infeed depth) to the minimum surface roughness, and to determine the percentage contribution of parameters that affect surface roughness in the CNC Turning process. The research method used the Taguchi method with L9 orthogonal matrix experimental design (33), because there are three process parameters that have three levels. Repetition is done twice. From the research results, the surface roughness value is obtained. In addition, the levels obtained from the spindle

rotation process parameters (Rpm), feeding motion (feeding), and the depth of feeding that can minimize surface roughness. The results of this study indicate the right combination setting of parameter variables to produce the minimum surface roughness is a spindle rotation of 1250 put / min, infeed depth of 0.5 mm, feeding motion of 1.0 mm / rev. The percentage contribution of parameters that affects surface roughness is the infeed depth of 24.41%

Keywords: CNC Turning, Surface Roughness, Taguchi Method Parameters.

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur tidak lepas dari adanya proses permesinan, khususnya pada proses pembubutan. Proses pembubutan merupakan proses pemotongan yang menggunakan mesin perkakas untuk memproduksi bentuk silindris dan juga dapat digunakan untuk membuat ulir, pengeboran dan meratakan benda putar dengan cara memotong benda kerja yang berputar pada *spindel* menggunakan alat potong (pahat) yang memiliki tingkat kekerasan di atas benda kerja yang dibentuk. (Rozaq dan Iswanto, 2017)

Kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan, Kekasaran permukaan benda kerja tergantung pada hasil pembubutan yang terjadi pada permukaan benda kerja. Hasil pembubutan yang terjadi pada permukaan benda kerja meninggalkan bekas berupa garis/kawah-kawah halus pada permukaan benda kerja tersebut. Bekas garis/kawah tersebut tergantung pada pahat dan benda kerja yang digunakan.

Pada penelitian sebelumnya metode yang digunakan metode *taguchi*, dari proses CNC *Turning*, dengan parameter putaran *spindel* 2866 rpm, kecepatan potong 0,40 mm/put, kedalaman pemakanan 1 mm, dan respon yang diambil kekasaran permukaan pada material AMUTIT, hasil yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan sebesar 82,6%. (Yudo dan kurniawan, 2018)

Dari uraian di atas, maka dilakukan suatu penelitian dalam penggunaan *feeding* untuk mendapatkan nilai kekasaran yang diinginkan terhadap perbandingan hasil kekasaran permukaan benda kerja dengan menggunakan pahat jenis *Carbide* dengan material ST.42. Dari latar belakang tersebut maka akan dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Kekasaran Permukaan Pada Proses CNC *Turning* Pada Baja ST.42 Dengan Menggunakan Metode *Taguchi*”, dimana Metode *Taguchi* itu sendiri berfungsi untuk meningkatkan kualitas dari hasil manufaktur, karena metode ini termasuk salah satu dari metode analisa yang digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Pada penelitian sebelumnya metode yang digunakan metode *taguchi*, dari proses CNC *Turning*, dengan parameter putaran *spindel* 2748 rpm, gerak makan 0,15 mm/put, kedalaman pemakanan 0,5 mm, dan respon yang diambil kekasaran permukaan pada material baja ST.42, hasil yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah gerak makan sebesar 99,48%. (Afreza, 2017)

2. METODE PENELITIAN

Metode Taguchi

Metode *Taguchi* merupakan metodologi penelitian dalam bidang teknik untuk memperbaiki proses, karakteristik benda kerja dan dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Metode *taguchi* berupaya mencapai sasaran tersebut dengan menjadikan benda kerja dan proses tidak sensitive terhadap berbagai variabel gangguan (*noise*), seperti material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi-kondisi operasional (soejanto, 2009). Metode *Taguchi* menjadikan benda kerja dan proses mempunyai sifat kokoh (*robust*) terhadap variabel-variabel gangguan tersebut. Oleh karena itu, Metode *Taguchi* juga disebut *robust design*.

Metode *Taguchi* mempunyai beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan metode desain lainnya (soejanto, 2009). Kelebihan tersebut diantaranya :

1. Lebih efisien karena dapat melaksanakan penelitian dengan memperbanyak variabel dan level variabel.
2. Menghasilkan kesimpulan mengenai level dari variabel kontrol yang menghasilkan respon minimal.
- 3.

Karakteristik Respon Optimal

- *Smaller is Better*

Analisis jenis ini biasanya untuk menganalisis suatu cacat pada produk, yang mana harga idealnya kalau bisa harus sama dengan nol. Yang berarti semakin kecil kekasaran permukaan maka akan semakin baik. Untuk menghitungnya dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$S/N = -10 \log \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 \right]$$

RANCANGAN PENELITIAN

- Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah material baja ST 42 dengan dimensi Ø32 x 100 mm.



Gambar 1. Ukuran dan bentuk Benda Kerja

- Material untuk pahat yang digunakan adalah Pahat *Carbide type* CNMG 120408



Gambar 2. Pahat *Carbide Type* CNMG 120408

ALAT PENGUJIAN

- **Mesin CNC Turning**

Mesin CNC yang digunakan pada proses pengambilan data kekasaran permukaan benda kerja adalah mesin CNC SL-25 B/500.



Gambar 3. Mesin CNC SL-25 B/500

- **Alat Ukur Surface Raughness Tester**

Surface roughness tester digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan dari proses CNC. Surface tester yang digunakan yaitu Surface roughness tester dengan kecermatan 0,001 μm .



Gambar 4. Alat Ukur Surface roughness tester

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Penentuan level parameter proses**

Tabel 1. Penentuan Variabel proses dan pengaturan level

Variabel Proses		Level		
		1	2	3
A	Putaran <i>spindel</i> (put/min)	1000	1250	1500
B	Kedalaman pemakanan (mm)	0,5	0,7	1
C	Gerak makan (mm/rev)	0,5	1	1,5

Sumber : Hasil penentuan

- **Data hasil perhitungan rasio S/N parameter respon**

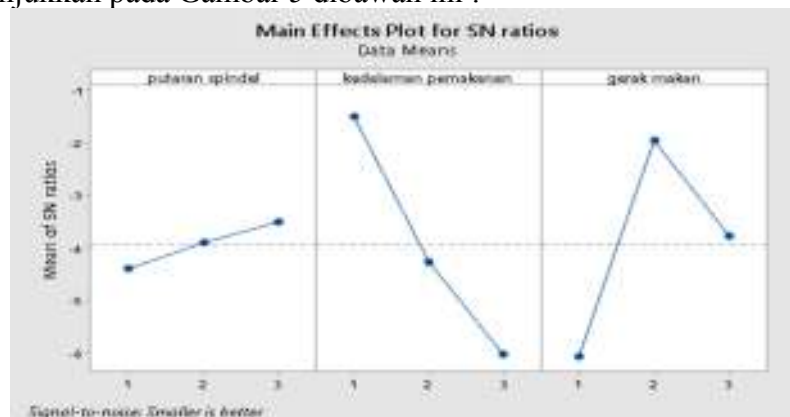
Dari hasil perhitungan rasio S/N dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 2. Hasil perhitungan Rasio S/N

No	Parameter			Nilai Kekasaran Permukaan		S/N
	Putaran <i>Spindel</i> (put/mm)	Kedalaman Pemakanan (mm)	Gerak Makan (mm/rev)	Replikasi 1	Replikasi 2	
1	1	1	1	1,349	1,373	-2,680
2	1	2	2	1,419	1,392	-2,957
3	1	3	3	2,443	2,348	-7,591
4	2	1	2	1,023	1,154	-0,752
5	2	2	3	1,381	1,332	-2,652
6	2	3	1	2,606	2,616	-8,337
7	3	1	3	1,053	1,217	-1,124
8	3	2	1	2,291	2,296	-7,211
9	3	3	2	1,268	1,312	-2,212
Rata-rata						-3,946

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 2, dapat dibuat grafik untuk memperlihatkan nilai rasio S/N yang terkecil pada masing-masing level untuk setiap parameter terhadap rasio S/N yang ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5. Grafik respon rasio S/N untuk level tiap parameter.

- **Penentuan kondisi parameter untuk respon optimal**

Tabel 3. Respon rasio S/N parameter terhadap hasil kekasaran permukaan

Parameter Proses	Tingkatan Level	Nilai Level
Putaran <i>spindel</i>	Level 2	1250 put/min
Kedalaman Pemakanan	Level 1	0,5 mm
Gerak Makan	Level 2	1 mm/rev

Sumber : Hasil perhitungan

- **Hasil Analisis Variansi (ANAVA)**

Hasil analisis variansi dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Hasil analisis variansi (ANAVA)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Putaran <i>spindel</i>	2	1,201	0,6003	0,11	0,900
Kedalaman pemakanan	2	31,247	15,6234	2,88	0,258
Gerak makan	2	25,333	12,6663	2,33	0,300
<i>Error</i>	2	10,865	5,4327		
Total	8	68,645			

Sumber : Hasil perhitungan *software statistic*

- **Hasil Persen Kontribusi Rasio S/N**

Tabel 5. Persen kontribusi rasio S/N

Sumber	V	SS	MS	SS'	ρ %
A	2	1,202	0,601	-9,740	- 14,187%
B	2	31,235	15,617	20,845	30,363%
C	2	25,273	12,636	14,409	20,988%
<i>Error</i>	2	10,943	5,471	43,139	62,836%
Total	8	68,653	-		100,000%

Sumber : Hasil perhitungan

Dari tabel perhitungan kontribusi parameter di atas menunjukkan bahwa parameter kedalaman pemakanan memiliki kontribusi yang paling besar terhadap nilai kekasaran permukaan dibandingkan dengan parameter gerak makan dan putaran *spindel* yaitu sebesar 30,363%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, dan analisis yang telah dilakukan, maka dari penelitian ini yang berjudul “Analisis Kekasaran Permukaan Pada Proses CNC *Turning* Pada Material Baja ST.42 Menggunakan Metode *Taguchi*” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setting kombinasi level variabel-variabel proses yang tepat pada CNC SL-25B/500, sehingga didapatkan respon kekasaran permukaan yang minimal adalah sebagai berikut :
 - a. Putaran *Spindel* diatur sebesar 1250 put/min.
 - b. Kedalaman Pemakanan diatur sebesar 0,5 mm.
 - c. Gerak Makan diatur sebesar 1 mm/rev.
2. Persen kontribusi dari variabel-variabel proses dalam mengurangi variasi respon kekasaran permukaan benda kerja adalah sebagai berikut :
 - a. Putaran *Spindel* memiliki kontribusi terbesar, sebesar -17,70 %
 - b. Kedalaman Pemakanan memiliki persen kontribusi, sebesar 24,41 %
 - c. Gerak Makan memiliki persen kontribusi, sebesar 17,44 %

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya selaku peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan teman-teman seperjuangan atas bantuan dan arahnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori Mohammad, (2018), “Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Proses *Turning*”, Universitas Islam Malang.
- Ilham Ansharil, (2017), “Pengaruh Air Hujan Dan Air Laut Terhadap Tingkat Karat Dan Laju Korosi Pada Baja ST.42”, Universitas Muhammadiyah Malang.
- K Sutrisna, I N Pasek Nugraha, dan K Rihendra Dantes, (2017), “Pengaruh Variasi Kedalaman Potong Dan Kecepatan Putar Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Bahan Baja ST.37”, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Ganesha.
- Marsyahyo, Eko, (2003), ”Mesin Perkakas Pemotongan Logam”. Malang : Toga.
- Mohamad Miftakhul Rozak, dan Iswanto, (2017), “Analisa Pengaruh Gerak Makan Dan Putaran *Spindel* Terhadap Keausan Pahat Pada Proses Bubut Konvensional”, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Nevada J.M.Nanulaitta, dan Eka R.M.A.P. Lilipaly, (2012), “Analisa Sifat Kekerasan Baja ST 42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalistor (Tulang Sapi (CaCO_3) Melalui Proses Pengarbonan Padat (*Pack Carburizing*)”, Politeknik Negeri Ambon.
- Rochim, T, (2001), ”Proses Pemesinan, Institut Teknologi Bandung”, Bandung.
- Rugayyah Sitti, (2020), “Analisis Pengaruh Pendingin Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan Material ST.42”, Universitas Negeri Makassar.
- Said Afreza, (2017), “Optimasi Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Baja ST.42 Dengan menggunakan Metode *Taguchi*”, Laporan Akhir Proyek Akhir, Universitas Negeri Bangka Belitung.
- Soejanto, I., (2009), “Desain Eksperimen Dengan Metode *Taguchi*”, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Zaldy Kurniawan, Eko Yudo, dan Ridho Rosmansyah, (2018), “Optimasi Kekasaran Permukaan Pada Material Amutit Dengan Proses CNC *Turning* Menggunakan Desain *Taguchi*”, Jurusan Teknik Meisn, Politeknik Negeri Manufaktur Bangka Belitung.

PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP KUAT TARIK
SPESIMEN UJI ASTM D638 TYPE IV MENGGUNAKAN
FILAMEN ESUN PLA+

Wahyudi Hafizi Pratama¹, Hasdiansah²

^{1,2} *Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung,
Sungailiat*

ABSTRAK

FDM yaitu salah satu metode yang paling sering digunakan pada teknologi 3D Printing yang digunakan untuk mencetak produk filamen sebagai material karena teknik ini mudah untuk mencetak 3D dengan biaya yang terbilang murah. Penelitian dalam hal pengujian tarik telah banyak dilakukan menggunakan filamen PLA dan ABS, sedangkan untuk filamen Esun PLA+ masih jarang dilakukan. Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan penelitian untuk mendapatkan pengaruh layer thickness dan temperature nozzle untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik yang paling tinggi menggunakan filamen Esub PLA+. Penelitian ini menggunakan metode taguchi L₂₅ O_A dilakukan pada mesin 3D Printing Anet 8 plus pro dengan dimensi XYZ 300mm x 300mm x 350mm menggunakan nozzle berukuran 0,4 mm dan menggunakan filamen Esun PLA+ dengan diameter 1,75 mm. Untuk parameter proses pada penelitian ini adalah Printing speed, nozzle temperature, layer thickness, cooling speed dan orientasi. Bentuk spesimen uji sesuai dengan standar ASTM d638 type IV. sedangkan untuk mendesain parameter prosesnya menggunakan L₂₅ O_A. Berdasarkan hasil penelitian ini nilai kekuatan tarik tertinggi dengan layer thickness (0,10mm) dan nozzle temperature (215⁰C).

Kata Kunci: 3D Printing, FDM, Filamen Esun PLA+, Kekuatan tarik, Taguchi

ABSTRACT

FDM is one of the most frequently used methods in 3D Printing technology that is used to print filament products as material because this technique is easy to print 3D at a relatively low cost. Many researches on tensile testing have been carried out using PLA and ABS filaments, while for Esun PLA+ filaments are still rarely done. From these problems, it is necessary to research to get the effect of layer thickness and nozzle temperature to get the highest tensile strength value using Esub PLA+ filament. This research uses the Taguchi L₂₅ O_A method on the Anet 8 plus pro 3D Printing machine with dimensions of XYZ 300mm x 300mm x 350mm using a nozzle measuring 0.4 mm and using Esun PLA+ filament with a diameter of 1.75 mm. The process parameters in this research are Printing speed, nozzle temperature, layer thickness, cooling speed and orientation. The shape of the test specimen is in accordance with the ASTM d638 type IV standard. while to design the process parameters using L₂₅ O_A. Based on the results of this study, the highest tensile strength value with layer thickness (0.10mm) and nozzle temperature (2150C).

Keywords: 3D Printing, FDM, Esun PLA+ Filament, Tensile Strength, Taguchi

1. PENDAHULUAN

Baru baru ini teknologi RP (*Rapid Prototyping*) sudah banyak dilakukan terutama pada pencetakan 3 dimensi. Hingga saat ini *rapid prototyping* terus berkembang menjadi teknologi yang bersifat *suport* bagi manusia untuk kemajuan teknologi yang dapat mewujudkan apa yang ada di imajinasi kedalam bentuk nyata atau 3 dimensi. Salah satu teknik RP sering ditemukan dipasaran saat ini adalah teknologi FDM (*Fused Deposition Modelling*). Teknologi FDM memiliki kelemahan karena menggunakan proses *building per layer* sehingga permukaan yang dihasilkan tidak begitu halus karena memiliki garis yang berupa batas antar *layer*.

Dari penelitian (Suzen, Hasdiansah, & Yulianto, 2020) yang berjudul pengaruh ‘*Type Infill dan Temperature Nozzle Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing filamen Esun PLA+*’. Dalam penelitian ini menggunakan *Temperature Nozzle* dengan nilai 205⁰C, 215⁰C, dan 225⁰C dengan *Type Infill* yaitu *grid, lines, triangles, cubic, cubic subdivision, Octet, quarter cubic, concentric, zig zag, cross, cross 3D dan gyroid*. Dari penelitian ini didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada *Temperature Nozzle* 215⁰C dan *Type Infil* yaitu *Triangles* dan *Gyroid*.

Dari penelitian (Kholil, Aufi, & Syaefudin, 2020) yang berjudul ‘*Pengaruh Layer Thickness dan Orientasi 3D Printing terhadap uji tarik material ABS*’ terdapat hasil pengujian tarik dengan nilai 21,56 Mpa terdapat pada spesimen AO.25.

Dari penelitian (Andriyansyah, Herianto, & Purfaji, 2018) yang berjudul ‘*Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen Polylactic Acid Menggunakan Metode Taguchi*’ dimana hasil pengujian tarik tertinggi dengan nilai 18,7 Mpa yaitu pada *Temperature Ekstruder* 200⁰C, *Temperature meja* 65⁰C, *Layer Thickness* 0,1mm, dan kecepatan deposisi 60mm/s.

Dari penelitian (Lubis & Sutanto, 2016) yang berjudul ‘*Pengaruh Orientasi Objek Pada Proses Rapid Prototyping 3D Printing Terhadap Kekuatan Tarik Material Polymer*’ memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 14,97 N/mm² dengan posisi Orientasi spesimen Horizontal.

Dari penelitian (Yolanda, Djami, & Lubis, 2016) yang berjudul ‘*Pengaruh Orientasi Objek Pada Proses 3D Printing Bahan Polymer PLA dan ABS Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketelitian Dimensi Produk*’ memiliki nilai material ABS dengan posisi Orientasi Objek Horizontal dan tebal *Layer* 0,40mm menghasilkan nilai kekuatan tarik 35,57 Mpa.

Dari penelitian (Yudha Bika Pratama, Hasdiansah, & Pristiansyah, 2021) yang berjudul ‘*Pengaruh Parameter Proses Slicing Software Terhadap Kekasaran Permukaan Printing Part Filamen ST-PLA*’ untuk mendapatkan setting parameter yang menghasilkan kekasaran permukaan yang baik dengan nilai 3,321 adalah 0,10mm untuk *Layer Thickness*, 40mm/s untuk *Printing Speed*, 190⁰C untuk *Nozzle Temperature*, 45⁰ untuk Orientasi, 110% untuk *Flowrate*, dan 40% untuk *Cooling Speed*.

Dari penelitian (Pristiansyah, Hasdiansah, & Sugiyarto, 2019) yang berjudul ‘*Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filamen Eflex*’ hasil yang didapatkan dari penelitian ini didapatkan proses yang optimal untuk dimensi X adalah *Flowrate* 110%, *Layer Thickness* 0,10mm, *Nozzle Temperature* 210⁰C, *Print Speed* 40mm/s, *Fan Speed* 50%, dan

Overlap 75%. Untuk dimensi Y adalah *Flowrate* 120%, *Layer Thickness* 0,20mm, *Nozzle Temperature* 230°C, *Print Speed* 30mm/s, *Fan Speed* 100%, dan *Overlap* 50%.

Berdasarkan penjelasan diatas , penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari parameter terhadap kekuatan tarik menggunakan filamen Esun PLA+.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Objek Penelitian

Objek penelitian dilakukan pada mesin 3D *Printing* FDM Anet 8 plus pro dengan dimensi XYZ 300mm x 300mm x 350mm dan menggunakan *Nozzle* berukuran 0,4mm. Material yang digunakan filamen Esun PLA+ dengan diameter 1,75mm.

2.2 Metode Yang Digunakan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Metode eksperimen yaitu a tapadhap ini akan dilakukan proses pencetakan 75 sample berdasarkan parameter *slicing software* kemudian dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan pengaruh Parameter prosesnya.
- Analisa hasil uji tarik yaitu data yang diperoleh akan dianalisa menggunakan tabel.
- Penentuan nilai kekuatan tarik dan pengaruh parameter nya berdasarkan hasil dari analisa data.

2.3. Alat dan Bahan

- Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin 3D *Printing* Anet 8 Plus Pro dengan area *Printing* XYZ 300mm x 300mm x 350mm seperti gambar 1a dan filamen Esun PLA+ dengan diameter 1,75 mm seperti gambar 1b.



Gambar 1.a. Mesin 3D *Printing*, b. Filamen Esun PLA+

- Tabel 1 Spesifikasi filamen yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Spesifikasi filamen Esun PLA+

<i>Filament Diameter</i>	1.75 mm
<i>Recommend Extruder Temperature</i>	205-225 °C
<i>Recommend Platform Temperature</i>	60-80 °C
<i>Density</i>	1,25 g/cm ³
<i>Heat Distortion Temperature</i>	52 °C,0,45Mpa
<i>Tensile strenght</i>	65 Mpa
<i>Elongation at Break</i>	12 %

2. Spesimen uji hasil dari proses pencetakan seperti gambar 2a, kemudian di uji tarik menggunakan mesin uji tarik *ZWICK ROELL* seperti gambar 2b.



a



b

2.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang diperlukan dalam melakukan penelitian:

- Spesifikasi mesin *3D Printing* yang digunakan untuk mencetak spesimen uji.
- Karakteristik filamen yang digunakan.
- Nilai – nilai parameter yang akan di uji.
- Hasil uji tarik dari spesimen yang di cetak.

2.5 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dimulai dengan persiapan mesin *3D Printing* , filamen *Esun PLA+*, *Software Ideamaker*, 3.6.1 dan *Software Solidworks*. Setelah persiapan selesai maka akan dilanjutkan dengan penentuan parameter seperti *Layer Thickness*, *Nozzle Temperature*, *Cooling Speed*, *Printing Speed*, dan orientasi. Seperti tabel 2. Setelah itu file diproses pada *software slicing*, dimana bertujuan untuk desain yang sudah disiapkan dapat diproses oleh mesin *3D Printing*. Setelah semua proses selesai maka dilanjutkan dengan proses pengujian tarik spesimen menggunakan mesin uji tarik seperti gambar 2b.

Tabel 2. Nilai Parameter Yang Akan diuji

<i>Level</i>	<i>Printing speed</i> (mm/s)	<i>Nozzle Temperature</i> (°C)	<i>Layer Thickness</i> (mm)	<i>Cooling speed</i> (%)	Orientasi (°)
1	30	195	0,10	20	0
2	35	200	0,15	40	30
3	40	205	0,20	60	45
4	45	210	0,25	80	60
5	50	215	0,30	100	90

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan nya pengujian tarik pada spesimen, didapat nilai kekuatan tarik bervariasi dengan 3 kali replikasi seperti tabel 3. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian yang diolah menggunakan grafik ditunjukkan gambar

3, untuk nilai parameter yang berpengaruh pada kekuatan tarik yaitu yang pertama *Nozzle temperature*, *Layer thickness*, *Printing speed*, *Cooling speed*, dan Orientasi.

Tabel 3. Nilai kekuatan tarik dari 3 replikasi

Exp	Printing speed (mm/s)	Nozzle temperature (°C)	Layer Thickness (mm)	Cooling speed (%)	Orientasi (°)	1 MPa	2 MPa	3 MPa	Rata-rata Mpa
1	30	195	0,10	20	0	36.2	37.0	33.0	35.4
2	30	200	0,15	40	30	34.6	33.8	35.8	34.7
3	30	205	0,20	60	45	40.4	38.3	39.5	39.4
4	30	210	0,25	80	60	41.2	39.5	43.5	41.4
5	30	215	0,30	100	90	46.7	46.7	48.9	47.4
6	35	195	0,15	60	60	34.8	33.5	34.5	34.2
7	35	200	0,20	80	90	35.1	37.6	36.3	36.3
8	35	205	0,25	100	0	34.1	33.7	33.9	33.9
9	35	210	0,30	20	30	44.0	43.7	42.1	43.2
10	35	215	0,10	40	45	49.3	47.4	47.8	48.1
11	40	195	0,20	100	30	35.4	35.3	34.2	34.9
12	40	200	0,25	20	45	36.2	37.3	37.4	36.9
13	40	205	0,30	40	60	40.5	42.5	40.9	41.3
14	40	210	0,10	60	90	46.7	43.9	47.3	45.9
15	40	215	0,15	80	0	47.0	49.4	47.0	47.8
16	45	195	0,25	40	90	33.1	32.7	35.3	33.7
17	45	200	0,30	60	0	36.4	35.9	35.1	35.8
18	45	205	0,10	80	30	44.9	45.2	45.4	45.1
19	45	210	0,15	100	45	44.0	43.3	43.3	43.5
20	45	215	0,20	20	60	46.8	47.7	47.5	47.3
21	50	195	0,30	80	45	26.1	27.0	25.7	26.2
22	50	200	0,10	100	60	42.5	43.7	42.3	42.8
23	50	205	0,15	20	90	41.5	41.9	39.3	40.9
24	50	210	0,20	40	0	38.9	41.0	37.9	39.2
25	50	215	0,25	60	30	41.4	39.3	40.1	40.2

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh :

Parameter yang paling berpengaruh yang pertama adalah *Nozzle temperatur* 215⁰C, yang kedua *Layer thickness* 0,10mm, yang ketiga *Printing speed* 35mm/s, yang keempat, *Cooling speed* 40%, dan yang terakhir Orientasi 45⁰ dengan nilai kekuatan tariknya sebesar 48,1 Mpa dengan 3 kali replikasi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya selaku peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada dosen pembimbing saya dan teman seperjuangan atas masukan atau arahan sehingga penelitian saya dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Yolanda , Djami, S., & Lubis, S. (2016). PENGARUH ORIENTASI OBJEK PADA PROSES 3D PRINTING BAHAN POLYMER PLA DAN ABS TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETELITIAN DIMENSI PRODUK. *SINERGI Vol. 20, No. 1, Februari 2016*, 1-9.
- Andriyansyah, D., Herianto, & Purfaji. (2018). OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KUAT TARIK FILAMEN POLYLACTIC ACID MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI. *Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281 Indonesia* , 8.
- Kholil, A., Aufi, F., & Syaefudin, E. A. (2020). Pengaruh layer thickness dan orientasi 3D Printing terhadap uji tarik material ABS. *NCIET*, 1-8.
- Lubis, S., & Sutanto, D. (2016). PENGARUH POSISI ORIENTASI OBJEK PADA PROSES RAPID PROTOTYPING 3D PRINTING TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL POLYMER. *SINERGI Vol.20, No.3, Oktober 2016: 229-238*, 1-10.
- Pristiansyah, Hasdiansah, & Sugiyarto. (2019). Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex . *Vol. 11 No. 01 (2019)* , 1-8.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta; Graha Ilmu.
- Suzen, Z. S., Hasdiansah, & Yulianto. (2020). Pengaruh Tipe Infil Dan Temperature Nozzle Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing Filamen Pla + Esun. *Manutech*, 1-8.
- Yudha Bika Pratama, Hasdiansah, & Pristiansyah. (2021). Pengaruh Parameter Proses Slicing Software Terhadap Kekasaran Permukaan Printing Part Filamen ST-PLA. *Manutech*, 8.



*MONITORING TEKANAN DAN KONTROL KEBOCORAN GAS
LPG BERBASIS INTERNET OF THINGS*

Hasbullah¹, Vivi Vonny², Eko Sulistyo³, Aan Febriansyah⁴
^{1,2,3,4}*Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*
hasbul0803@gmail.com.

ABSTRAK

Peringatan dini kebocoran gas LPG secara langsung saat ini belum maksimal. Sehingga dapat menyebabkan kebakaran saat terjadi kebocoran gas dan pengguna tidak bisa memonitoring tekanan gas dari jarak jauh. Maka diperlukan peralatan kontrol yang bisa mendeteksi kebocoran gas dan tekanan gas yang dapat dimonitoring secara langsung melalui *smartphone*. Tujuan pembuatan kontrol ini untuk melepaskan regulator dari tabung gas secara otomatis jika terjadi kebocoran gas LPG dan pengguna dapat memonitoring tekanan gas LPG secara langsung melalui *smartphone*. Pembuatan kontrol kebocoran gas menggunakan sensor gas dan sensor tekanan yang diletakkan didekat regulator, level bahaya ditentukan menggunakan metode logika *fuzzy* dan ditampilkan pada *smartphone* menggunakan aplikasi Blynk. Dari hasil pengujian akurasi sensor gas menggunakan korek api gas yang disemprotkan dengan akurasi 0,46% dan sensor mampu membaca kebocoran gas dengan jarak maksimal 16 cm dari titik kebocoran. Untuk hasil pengujian tekanan gas menggunakan sensor tekanan gas menggunakan tabung gas yang berbeda dengan akurasi 0,19%. Dari hasil pengujian logika *fuzzy* dengan menerapkan logika *fuzzy* Mamdani yang terbagi menjadi 3 fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan AMAN, WASPADA dan BAHAYA. Didapatkan perbandingan nilai simulasi Matlab dan pemrograman Arduino rata-rata error 0,17% saat perubahan nilai kebocoran gas dan 0,18 saat perubahan nilai tekanan.

Kata Kunci: Kebocoran, *Monitoring*, LPG, IOT, Logika *Fuzzy*

ABSTRACT

Early warning of LPG gas leaks is currently not maximized. So that it can cause a fire when a gas leak occurs and the user cannot monitor it remotely. So we need control equipment that can detect gas leaks and gas pressure that can be monitored directly via a smartphone. The purpose of making this control is to release the regulator from the gas cylinder automatically in the event of an LPG gas leak and the user can monitor the LPG gas pressure directly via a smartphone. Making gas leak control using gas sensors and pressure sensors placed near the regulator, the hazard level is determined using the fuzzy logic method and displayed on the smartphone using the Blynk application. The results of the gas sensor accuracy test using a gas lighter with an accuracy of 0.46% and the sensor is able to read gas leaks with a maximum distance of 16 cm from the leak point. Gas

pressure testing uses a gas pressure sensor using different gas cylinders with an accuracy of 0.19%. From the test results by applying Mamdani fuzzy logic into 3 membership functions, namely the membership functions AMAN, WASPADA and DANGER.

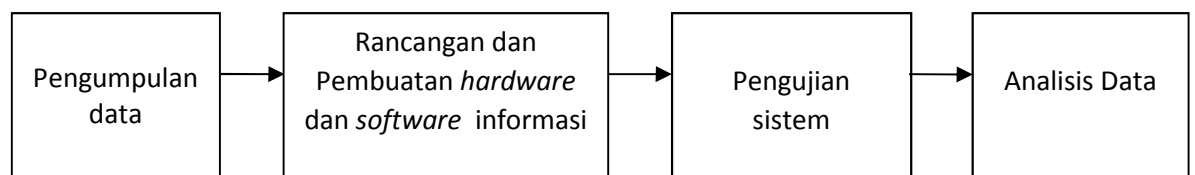
Keywords: Leakage, Monitoring, LPG, IOT, Fuzzy logic

1. PENDAHULUAN

Peranan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) pada saat ini sangatlah penting bagi kehidupan manusia baik di rumah tangga maupun di industri. Namun, gas LPG dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia bahkan menimbulkan kerugian yang cukup besar apabila tidak digunakan dengan hati-hati, terutama bila tidak diketahui telah terjadi kebocoran dari tabung atau tempat penyimpanan gas LPG tersebut. Kebocoran tabung atau perangkat LPG sampai saat ini masih menjadi salah satu penyebab utama kebakaran (Putra, et al., 2017). Berdasarkan penelitian sebelumnya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ-6 berbasis Mikrokontroler melalui *Smartphone* Android sebagai Media Informasi” yang dilakukan oleh Mifza Ferdian Putra, Awang harsa Kridalaksana dan Zainal Arifin dan penelitian yang berjudul “Implementasi Teknologi *Internet of Things* pada Sistem Pemantauan Kebocoran Gas LPG dan Kebakaran menggunakan Database pada *Google Firebase*” yang dilakukan oleh Abi Sabila Mustaqim, Danny Kurnianto dan Fikra Titan Syifa. Kekurangan dari penelitian sebelumnya adalah informasi yang diterima oleh pengguna adalah nilai pengukuran dari pembacaan sensor dan saat kebocoran alat hanya memberi informasi ke pengguna bahwa telah terjadi kebocoran sehingga saat ini peringatan dini kebocoran dan monitoring gas LPG secara langsung saat ini belum maksimal yang dapat menyebabkan kebakaran saat terjadi kebocoran gas dan pengguna tidak bisa memonitoring tekanan gas secara langsung dari jarak jauh. Maka diperlukan peralatan kontrol yang bisa mendeteksi kebocoran gas dan dapat melepaskan regulator dari tabung gas secara otomatis dan tekanan gas dapat dimonitoring berupa level indikator bahaya secara langsung melalui *smartphone*.

2. METODE

Adapun alur dalam penelitian sistem Monitoring Tekanan dan Kontrol Kebocoran Gas LPG berbasis IoT dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Mengacu pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Gas LPG dengan sensor MQ-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui *Smartphone* Android sebagai Media Informasi” yang dilakukan oleh Mifza Ferdian Putra, Awang Harsa Kridalaksana dan Zainal Arifin tahun 2017 juga membahas tentang pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan mikrokontroler

Arduino dan *smartphone* sebagai media informasi, dimana penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan sebuah rancang bangun alat pendeteksi kebocoran tabung gas LPG dengan menggunakan sensor MQ-6 sebagai sensor gas, dan ethernet shield sebagai modul pada mikrokontroler arduino uno untuk menghubungkan arduino dengan jaringan internet (Putra, et al., 2017).

Untuk itu, pada proyek ini akan ditambahkan kontrol pada regulator dan tekanan gas yang dapat dipantau pada *smartphone*. Monitoring pada *smartphone* ditampilkan berupa data level indikator berdasarkan kadar gas dan tekanan gas dengan menggunakan metode logika fuzzy sebagai metode penentuan level bahaya kebocoran gas sehingga pengguna dapat memonitor secara langsung pada *smartphone*. Sedangkan regulator pada tabung gas LPG dapat dikontrol, saat terjadi kebocoran gas maka regulator akan melepas secara otomatis.

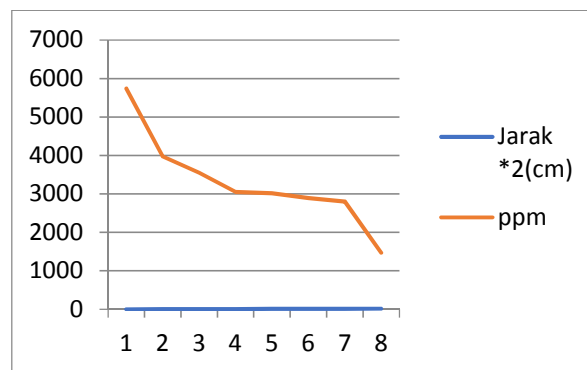
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi dari pembacaan sensor saat terjadi kebocoran gas dan menentukan kondisi level bahaya dengan menggunakan logika fuzzy.

3.1 Hasil Pengujian Sensor Gas MQ-6

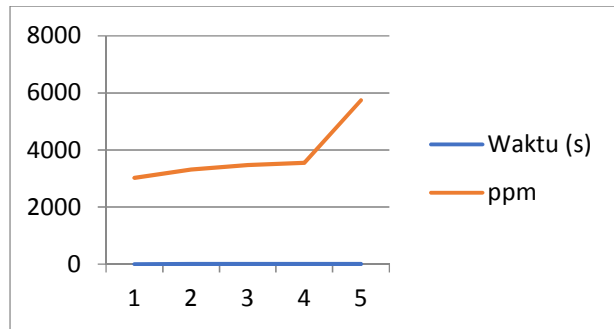
Hasil pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kepekaan dari pembacaan sensor gas MQ-6 saat terjadi kebocoran berdasarkan jarak dan waktu.

Dari hasil pengujian jarak maksimal pembacaan sensor gas MQ-6 yaitu sejauh 16 cm dibuktikan dengan nilai pengukuran 1472 ppm dimana nilai tersebut adalah nilai pembacaan sensor ketika tidak mendeteksi gas. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin jauh titik kebocoran gas maka semakin kecil nilai dari pembacaan sensor gas MQ-6 dibuktikan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Nilai Ppm Terhadap Jarak Titik Kebocoran

Dari hasil pengujian bahwa semakin lama waktu kebocoran gas maka semakin tinggi nilai ppm. Pada jarak 2 cm nilai pengukuran ketika gas ditekan selama 1 detik yaitu 3023 ppm dan nilai saat gas ditekan selama 5 detik yaitu 5741 ppm dibuktikan pada gambar 3 (Ilahi, et al., 2017).



Gambar 3. Grafik Pengujian Ppm Terhadap Waktu Kebocoran

3.2. Hasil pengujian Sensor Tekanan

Pengujian sensor tekanan dilakukan dengan membandingkan nilai dari datasheet dan pembacaan sensor.

Tabel 1. Pengujian Sensor Tekanan Sensor Tekanan

No	Adc	Tekanan (P)	Kalibrasi ADC		Error (%)
			V-Out ADC (Volt)	V-Out Multimeter(Volt)	
			Vin = 4,69 V		
1	247	2,12	1,13	1,13	0
2	111	0,09	0,50	0,49	2,04
3	462	5,25	2,11	2,10	0,48
4	446	5,02	2,04	2,04	0
Rata-rata					0,63

Tabel 2. Perbandingan Data Sensor Tekanan

No	Datasheet		Perhitungan		Error (%)
	Tegangan (V)	Tekanan (Bar)	Tegangan (V)	Tekanan (Bar)	
1	0,5	0	0,5	0	0
2	1	1,5	1	1,49	0,66
3	1,5	3	1,5	2,99	0,33
4	2	4,5	2	4,49	0,22
5	2,5	6	2,5	5,99	0,16
6	3	7,5	3	7,49	0,13
7	3,5	9	3,5	8,99	0,11
8	4	10,5	4	10,49	0,09
9	4,5	12	4,5	11,99	0,08
Rata-rata					0,19

Dari pengujian tersebut didapatkan rata-rata persentase error 0,19% sehingga pembacaan sensor tekanan sesuai dengan datasheet sensor. Pengujian sensor tekanan juga menggunakan 4 sampel tabung gas. Dari hasil pengujian sensor tekanan yang dibandingkan dengan pengukuran multimeter didapatkan bahwa sensor tekanan dapat membaca tekanan dengan rata-rata persentase error 0,63%. Pengujian sensor tekanan juga dilakukan dengan meletakkan sensor berdasarkan panjang selang. Dari data pengujian sensor tekanan bahwa sensor tidak bisa membaca keluaran gas dari regulator yang kecil.

3.3 Hasil Pengujian Logika Fuzzy

Pengujian logika fuzzy dilakukan dengan membandingkan nilai fuzzy dari simulasi matlab dan pembacaan sensor berdasarkan *library* pemrograman Arduino IDE. Ada 2 *input* yang digunakan pada sistem ini, *input* pertama adalah kadar kebocoran gas LPG. Kadar kebocoran gas LPG digunakan dalam satuan *part per milion* (ppm) dan dibagi menjadi 3 fungsi keanggotaan yaitu kecil, sedang dan besar. Pembagian fungsi keanggotaan berdasarkan dari datasheet sensor gas MQ-6. Kebocoran gas dapat dikategorikan kecil jika bernilai 1400 ppm – 5000 ppm. Kebocoran gas “sedang” saat bernilai 2000 ppm – 8000 ppm. Kebocoran gas dikatakan tinggi jika bernilai 7000 ppm – 10000 ppm.

Input FLC yang kedua adalah tekanan dari isi tabung gas. *Input* tekanan dibagi menjadi 3 fungsi keanggotaan yaitu sedikit, setengah dan penuh. Isi tabung gas di kategorikan sedikit jika tekanannya < 3 bar. Isi tabung gas dikategorikan setengah jika tekanannya 2 bar – 6 bar. Isi tabung gas di kategorikan penuh jika tekanannya > 5 bar.

Output pada sistem ini adalah kondisi keadaan di tempat yang terbagi menjadi 3 yaitu aman, waspada, bahaya. Nilai kondisi direpresentasikan dengan angka 0-100. Kondisi dikatakan aman jika mempunyai nilai <40. Kondisi dikategorikan waspada jika mempunyai rentang nilai 30 – 80. Kondisi dikategorikan bahaya jika mempunyai nilai >70.

Terdapat 2 *input* dan masing-masing *input* memiliki 3 fungsi keanggotaan. Setiap fungsi keanggotaan pada setiap *input* dipasangkan dengan fungsi keanggotaan pada *input* lainnya sehingga keseluruhan kemungkinan yang akan di dapatkan adalah sebanyak 9 aturan *fuzzy*.

Tabel 3. Aturan Logika Fuzzy

Aturan	Kebocoran Gas	Tekanan	Kondisi
Rule 1	kecil	sedikit	Aman
Rule 2	kecil	setengah	Aman
Rule 3	kecil	penuh	Aman
Rule 4	sedang	sedikit	Waspada
Rule 5	sedang	setengah	Waspada
Rule 6	sedang	penuh	Waspada
Rule 7	besar	sedikit	Waspada
Rule 8	besar	setengah	Bahaya
Rule 9	besar	penuh	Bahaya

Pengujian sistem kerja FLC dilakukan dengan cara melakukan perubahan nilai *input* dengan kondisi 1 *input* tetap dan 1 *input* lainnya berubah. Pengujian pertama dilakukan dengan melakukan perubahan nilai kebocoran gas LPG dengan nilai tekanan tetap. Pengujian juga dilakukan dengan membandingkan hasil menggunakan simulasi Matlab dengan pemrograman arduino untuk memastikan pemrograman logika *fuzzy* proyek akhir ini layak digunakan atau tidak. Didapatkan rata-rata persentase error 0,72% dengan error terbesar yaitu 1,7% . Dan dari tabel

3.5 didapatkan rata-rata persentase error 0,18% dengan error terbesar yaitu 0,3% sehingga pemrograman yang digunakan pada Arduino IDE sesuai dengan datasheet simulasi Matlab (Nasution, 2012) (Dwisaputra, et al., 2019).

3.4 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah proyek akhir yang berjudul Monitoring Tekanan dan Kontrol Kebocoran Gas LPG berbasis IoT bisa digunakan langsung pada tabung gas atau tidak dan apakah tekanan dan kebocoran gas LPG bisa terbaca oleh sensor atau tidak. Pengujian ini juga bertujuan untuk menciptakan suatu alat yang dapat mengantisipasi terjadinya kebakaran akibat kebocoran gas LPG. Syarat terjadinya ledakan adalah konsentrasi gas LPG sebesar 1,8% hingga 10% di udara dan jika dibawah 1,8% maka tidak dapat terbakar/meledak. Jumlah 1,8% dan 10% setara dengan 18000 PPM dan 100000 PPM. Sehingga alat ini diatur bahwa batas aman kadar kadar gas karena kurang dari 1,8%.



Gambar 3.7 Pemasangan Alat pada Tabung Gas

Pada gambar 3.7 merupakan gambar pemasangan alat pada tabung gas LPG 3KG. Dengan menyambungkan kabel power ke sumber listrik 220VAC kemudian menekan saklar ON/OFF dan push button berwarna biru untuk mengunci regulator gas. Ketika pengguna ingin melihat data tekanan saja maka bisa langsung melihat pada LCD yang ada. Jika ingin melihat nilai tekanan dan kebocoran pada gas LPG pengguna dapat membuka smartphone dan mengklik notifikasi “Gas Detector Ready” atau membuka aplikasi Blynk pada *smartphone*, lalu tampilan monitoring akan menampilkan nilai tekanan, dan level bahaya pada aplikasi Blynk. Berikut adalah tampilan aplikasi Blynk saat alat terpasang pada tabung gas LPG (Yudhanto & Azis, 2019) (Priatno, 2020).

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahanan perancangan dan pembuatan sistem kontrol dan monitoring yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian, maka berdasarkan hasil data diperoleh melalui pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengujian untuk sensor Gas MQ-6 dilakukan dengan menguji sensor berdasarkan letak kebocoran gas dengan menggunakan korek gas. Dari data hasil pengujian sensor gas MQ-6 bahwa sensor mampu membaca kebocoran gas dengan jarak maksimal 16 cm dari titik kebocoran.
2. Pengujian aplikasi monitoring menggunakan *software* Blynk. Dari hasil pengujian aplikasi monitoring didapat bahwa aplikasi dapat menampilkan data nilai tekanan, nilai fuzzy, grafik tekanan dan notifikasi jika terjadi kondisi dalam keadaan bahaya dengan jarak jauh berbasis internet.

3. Buka dan tutup regulator menggunakan tombol Push Button dapat dilakukan, regulator akan membuka secara otomatis jika kondisi dalam keadaan bahaya dan buzzer akan berbunyi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwisaputra, I., Rolastin, B., I. & Sateria, A., 2019. Pengambilan Keputusan Kualitas Air Pada Tambak Udang Menggunakan Fuzzy Logic Control. *Gema Teknologi*, 20(3), Pp. 85-90.
- Nasution, H., 2012. Implementasi Logika Fuzzy Pada Sistem Kecerdasan Buatan. *ELKHA*, 4(2).
- Priatno, G. A. B., 2020. *Rancang Bangun Aplikasi Mobile Untuk Sistem Keamanan Pada Ban Mobil Berbasis Android*, Jakarta: Jurusan Tik Politeknik Negeri Jakarta.
- Putra, M. F., Kridalaksana, A. H. & Arifin, Z., 2017. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Dengan Sensor Mq-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi. *Informatika Mulawarman*, 12(1).
- S. Et Al., 2017. Sistem Proteksi Dini Kebocoran Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) Berbasis Mikrokontroller Atmega 16. *Semiar Nasional Dan Expo Teknik Elektro*, Pp. 143-150.
- Yudhanto, Y. & Azis, A., 2019. *Pengantar Teknologi Internet Of Things (Iot)*. Surakarta, Jawa Tengah: Penerbit Dan Percetakan UNS (UNS Press).



OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D *PRINTING* FDM
TERHADAP KEKUATAN TARIK *FILAMENT* ABS *CCTREE*
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI L9

Ade Ferdiansyah¹, Pristiansyah², Boy Rollastin³

^{1,2,3}*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*
ferdiansyahade699@gmail.com

ABSTRAK

3D *Printing* merupakan teknik *additive manufacturing* yang dapat digunakan untuk mengubah data *computer aided design* (CAD) kemudian dengan dicetak dengan menambah material *layer* per *layer* sampai membentuk sebuah produk 3D. Salah satu teknik atau metode yang sering digunakan dalam teknologi 3D *Printing* yaitu FDM (*Fused Deposition Modeling*), karena teknik ini paling mudah digunakan dan murah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan parameter proses optimal pada 3D *Printing* FDM terhadap kekuatan tarik yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi dengan desain eksperimen yang digunakan L₉ (3⁴) OA. Material yang digunakan dalam penelitian yaitu ABS *CCTREE*. Parameter proses yang digunakan dalam penelitian yaitu suhu nozel (°C), suhu meja (°C), tebal *layer* (mm) dan kecepatan *print* (mm/s). Nilai kekuatan tarik yang paling kuat sebesar 41 Mpa. Parameter yang menghasilkan kualitas yang paling kuat dilakukan pada suhu meja (92 °C), suhu nozel (237 °C), tebal *layer* (0,22 mm) dan kecepatan *Print* (42 mm/s).

Kata Kunci: 3D *Printing*, ABS *CCTREE*, FDM, Taguchi, Uji Tarik.

ABSTRACT

3D *Printing* is an *additive manufacturing* technique that can be used to convert *computer aided design* (CAD) data and then print it by adding material layer by layer to form a 3D product. One technique or method that is often used in 3D *Printing* technology is FDM (*Fused Deposition Modeling*), because this technique is the easiest to use and the cheapest. The purpose of this study was to obtain the optimal process parameters on 3D *Printing* FDM to the resulting tensile strength. This study uses the Taguchi method with an experimental design used L₉ (3⁴) OA. The material used in this research is ABS *CCTREE*. The process parameters used in this research are nozzle temperature (°C), table temperature (°C), layer thickness (mm) and print speed (mm/s). The strongest tensile strength value is 41 Mpa. Parameters that produce the strongest quality are performed at table temperature (92 °C), nozzle temperature (237 °C), layer thickness (0.22 mm) and *Print* speed (42 mm/s).

Keywords: 3D *Printing*, ABS *CCTREE*, FDM, Taguchi, Tensile Test.

1. PENDAHULUAN

Teknologi *rapid prototyping*, khususnya dalam pencetakan tiga dimensi, telah berhasil digunakan di banyak aspek. Teknologi printer 3D sering dikatakan memiliki masa depan yang cerah, hingga saat ini teknologi *rapid prototyping* masih terus berkembang (Pratama *et al.*, 2021). Berkembangnya teknologi *rapid prototyping* yang menggunakan teknologi 3D *printing* membuat proses desain atau pengembangan produk menjadi lebih cepat. Kemajuan inovasi *prototipe* cepat yang memanfaatkan inovasi 3D *printing* membuat siklus rencana atau pembuatan produk menjadi lebih cepat. Dalam pengembangan produk atau *prototype*, perlu membuat ilustrasi produk atau model sebelum pembuatan secara massal. Maksud di balik ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan evaluasi produk (Budiman, Anggono and Tanoto, 2016).

Pencetakan 3D merupakan inovasi teknologi yang secara umum telah berkembang untuk membuat model cepat sesuai rencana yang ideal, salah satunya adalah inovasi teknologi FDM (*Fused Deposition Modelling*)(Christiliana, Pristiansyah and Oktriadi, 2021). Prinsip kerja FDM adalah dengan cara *ekstrusi thermoplastic* melalui *nozzle* yang panas pada *melting temperature* selanjutnya produk dibuat lapis per lapis (Pritiansyah, Hardiansyah and Sugiyarto, 2019). Metode FDM telah banyak digunakan dalam proses pencetakan 3D karena kemudahan penggunaan, biaya lebih rendah, ramah lingkungan dan kemudahan pengembangan produk, pembuatan *prototipe* dan proses manufaktur (Andriyansyah, Herianto and Purfaji, 2018).

Meskipun teknologi FDM sangat meyakinkan untuk dibuat, inovasi ini sebenarnya memiliki beberapa kelemahan jika dibandingkan dengan teknik *injection moulding*. Produk FDM untuk sebagian besar memiliki sifat mekanik yang lebih rendah karena daya tahan yang lebih rendah di antara lapisan, dan produk FDM secara teratur menyusut, menyebabkan delaminasi antar lapisan. Seiring berjalannya waktu, pengembangan teknologi FDM saat ini tidak hanya terbatas pada pembuatan *prototype*. Pada kenyataannya sudah banyak produk-produk yang diproduksi langsung menggunakan teknologi FDM. Hal ini membuat penelitian pencetakan 3D penting untuk memiliki opsi membuat objek dengan kualitas yang mendekati bentuk aslinya (Andriyansyah, Herianto and Purfaji, 2018). Karena faktor parameter proses menjadi hal penting dalam menentukan kualitas produk dan juga kekuatan material yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan (Andriyansyah, Herianto and Purfaji, 2018), dalam penelitian ini menggunakan metode taguchi L9 OA. Hasil nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 18.7 MPa, sedangkan hasil nilai kekuatan tarik terendah sebesar 16.1 Mpa. Parameter yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik didapatkan parameter yang optimum yaitu suhu ekstrusi 200 °C, suhu bed 55 °C, ketinggian lapisan 0,1 mm serta feed rate 50 mm/s.

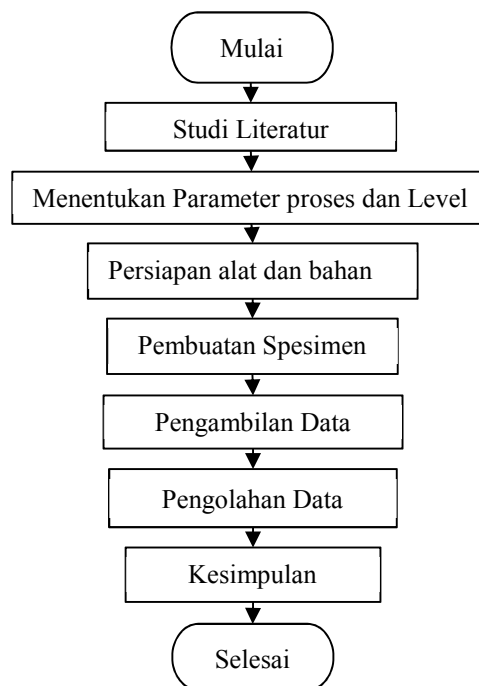
Penelitian yang dilakukan (Kholil, Aufl and Syaefudin, 2020), pada spesimen dicetak sesuai dengan standar ASTM D638 type 04 menggunakan material ABS dengan variasi parameter *layer thickness* 0.15 mm, 0.25 mm dan 0.3 mm. Dan ketiga variasi spesimen tersebut dicetak menggunakan orientasi arah aksial dan lateral. Hasil yang paling optimal didapatkan pada spesimen aksial dan *layer thickness* 0.25 mm dengan kekuatan tarik sebesar 21.56 Mpa.

Penelitian yang dilakukan (Lubis, Djamil and Yolanda, 2016), dalam penelitian yang dilakukan untuk mengetahui dampak posisi benda dalam pencetakan prototipe cepat menggunakan bahan polymer PLA dan ABS pada kekuatan tarik dan ketelitian dimensi yang diberikan. Hasil produk selanjutnya dilakukan pengukuran dimensi untuk melihat akurasi produk melalui perubahan dua arah variasi orientasi objek, khususnya dalam arah vertikal dan horizontal. Setelah pengukuran dimensi, selanjutnya pengujian kekuatan tarik pada spesimen. Dari uji coba yang dilakukan, diketahui bahwa posisi arah pencetakan dan ketebalan lapisan dalam proses pencetakan mempengaruhi kualitas permukaan, produktivitas waktu, dan kekuatan bahan.

Parameter FDM yang digunakan peneliti berdasarkan evaluasi dari penelitian yang telah dilakukan memberi pengaruh terhadap resoon yang dilakukan. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan parameter proses 3D *printing*, menggunakan *filament* ABS *CCTREE* terhadap kekuatan tarik menggunakan metode taguchi L9 OA.

2. METODE

Metode penelitian yang akan dilakukan mengikuti diagram alir ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

2.1. Penentuan Parameter Proses dan Level

Penentuan parameter proses dan level eksperimen ditentukan berdasarkan evaluasi studi pustaka. Pada parameter proses ini meliputi suhu nozel, suhu meja,

tebal layer dan kecepatan *print*. Nilai level dari parameter proses ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Proses dan Nilai Level

Parameter Proses	Level		
	1	2	3
Suhu Nozel (°C)	232	237	242
Suhu Meja (°C)	92	97	100
Tebal Layer (mm)	0,22	0,33	0,40
Kecepatan <i>Print</i> (mm/s)	42	52	62

Setelah menentukan parameter proses dan nilai level yang digunakan pada penelitian ini. Selanjutnya menentukan matrik *Orthogonal Array* (OA) yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi L9 (3⁴) OA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Taguchi L9 (3⁴) OA

Exp.	A	B	C	D
1.	1	1	1	1
2.	1	2	2	2
3.	1	3	3	3
4.	2	1	2	3
5.	2	2	3	1
6.	2	3	1	2
7.	3	1	3	2
8.	3	2	1	3
9.	3	3	2	1

2.2. Alat dan Bahan

1. *filament* ABS CCTREE dengan diameter 1,75 mm warna hitam.
2. Mesin 3D *Printing* FDM REXYZ A1 dengan dimensi (X) 180 mm x (Y) 180 mm x (Z) 180 mm ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Mesin 3D *Printing* FDM REXYZ A1

3. Mesin uji tarik Zwick / Roell ditunjukkan pada Gambar 3.

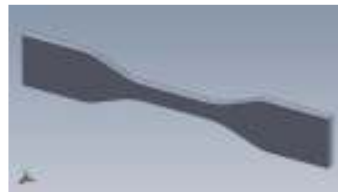


Gambar 3. Mesin Uji Tarik Zwick / Roell

4. Laptop Toshiba Satellite C800D digunakan untuk melakukan proses desain 3D objek cetak. Selain itu, laptop juga digunakan untuk menjalankan *software* yang digunakan dalam penelitian ini.

2.3. Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen berdasarkan dengan model dan bentuk standar uji tarik ASTM D638-04 ditunjukkan pada Gambar 4. Kemudian melakukan proses pembuatan spesimen 3D *printing* dengan parameter proses dan level yang telah ditentukan.



Gambar 4. Spesimen ASTM D638-4

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

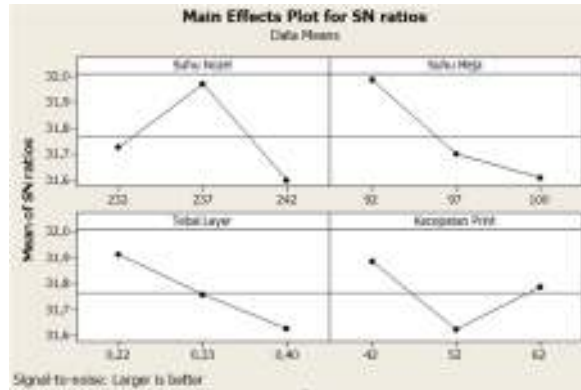
Pengambilan data ini melakukan percobaan berdasarkan desain taguchi L9 (3⁴) OA yaitu pengujian kekuatan tarik pada spesimen. Hasil dari pengujian tersebut mendapatkan rata-rata kekuatan tarik ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

EXP.	A	B	C	Rata-rata
1	37,5	42	43,5	41
2	38,5	38,2	36,3	37,67
3	37,7	36,5	38	37,40
4	42,2	40,3	39,9	40,80
5	38,6	39,5	39,8	39,30
6	40	40,1	37	39,03
7	38,6	38,2	36,5	37,77
8	37,7	39,6	38,2	38,50
9	37,7	37,5	38,3	37,83

Pengolahan data yang didapatkan dari hasil pengujian yang dilakukan untuk memperoleh pengaturan parameter proses yang optimal dan berpengaruh terhadap

hasil uji tarik menggunakan metode taguchi dengan karakteristik *Larger is Better*. Ditunjukkan pada Gambar 5 dan Tabel 4.



Gambar 5. Grafik S/N Ratio

Tabel 4. S/N Ratio

<i>Response Table for Signal to Noise Ratios Large is Better</i>				
Level	Suhu Nozel	Suhu Meja	Tebal Layer	Kecepatan <i>Print</i>
1	31,73	31,99	31,91	31,89
2	31,97	31,70	31,76	31,62
3	31,60	31,61	31,63	31,79
Delta	0,37	0,38	0,29	0,26
Rank	2	1	3	4

Berdasarkan Gambar 5 dan Tabel 4, parameter proses yang paling berpengaruh yaitu suhu meja. Nilai parameter optimal dan berpengaruh secara berturut-turut terhadap uji tarik yaitu suhu meja (92 °C), suhu nozel (237 °C), tebal layer (0,22 mm) dan kecepatan *Print* (42 mm/s).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diambil kesimpulan, bahwa nilai parameter proses yang optimal untuk kekuatan tarik *filament* ABS *CCTRE* yaitu suhu meja (92 °C), suhu nozel (237 °C), tebal layer (0,22 mm) dan kecepatan *Print* (42 mm/s).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas penyelenggaraan program seminar nasional tahun 2021, kepada pembimbing penulis mengucapkan terima kasih atas masukan, saran dan bimbingannya atas selama ini. Dan penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberikan memori selama ini, semangat dan motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyansyah, D., Herianto and Purfaji (2018) 'Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen PLA Menggunakan Metode Taguchi', *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif*, (ISSN : 2338-0284), pp. 61–68.
- Budiman, W., Anggono, J. and Tanoto, Y. (2016) 'Pengaruh Orientas Obyek Hasil Fused Deposition Modeling pada Waktu Proses', *Jurnal Teknik Mesin*, 16(2), pp. 41–46. doi: 10.9744/jtm.16.2.41-46.
- Christiliana, M., Pristiansyah and Oktriadi, Y. (2021) 'Optimasi Parameter Proses pada 3D Printing FDM terhadap Akurasi Dimensi Filament PLA Food Grade', *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 13, pp. 1–8.
- Kholil, A., Aufi, F. and Syaefudin, E. A. (2020) 'Pengaruh Layer Thickness Dan Orientasi 3D Printing Terhadap Uji Tarik Material Abs', 1, pp. 277–285.
- Lubis, S., Djamil, S. and Yolanda, Y. (2016) 'Pengaruh Orientasi Objek Pada Proses 3D Printing Bahan Polymer Pla Dan Abs Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketelitian Dimensi Produk', *Sinergi*, 20(1), p. 27. doi: 10.22441/sinergi.2016.1.005.
- Pratama, Y. B. *et al.* (2021) 'Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Pengaruh Parameter Proses Slicing Software Terhadap Kekasaran Permukaan Printing Part Filamen ST-PLA', 13(01), pp. 1–8.
- Pritiansyah, Hardiansyah and Sugiyarto (2019) 'Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex', *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11(01), pp. 0–7.



ANALISA SINYAL VIBRASI UNTUK MENDETEKSI
KERUSAKAN PADA CONDENSATE PUMP DI PLTU AIR
ANYIR BANGKA

Abi Wahyudi¹, Yulidarta², Sugiyarto³

^{1,2,3} Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung, Sungailiat
Maklek.demon.demon@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara berkembang dengan perkembangan industri yang sangat cepat, seperti industri pembangkit listrik, minyak dan gas, otomotif dan lainnya tumbuh menjamur hingga saat ini. Analisa getaran (vibrasi) merupakan salah satu parameter analisa dalam predictive maintenance khususnya digunakan untuk mendeteksi sumber dan gejala kerusakan. Dalam kaitannya dengan hal tersebut Pengambilan data dilakukan menggunakan alat ukur vibrasi CSI 2140 dengan menetapkan accelerometer pada titik pengambilan data motor dan pompa Condensate Pump. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh getaran (vibrasi) terhadap kerusakan yang akan terjadi pada Condensate Pump supaya bisa mengantisipasi/menghindari hal yang akan mengakibatkan terjadinya breakdown maintenance. Hasil pembacaan data getaran (Vibrasi) condensate pump 1B pada posisi MOV (Motor Outboard Vertical) dan MOH (Motor Outboard Horizontal) mempunyai nilai tertinggi yaitu MOV: 6.21 mm/s dan MOH: 6.01 mm/s dan sudah memasuki limit unacceptable (dalam perhatian) berdasarkan spesifikasi data Condensate pump masuk dalam kategori grup 2 rigid 15KW < 150 KW pada standar vibrasi ISO 10816-3, dan setelah dilakukan perawatan dengan cara melakukan repair pada unit Condensate Pump lalu dilakukan pengukuran getaran didapati nilai tertinggi 1.83 mm/s pada sisi MOV dan memasuki limit satisfactory berdasarkan ISO 10816-3.

Kata kunci : Analisa Vibrasi, CSI 2140, Maintenance, ISO 10816-3, Condensate Pump

ABSTRACT

Indonesia is a developing country with a very fast industrial development, such as the power generation, oil and gas, automotive and other industries that have grown up to date. Vibration analysis is one of the analysis parameters in predictive maintenance, especially used to detect the source and symptoms of damage. In connection with this, data collection is carried out using a vibration measuring instrument CSI 2140 by setting the Accelerometer at the data collection point for the motor and condensate pump. This research was conducted to determine the effect of vibration what will happen to the condensate pump. In order

to anticipate/avoid things that will result in breakdown maintenance. of reading the vibration data of the condensate pump unit 1b on the MOV (Motor Outboard Vertical) and MOH (Motor OutboardHorizontal)positions have the highest values, namely MOV: 6.21 mm/s and MOH: 6.01 mm/s and have entered limit(under attention) based on the condensate pump data spesification are included in the category group 2 rigid 15kw<150kw at the vibration standard ISO 10816-3 and after maintenance was carried out by doing condensate unit then the vibration measurement were taken found the highest value was 1.83 mm/s on the MOV side and entered the statisfactory limit based on ISO 10816-3.

Keywords: Vibration analysis, CSI 2140, Maintenance, ISO 10816-3,, Condensate Pump

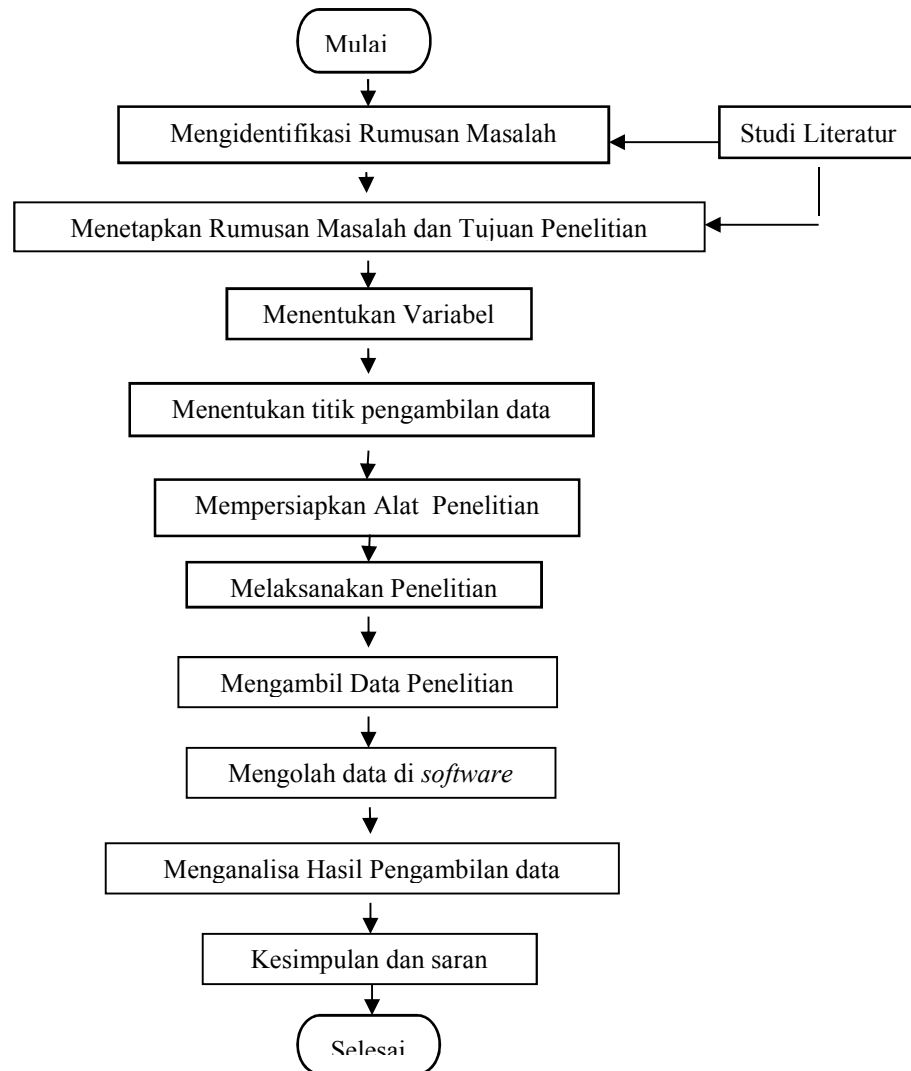
1. PENDAHULUAN

PLTU Air Anyir Bangka merupakan pembangkit listrik yang sudah lama berdiri sehingga kemungkinan turunnya unjuk kerja setiap peralatan bias terjadi salah satunya pada *Condensate Pump*. Penyebab Turunnya unjuk kerja dari *Condensate Pump* diantaranya adalah Vibrasi (Getaran), kapasitas air yang masuk pompa, *prasure low*, buruknya operasi dan pemeliharaan. Dengan turunnya unjuk kerja *Condensate Pump* akan member dampak suplai air menuju *dearator* berkurang, sehingga efek dari suplai air menuju *dearator* berkurang beban pada unit tidak dapat dinaikan. Dengan kondisi ini perlu adanya pengkajian dan penanganan tentang analisis unjuk kerja *Condensate Pump*. Dari hasil analisa yang didapat nantinya diharapkan akan dilakukan tindak lanjut yang berdampak pada peningkatan unjuk kerja dari *Condensate Pump*.

Condensate pump (CP) adalah salah satu mesin penunjang di suatu PLTU untuk memungkinkannya terjadi suatu sistem kerja Di PLTU. *Condensate pump* (CP) secara sederhana berfungsi untuk mengalirkan air kondensat dari *hotwell* melintasi sistem air kondensat menuju keproses selanjutnya yaitu *deaerator*. Uap air yang selanjutnya berubah fase menjadi air di dalam kondensor memiliki besar tekanan Nol. Untuk itulah dibutuhkan *Condensate Pump* untuk menaikkan *head* air sehingga dapat tersuplai ke *deaerator* yang letaknya di ketinggian tertentu.

2. METODE

Pada tahapan penelitian tugas akhir ini terdapat rancangan penelitian, sehingga memudahkan peneliti bagaimana melakukan penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, desain penelitian atau alur proses penelitian adalah rencana dan struktur penyelidikan yang disusun sedemikian rupa sehingga peneliti dapat memperoleh jawaban untuk pertanyaan-pertanyaan pada penelitiannya. Penelitian ini akan dilakukan di PT. PLN, PLTU Air Anyir Bangka, yang dapat dijelaskan pada Gambar 1. sebagai berikut :

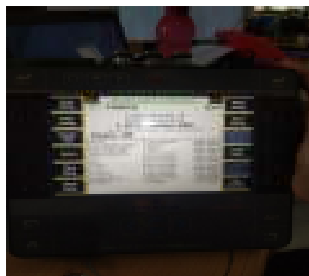


Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. CSI Analyzer SERI 2140
CSI (*computational system incorporated*) Analyzer SERI 2140 ini adalah alat untuk pengambilan data vibrasi pada mesin *condensate pump*



Gambar 3.2 CSI Seri 2140

- b. *Software* dan komputer/PC

Software yang di gunakan untuk pengolahan data di *condensatepump* menggunakan *software* AMS dan komputer/PC yang berfungsi untuk pengolahan data, dimana data yang telah terekam di CSI 2140 akan dipindahkan dan diolah untuk analisis lebih lanjut.

c. Pompa

Pompa disini berfungsi sebagai media pengambilan data, dan mesin yang akan di teliti pada proyek Tugas Akhir kali ini. Pompa yang berada di sektor *Condensate Pump* ini adalah pompa jenis sentrifugal.



Gambar 3.3 Pompa CEP PLTU Air anyir

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen (*Experimen*) untuk mengetahui pengaruh getaran (vibrasi) terhadap performa dari *Condensate Pump*(CP) PLTU Air Anyir. Metode yang digunakan adalah mengambil data getaran secara rutin dan berkala mulai dari waktu yang dijadwalkan sampai dengan waktu yang telah ditetapkan.

Pengambilan data dilakukan menggunakan alat ukur vibrasi CSI 2140 dengan menetapkan *accelerometer* pada titik pengambilan data motor dan pompa *Condensate Pump*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh getaran (vibrasi) terhadap kerusakan yang akan terjadi pada *Condensate Pump* supaya bisa mengantisipasi/menghindari hal yang akan mengakibatkan terjadinya *breakdown maintenance*. Data dan informasi pendukung diperoleh dari kajian artikel, jurnal dan wawancara yang diperoleh dari internet dan survei untuk menambah informasi yang diperlukan atau dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini.

2.2 pedoman bagi kelayakan pemesinan ISO 10816-3:

www://studocu.com/id/document/institute-teknologi-bandung



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Trending Data

Adapun data yang telah di uji selama beberapa periode dari bulan Desember 2020 sampai dengan bulan Januari 2021 adalah pada table berikut:

Tabel Nilai pengukuran Getaran (Vibrasi) Motor Dan Pompa *Condensate Pump*

POSISI	DESKRIPSI	02.09.2020		04.09.2020	04.01.2021			UNIT (RMS)
					09.27	09.40	11.27	
MOH	Motor Outboard Horizontal	3.00	3.20	2.97	6.01	1.95	1.30	mm/s
MOV	Motor Outboard Vertikal	2.84	2.54	3.12	6.21	4.97	1.09	mm/s
MOA	Motor Outboard Aksial	0.94	0.77	1.04	1.20	0.88	0.23	mm/s
MIH	Motor Inboard Horizontal	1.95	2.25	1.98	3.97	1.21	0.58	mm/s
MIV	Motor Inboard Vertikal	1.66	1.77	1.65	4.10	3.80	0.46	mm/s
MIA	Motor Inboard Aksial	0.51	0.47	0.59	1.01	0.53	0.17	mm/s
PIH	Pompa Inboard Horizontal	1.61	1.76	1.59	2.54	0.96		mm/s
PIV	Pompa Inboard Vertikal	1.42	1.39	1.52	2.97	2.60		mm/s
PIA	Pompa Inboard Aksial	1.46	1.23	1.42	1.47	1.27		mm/s
I	Current	-	-	-	117.0	127.0	34.0	Ampere
	Pressure	-	-	-	1.3	1		Solo run Mpa
	Flow	-	-	-	90.00	61.00		motor t/h

Hasil pembacaan data getaran (Vibrasi) *Condensate Pump overall* pada tanggal 04 januari 2021 menunjukkan posisi MOV (*Motor outboard Vertical*) dan MOH (*Motor Outboard Horizontal*) mempunyai nilai yang tertinggi 6.21 dan 6.01 mm/s dan sudah memasuki *Unacceptable* (dalam perhatian) Berdasarkan spesifikasi data *Condensate Pump* masuk dalam kategori kelas 15KW<150 KW pada standart ISO 10816-3:

Dari table 4.1 di atas, didapati hasil dari pengukuran getaran pada tanggal 04 januari 2021 di mesin condensate pump, dimana terjadinya vibrasi tertinggi pada sisi *motor outboard vertical* dengan hasil pengukuran 6.21 mm/s, dan *motor outboard vertical* dengan hasil pengukuran 6.01 dan didapati juga hasil dari pengecekan *preasure* dan *flow* dengan hasil sebagai berikut:

Preasure: 1.0 mpa, yang mana menurut standar untuk *condensate Pump* PLTU Air anyir, *Preasure* yang di haruskan adalah 1.30 mpa,yang menandakan *preasure* pada tanggal 04 januari 2021 adalah *Low*.

Flow: 61t/h. untuk standar *flow* yang di izinkan pada *condensate pump* adalah sebesar 70-80 t/h, yang menandakan kurangnya *flow* pada tanggal 04 jauari 2021.

3.2 Hasil Tes Solo Run Motor

Table 3.2 *Solo Run motor*

POSISI	DESKRIPSI	04.01.2021		UNIT (RMS)
		11.27	09.40	
MOH	Motor Outboard Horizontal	1.30		mm/s
MOV	Motor Outboard Vertikal	1.09		mm/s
MOA	Motor Outboard Aksial	0.23		mm/s
MIH	Motor Inboard Horizontal	0.58		mm/s
MIV	Motor Inboard Vertikal	0.46		mm/s
MIA	Motor Inboard Aksial	0.17		mm/s
PIH	Pompa Inboard Horizontal			mm/s
PIV	Pompa Inboard Vertikal			mm/s
PIA	Pompa Inboard Aksial			mm/s
I	Current	34.0		Ampere
	Pressure			Solo run Mpa
	Flow			motor t/h

Dari table 4.3 diatas dapat dilihat hasil pengukuran vibrasi pada *solo run motor*, dimana vibrasi tertinggi terjadi di sisi *motor outboard horizontal* dengan nilai 1.30 mm/s dan sisi *motor outboard vertical* dengan nilai 1.09 mm/s.

3.3 Rekomendasi Perawatan

Setelah dilakukan kaji analisa terhadap gejala-gejala yang terjadi maka Perbaikan dilakukan dengan rekomendasi sebagai berikut:

1. melakukan pengecekan dan penggantian bearing pada motor *condensate pump* unit 1b, hal ini dikarenakan pada pengambilan data tes *solo run*/hanya motor didapati terjadi kenaikan *vibrasi* sampai dengan angka tertinggi yaitu 1.30 m/s, yang mana angka 1.30 m/s ini sudah cukup tinggi menurut standar industri, karena industri hanya mengizinkan *vibrasi* untuk *solo run* ini harus dibawah 1.0m/s.
2. Melakukan pengecekan dan perbaikan *wearing ring* pada pompa *condensate pump*, proses ini dilakukan dikarenakan dari data yang telah di ambil pada *condensate pump* unit 1b ini, didapati hasil bahwa *flow* dan *pressure* yang didapat kurang, *Pressure*: 1.0 mpa, yang mana menurut standar untuk *condensate Pump* PLTU Air anyir, *Pressure* yang di haruskan adalah 1.30 mpa, dan *Flow*: 61t/h. untuk standar *flow* yang di izinkan pada *condensate pump* adalah sebesar 70-80 t/h, yang mana setelah dilakukan kaji tentang masalah ini, penyebab *flow* dan *pressure* kurang adalah karena terjadi *over clearance* pada *wearing* pompa.

3.4 Data Setelah Dilakukan Proses Maintenance

Setelah Maintenance selesai dilakukan maka akan dilakukan pengambilan data lagi untuk melihat bagaimana kondisi dari *condensate pump* setelah diperbaiki dan dapat dibandingkan dengan data sebelumnya, dapat dilihat perbandingan nilai getaran (Vibrasi) pada table 4.4 dibawah ini:

Table 3.4 nilai pengukuran *condensate pump* 1B sebelum dan sesudah di lakukan perawatan

POSISI	DESKRIPSI	CONDENSATE PUMP # 1B						UNIT (RMS)
		VARIASI						
		04.01.2021		11.01.2021		12.01.2021		
		09.27	09.40	11.27	10.19	10.93		
MOH	Motor Outboard Horizontal	6.01	1.95	1.30	0.74	0.79	0.83	mm/s
MOV	Motor Outboard Vertikal	6.21	4.97	1.09	1.83	1.66	1.30	mm/s
MOA	Motor Outboard Aksial	1.20	0.80	0.23	0.53	0.53	0.45	mm/s
MIH	Motor Inboard Horizontal	3.97	1.21	0.58	0.47	0.43	0.44	mm/s
MIV	Motor Inboard Vertikal	4.10	3.80	0.46	0.95	0.89	0.76	mm/s
MIA	Motor Inboard Aksial	1.01	0.53	0.17	0.37	0.36	0.38	mm/s
PIH	Pompa Inboard Horizontal	2.54	0.96		0.66	0.68	0.74	mm/s
PIV	Pompa Inboard Vertikal	2.97	2.60		0.92	0.89	0.88	mm/s
PIA	Pompa Inboard Aksial	1.47	1.27		0.95	0.89	0.89	mm/s
I	Current	117.0	127.0	34.0	112.0	125.0	124.5	Ampere
	Pressure	1.3	1	Solo run	1.5	1.08	1.16	Mpa
	Flow	90.00	61.00	motor	88.4	84.1	78.04	t/h

Hasil pembacaan data getaran (Vibrasi) *Condensate Pump overall* sesudah perawatan, data setelah perbaikan diambil pada tanggal 11 januari 2021 dan 12 januari 2021 menunjukkan telah terjadi penurunan nilai *overall* pada *condensate pump*, dapat dilihat dari tabel diatas hampir semua sisi *condensate pump* sudah masuk dalam kondisi *good* (getaran pada mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diizinkan) pada iso 10816-3 kecuali sisi MOV yang masih dalam keadaan *satisfactory* (getaran pada mesin baik dan dapat dioperasikan karena masih dalam batas yang diizinkan) dengan nilai *overall* 1.83 mm/s.

4. KESIMPULAN

Getaran yang terjadi pada *Condensate Pump* berpengaruh membuat *flow* dan *pressure* yang didapat kurang dari standar yang sudah ditetapkan. Dari hasil pengambilan data analisa getaran (vibrasi) *Condensate Pump* 1b pada tanggal 04 januari 2021, diperoleh data terbesar yaitu 6.21 mm/s pada posisi MOV (*Motor Outboard Vertikal*) dan sesuai dengan standar ISO 10816 sudah masuk dalam zona *Unacceptable* (dalam perhatian) mengindikasikan gejala indikasi kerusakan. Setelah dilakukan perbaikan dengan cara penggantian bearing motor *Condensate*

Pump dan Repair wearing ring, maka *amplitude* getaran (vibrasi) turun sangat signifikan dari 6.21 mm/s pada 04 Januari 2021 menjadi 1.83 mm/s pada 11 Januari 2021. Dengan demikian *Condensate Pump 1b* dapat dioperasikan dengan status *Good* (Normal).

DAFTAR PUSTAKA

- Hariyandi, (2015). Studi Kasus Pada Motor Condensate Pump 3a Pltu Tarahan Berdasarkan Analisa Getaran. JURNAL TEKNIK MESIN UBL VOL 5 NO 1 BANDAR LAMPUNG,
- Ganong Zainal Abidin, (2015). Wayan Sujana Deteksi Kerusakan Bearing Pada Condensate Pump Dengan Analisa Vibrasi. JURNAL “FLYWHEEL”, VOLUME 8 NOMOR 1, MALANG
- Mochammad syahrul, Margianto, Untung lasmanah ANALISA GETARAN UNTUK MENGETAHUI TINGKAT KERUSAKAN BEARING MESIN GERINDA DUDUK. Program studi teknik mesin, fakultas teknik, universitas islam malang
- Junior Analys Enjinir & QRM,(2018). INSTRUKSI KERJA (IK) PJB-PJBS-IMS, PREDICTIVE MAINTENANCE ROTATING EQUIPMENT FAN & PUMP (PENGUKURAN VIBRASI CSI 2140 CASING MEASUREMENT)
- Kunto Aji, (2007) DETEKSI KERUSAKAN BANTALAN GELINDING PADA POMPA SENTRIFUGAL DENGAN ANALISA SINYAL GETARAN



PERANCANGAN PROGRAM PROSES MANUFAKTUR DAN
SIMULASI *TROUBLESHOOTING* UNTUK MATA KULIAH
PRAKTIK *FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM* DI PRODI
TEKNIK MESIN DAN MANUFAKTUR

Rian Rara Ilham¹, Fajar Aswin², Husman³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung
muisiblack9@gmail.com

ABSTRAK

Flexible Manufacturing System (FMS) adalah sistem manufaktur yang dapat bereaksi secara fleksibel terhadap perubahan-perubahan. Perangkat FMS yang ada di Laboratorium Mekanik Polman Negeri Babel secara spesifik di khususkan untuk mata kuliah praktik Teknologi Manufaktur Lanjut di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur pada semester 5 dengan 2 SKS. Kondisi saat ini, perangkat FMS yang ada belum mampu untuk berkontribusi secara optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran praktik FMS. Tujuan dari praktik FMS sendiri adalah mahasiswa mampu mengoperasikan perangkat FMS dan mensimulasikan beberapa variasi proses Manufakturing. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka akan dilakukan perancangan program proses manufaktur dan simulasi troubleshooting untuk mata kuliah praktik FMS di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur. Pada penelitian ini dilakukan adalah merancang program proses manufaktur di perangkat FMS menggunakan PLC. Hasil penelitian ini ialah mendapati proses pengeboran benda kerja metal dan non metal serta membuat manual pembelajaran untuk troubleshooting dari proses tersebut.

Kata kunci: FMS, PLC, troubleshooting

ABSTRACT

Flexible Manufacturing System (FMS) is a manufacturing system that can react flexibly to changes. The FMS equipment in the Mechanical Laboratory of the State Police of Babel is specifically devoted to the practice course of Advanced Manufacturing Technology in the Mechanical and Manufacturing Engineering study program in semester 5 with 2 credits. The current condition is that the existing FMS tools have not been able to contribute optimally in achieving the learning objectives of FMS practice. The purpose of the FMS practice itself is that students are able to operate the FMS device and simulate several variations of the Manufacturing process. Based on the existing problems, a manufacturing process program design and troubleshooting simulation will be carried out for the FMS

practice course in the Mechanical and Manufacturing Engineering study program. In this research, the purpose of this research is to design a program for the manufacturing process in the FMS device using a PLC. The results of this study are to find out the process of drilling metal and non-metal workpieces and make a learning manual for troubleshooting the process.

Keywords: FMS, PLC, troubleshooting

1. PENDAHULUAN

Flexible Manufacturing System (FMS) adalah sistem manufaktur yang dapat bereaksi secara fleksibel terhadap perubahan-perubahan. Dua macam perubahan sistem itu dapat berupa perubahan tipe produk yang akan dihasilkan (*machine flexibility*), maupun perubahan urutan proses dalam pembuatan produk tersebut (*routing flexibility*). Keuntungan dari penggunaan FMS dalam suatu sistem produksi massal (*mass production*) adalah kemampuan fleksibilitasnya yang tinggi baik dalam mengalokasikan waktu dan usaha, sehingga dapat menaikkan produktivitas dan mutu produk serta menurunkan biaya produksi.

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sebagai salah satu penyelenggara pendidikan vokasi yang menerapkan keseimbangan antara teori dan praktek sudah memiliki perangkat FMS. Perangkat FMS yang ada di Laboratorium Mekanik POLMAN BABEL secara spesifik di khususkan untuk mata kuliah praktik FMS Prodi Teknik Mesin dan Manufaktur disemester lima. Tujuan dari praktik FMS sendiri adalah mahasiswa mampu mengoperasikan perangkat FMS mensimulasikan beberapa variasi proses Manufaktur. Kondisi saat ini, perangkat FMS yang ada belum mampu untuk berkontribusi secara optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran praktik FMS.

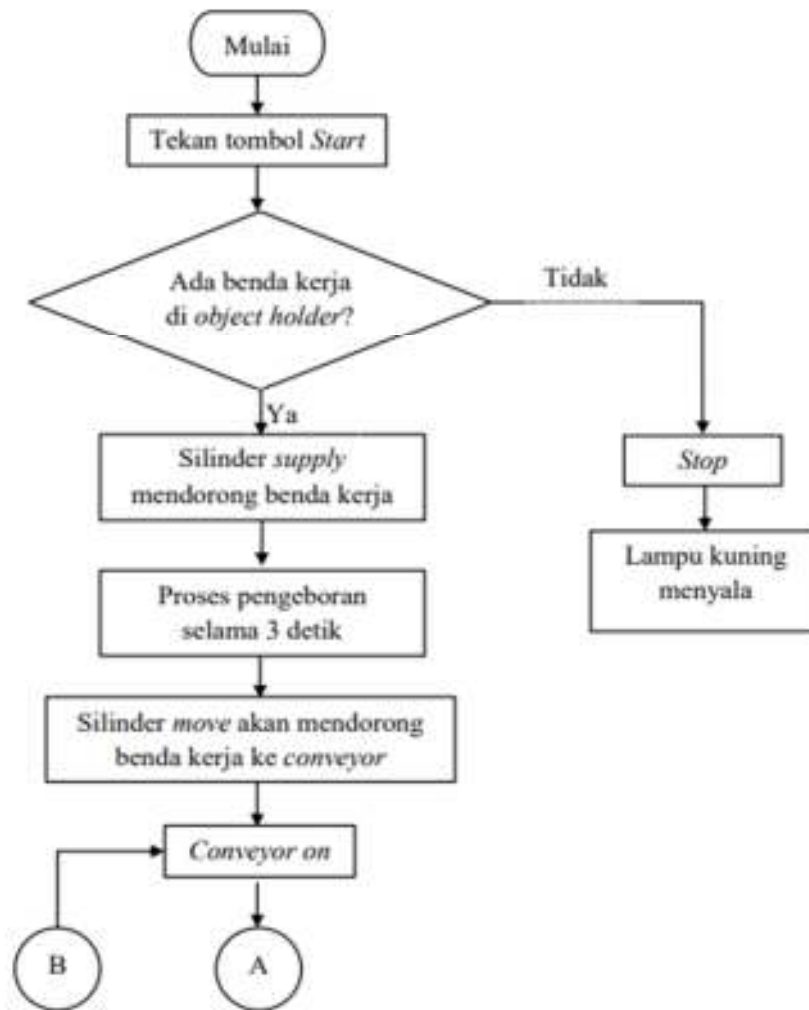
Penggunaan simulasi sebagai alat bantu pengajaran FMS sebenarnya bukan hal baru. Sultan [1], telah membuat alat bantu pengerjaan matakuliah manajemen produksi dengan memodelkan pabrik sebenarnya kedalam model simulasi pabrik (Pabrik Virtual) yang bisa disimulasikan di komputer. Pada tahun 2018 [2], Sultan telah mengembangkan teknologi pembelajaran yang sama dengan cara mengintegrasikan model FMS dalam bentuk model simulasi memanfaatkan perangkat lunak simulasi. Suendratno dan Maryadi [3], telah mengembangkan media SCADA pada FMS untuk meningkatkan kompetensi praktik mahasiswa bidang Otomasi di Program Studi Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta. Eka dkk.[4], telah merancang model simulasi untuk stasiun kerja pada sebuah perangkat FMS dengan tujuan membantu rencana produksi dalam menentukan tiga keputusan penting secara cepat.

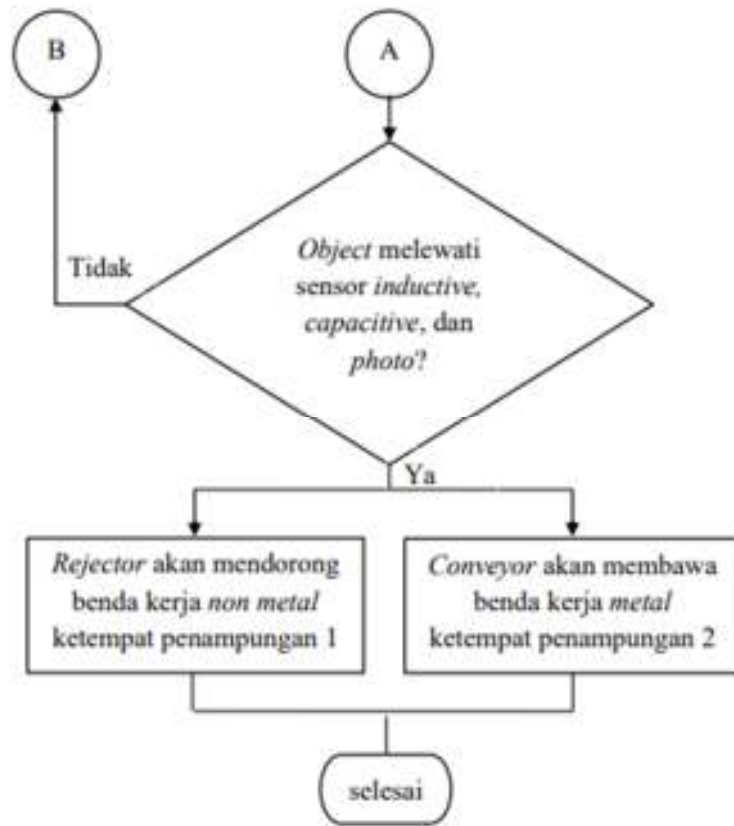
Berdasarkan permasalahan yang ada, maka akan dilakukan perancangan program proses manufaktur dan simulasi *troubleshooting* untuk mata kuliah praktik FMS di prodi Teknik Mesin dan Manufaktur.

2. METODE

Dalam metode penyelesaian ini terdapat 5 tahapan pelaksanaan yaitu, pertama melakukan pengumpulan data untuk mendapatkan informasi dari studi literature, observasi lapangan, dan wawancara ke dosen pengampuh mata kuliah agar dapat merancang program proses manufaktur pada FMS dan manual Troubleshooting. Tahapan yang kedua yaitu perancangan program pada perangkat FMS hal ini

bertujuan untuk mendapatkan konsep proses manufaktur yang akan dibuat pada saat pembelajaran praktik. Tahapan ketiga yaitu, proses pembuatan program selesai. Tahap keempat yaitu, proses uji coba program pada perangkat FMS yang bertujuan untuk mengetahui kekurangan program yang telah dibuat pada perangkat FMS tersebut. Tahapan kelima yaitu, proses pembuatan manual troubleshooting yang bertujuan untuk melihat capaian pembelajaran pada mata kuliah FMS. Berikut merupakan flowchart perancangan program proses pengeboran benda kerja *metal* dan *non metal* pada perangkat FMS.





Gambar 1. *Flowchart* perancangan program

Pada gambar 1 menunjukkan proses cara kerja perangkat FMS yang akan dirancang programnya. Proses pertama adalah meletakkan benda kerja pada *transparent object holder* untuk mengaktifkan sensor *supply*. Jika benda kerja tidak ada maka lampu indikator berwarna kuning dan proses tidak akan berjalan. Tekan tombol *start* untuk memulai proses, setelah proses dimulai maka silinder akan mendorong benda kerja ke proses pengeboran kemudian silinder akan kembali keposisi semula. Kemudian melakukan proses pengeboran selama 3 detik. Setelah silinder bor keposisi semula maka silinder *move* akan mendorong benda kerja ke *conveyor*. Setelah silinder *move* kembali ke posisi awal maka *conveyor* akan aktif. Kemudian *conveyor* akan membawa benda kerja melewati sensor *capacitive*, sensor *inductive* dan sensor *photo*. Jika benda kerja *metal* melewati sensor maka *conveyor* akan membawa benda kerja ke tempat penampungan 2 benda kerja *metal*. Apabila benda kerja *non metal* melewati sensor maka silinder *rejector* akan mendorong benda kerja menuju ketempat penampungan 1 benda kerja *non metal*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

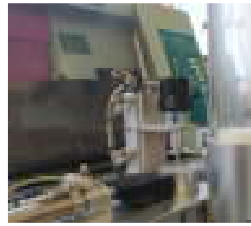
a. Uji coba program

Uji coba program dilakukan untuk mengetahui apakah konsep program yang dibuat telah berfungsi dengan baik. Pada uji coba pertama, yang dilakukan adalah meletakkan benda kerja pada *Transparent object holder* agar keadaan sensor *supply* aktif, setelah itu tekan tombol *start* sebagai tanda awal mulanya proses, kemudian silinder *supply* akan mendorong benda kerja ke proses pengeboran. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Silinder mendorong benda kerja

Ketika silinder *supply* kembali ke posisi awal maka silinder *move* akan aktif dan mendorong benda kerja ke proses pengeboran. Dapat dilihat pada Gambar 3.



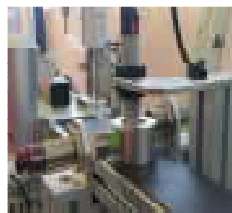
Gambar 3. Proses pengeboran benda kerja

Setelah proses pengeboran selesai maka silinder *process* akan kembali ke posisi awal dan mengaktifkan silinder *move* untuk mendorong benda kerja ke *conveyor*. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Silinder move mendorong benda kerja

Ketika silinder *move* kembali ke posisi awal maka akan mengaktifkan motor *conveyor* dan membawa benda kerja melewati sensor *photo*, sensor *capasitive*, dan sensor *inductive*. Dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Benda kerja melewati sensor

Ketika benda kerja *non metal* maka sensor *inductive* akan mengaktifkan silinder *rejector* dan mendorong benda kerja ketempat penampungan 1. Dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Rejector* mendorong benda kerja *non metal*

Apabila benda kerja *metal* maka *conveyor* akan membawa benda kerja menuju tempat penampungan 2. Dapat dilihat pada Gambar 7. Setelah motor conveyor mati maka akan mengaktifkan silinder *supply* untuk memulai proses berikutnya.



Gambar7. *Conveyor* membawa benda kerja metal

b. Pembuatan Manual Untuk Troubleshooting

Pembuatan manual praktikum sesuai program yang dibuat dengan variasi kesalahan-kesalahan dan troubleshooting untuk memudahkan pengajar dalam mengevaluasi capaian pembelajaran mata kuliah pada perangkat FMS. Buatlah permasalahan pada kabel input/output pada solenoid silinder process pengeboran dengan cara mencopot atau mengganjil kabel tersebut agar tidak ada tegangan yang masuk sehingga silinder process pengeboran tersebut tidak berfungsi. Input/output yang dibuat petmasalahanya dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Input dan output solenoid Silinder process pengeboran

Kondisi Permasalahan	Keterangan
<i>Output</i> silinder <i>process</i> ke <i>input</i> PLC	Tidak ada tegangan pada <i>input</i> PLC sehingga silinder <i>process</i> tidak berfungsi
<i>Output</i> PLC ke <i>input</i> solenoid <i>process</i>	Tidak ada tegangan pada <i>input</i> solenoid <i>process</i> sehingga proses pengeboran tidak berfungsi

Setelah silinder *process* tidak berfungsi maka mahasiswa harus menjalankan program proses penyortiran benda kerja *metal* dan *non metal*. Ketika proses sudah berjalan dan silinder *process* tidak berfungsi. Maka mahasiswa harus menganalisa kerusakan yang paling dekat dengan silinder *process* melalui *Sequential Function Chart* dan mencari hardware/kabel yang bermasalah melalui *wiring diagram*. Langkah awal yang harus dilakukan jika solenoid *process* tidak berfungsi adalah lakukan pengecekan kabel menggunakan multimeter pada *output* A□ apakah terhubung dengan input PLC (%IX0.0.1), jika terhubung maka *output* dari A□ ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output* B□ apakah terhubung dengan input PLC (%IX0.0.4), jika terhubung maka *output* dari B□ ke *input* PLC tidak ada masalah. Kemudian lakukan pengecekan pada *output* PLC (%QX0.2.0) apakah terhubung dengan *input* solenoid *process*, jika terhubung maka *wiring* pada *hardware* tidak bermasalah. Kemudian lakukan pengecekan pada solenoid *process* apakah masih bisa digunakan atau tidak, jika tidak bisa digunakan maka ganti solenoid tersebut. Jika solenoid *process* tersebut sudah di ganti dan masih mengalami masalah maka lakukan pengecekan program

apakah sudah benar pengalamatan *input* dan *output* pada program dengan *wiring hardware*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan program proses pengeboran benda kerja metal dan non metal sudah berfungsi dengan baik.
2. Terdapat manual troubleshooting kerusakan silinder process pada proses pengeboran benda kerja metal dan non metal guna melihat capaian pembelajaran mahasiswa pada praktik FMS.
3. Jumlah I/O PLC = 16 input, 11 output. Yang digunakan dalam proses penyortiran benda kerja metal dan non metal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Zubair Sultan, "Pemodelan dan Simulasi FMS untuk Menunjang Proses Pembelajaran di Laboratorium CNC PNUP," *Jurnal Teknik Mesin SINERGI*, vol. VII, no. 1, pp. 22-39, 2009.
- [2] Ahmad Zubair Sultan and Nur Hamzah, "Pengembangan Teknologi Pembelajaran Sistem Manufaktur Fleksibel dengan Integrasi Perangkat Lunak Simulasi," in *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, Ujung Pandang, 2018, pp. 89-95.
- [3] Muhammad Suendartno and Totok Heru Tri Maryadi, "Pengembangan Media SCADA pada Sistem Manufaktur Fleksibel (SMF) Untuk Peningkatan Kompetensi Praktik Teknik Kontrol dan Akuisisi Data," *Jurna Pendidikanl Teknik Mekatronika*, vol. VIII, no. 3, pp. 249-255, 2018.
- [4] Eka K. A. Pakpahan, Sonna Kristina, and Ari Setiawan, "Model Simulasi Untuk Sistem Manufaktur Fleksibel," *Jurnal Telematika*, vol. XIII, no. 2, pp. 119-125, 2019.



ANALISIS SINYAL GETARAN DALAM DOMAIN FREKUENSI
PADA MESIN BERPUTAR MENGGUNAKAN METODE
FAILURE ANALYSIS

Ariesa Prisilia Yustin¹, Fajar Aswin², Angga Sateria³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung
yustinarieap@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dititikberatkan pada metode failure analysis yang digunakan dalam proses menganalisis 3 kerusakan yakni unbalance, bearing defect, dan mechanical looseness berdasarkan sinyal getaran dalam domain frekuensi. Diagnosis kerusakan melalui sinyal getaran yang diperoleh berdasarkan ciri frekuensi khusus yang menandai timbulnya cacat atau rusak yang kemudian dianalisis dengan metode failure analysis. Hasil akhir yang diperoleh setelah dilakukan pengujian ialah bahwa metode failure analysis dapat menentukan satu kesimpulan kerusakan di masing-masing data sinyal getaran yang telah diambil. Dengan kerusakan unbalance ditunjukkan karena munculnya peak amplitudo tertinggi pada 1x rpm (31,25 Hz), bearing defect peak amplitudo pada frekuensi 1x BSF (49,82 Hz), dan mechanical looseness pada 0,5x, 1x, 2x, 3x rpm.

Kata Kunci: Failure analysis, sinyal getaran, domain frekuensi, FFT

ABSTRACT

This research emphasized on failure analysis method that used in the process of analyzing 3 failures such as unbalance, bearing defect, and mechanical looseness based on domain frequency of vibration signal. Diagnosing failures by vibration signal that obtain by specific frequency that is showing the failure or defect followed by analyzing using failure analysis method. The final result that obtained after experiment is failure analysis method can determine one failure mode in each data that has been taken. Unbalance failure that indicated because of the highest peak of amplitude is appear on 1x rpm (31,25 Hz), bearing defect amplitude peak on 1x BSF frequency (49,82 Hz), and mechanical looseness on 0,5x, 1x, 2x, 3x rpm.

Keywords: Failure analysis, vibration signal, frequency domain, FFT

1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu semakin banyak informasi dan inovasi baru yang bermunculan dan dijadikan sebagai referensi dalam sebuah proses perkembangan teknologi, guna untuk mempermudah manusia dalam melakukan aktivitasnya. Tentunya juga sudah banyak penelitian dilakukan yang memfokuskan pada bagaimana cara mendeteksi atau bahkan memprediksi kerusakan yang terjadi pada mesin berputar (Poddar dan Tandon, 2019). Seperti contohnya dengan menganalisis hasil pemantauan getaran dari bagian-bagian mesin yang berputar. Pemantauan getaran adalah salah satu teknik yang dianggap akurat dan hemat biaya jika dibandingkan dengan teknik lainnya. Getaran berlebihan yang muncul dapat menyebabkan kelelahan mesin yang kemudian mempengaruhi performa mesin saat beroperasi. Dengan cara menganalisis data sinyal getaran tersebut maka dapat mendeteksi kerusakan yang terjadi pada mesin seperti *unbalance*, *bearing defect*, dan *mechanical looseness*, *misalignment*, *gearmesh*, *oil weird* (Contretas dkk, 2002.)

Menurut N.N (1989), diketahui bahwa untuk mesin normal akan menunjukkan amplitude getaran yang relatif konstan, tetapi saat mulai terjadi kerusakan pada saat itu juga mulai menunjukkan kenaikan amplitudo getaran yang cukup besar sehingga mesin sudah harus dilakukan reparasi atau dilakukan pergantian komponen yang rusak. Pada penelitian ini difokuskan untuk mengetahui apakah metode *failure analysis* dapat digunakan untuk menentukan kerusakan yang terjadi pada mesin berputar dengan berdasarkan sinyal getaran dalam domain frekuensi dan memanfaatkan teknologi FFT.

Penelitian ini dilakukan guna untuk mempermudah dalam mendeteksi kerusakan *unbalance*, *bearing defect*, dan *mechanical looseness* pada mesin berputar dan mempermudah dunia perawatan untuk mencegah kerusakan mesin yang berlanjut.

2. METODE

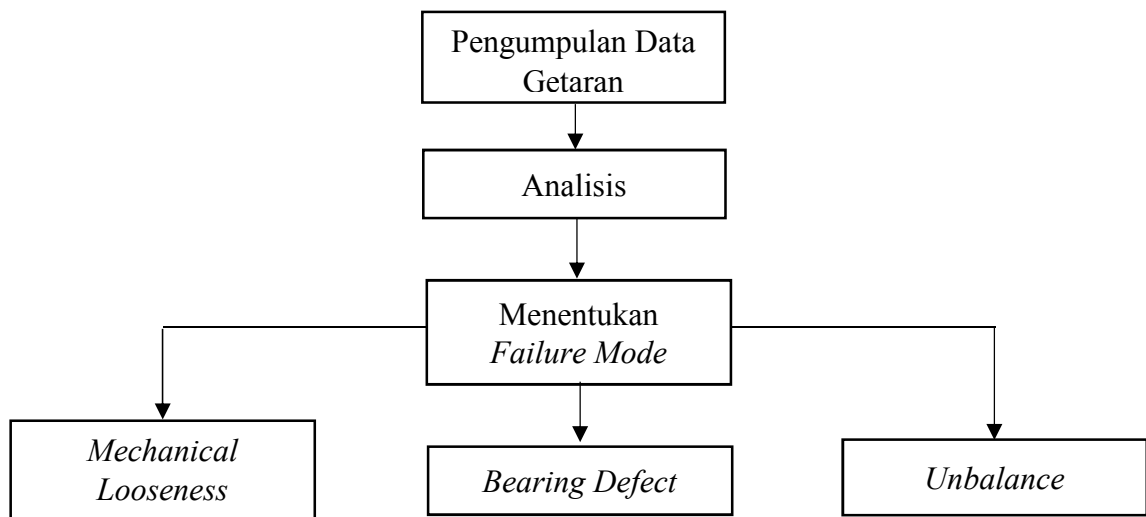
Prosedur penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Dalam tahapan ini dilakukan kajian pustaka terstruktur dan *critical review* guna mengidentifikasi batasan penelitian sekaligus mendalami teori-teori terkait yang mendukung pendalaman materi.

2. Perancangan Konsep FA

Sebelum memulai ke simulasi dan eksperimen, dilakukan tahap perancangan konsep *failure analysis* terlebih dahulu agar proses dalam mengetahui kerusakan pada mesin berputar lebih terarah dan jelas sumber informasinya. Tahapan tersebut dapat dilihat dalam bentuk *flowchart* berikut ini.



Gambar 1 Rancangan konsep FA

3. Simulasi

Merupakan kegiatan tambahan yang dilakukan, berupaya untuk mendukung desain FA yang telah dibuat sebelumnya. Simulasi merupakan berupa data sekunder yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan orang lain dalam bentuk jurnal, artikel yang terkait dengan materi penelitian.

4. Eksperimen

Untuk membuktikan apakah desain FA yang telah dibuat bisa menentukan *failure mode* setelah melakukan semua tahap dari awal hingga tahap ini. Pada proses pengambilan data sinyal getaran menggunakan vibroport 80, fitur yang akan digunakan ialah fitur FFT-Analyzer yang akan menampilkan data sinyal getaran dalam domain frekuensi dengan rentang 1-1kHz.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

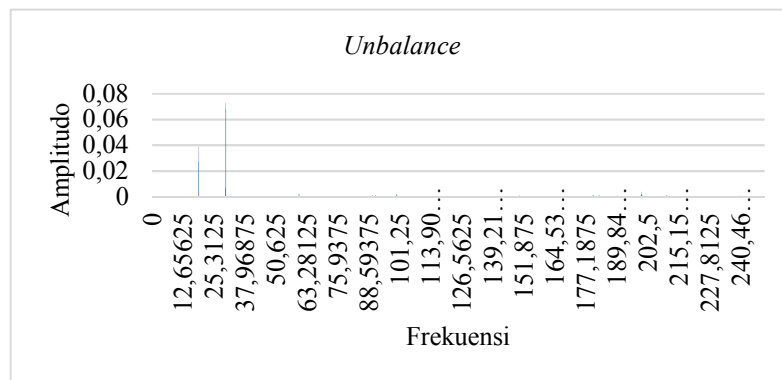
Hasil pengujian sinyal getaran dalam domain frekuensi pada mesin berputar ialah kerusakan *unbalance*, *bearing defect*, dan *mechanical looseness*. Tabel 1 merupakan hasil pengujian sinyal getaran tersebut dalam satuan rpm:

Tabel 1. Hasil Pengujian Getaran

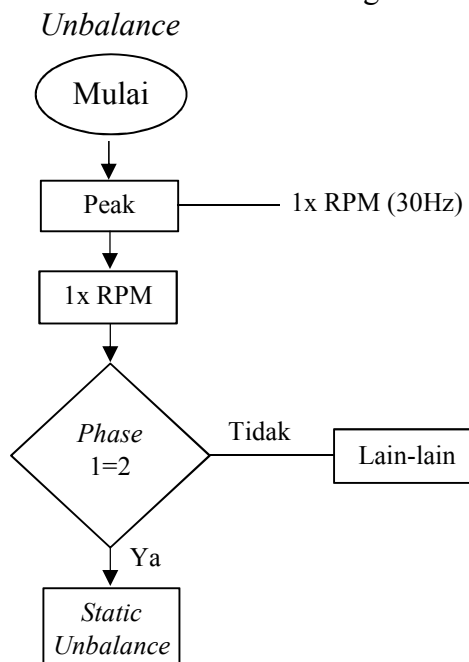
<i>Failure Mode</i>	Dominan Frekuensi		
	<i>Peak</i>	<i>Phase 1</i>	<i>Phase 2</i>
<i>Unbalance:</i>			
<i>Static</i>	1x RPM	90°	90°
<i>Bearing defect:</i>			
<i>Cage</i>			
<i>Ball</i>	1x BSF 49,82 Hz	-	-
<i>Inner</i>			
<i>Outer</i>			
<i>Mechanical Looseness:</i>			
Tipe B	0,5x, 1x, 2x, 3x RPM	-	-

Berdasarkan hasil pengujian diatas, telah diperlihatkan bahwa data getaran yang diambil dari mesin yang sedang beroperasi dalam kecepatan 1800 RPM tersebut dapat menunjukkan kerusakan *unbalance*, *bearing defect*, dan *mechanical looseness*. Pada kerusakan *bearing defect*, diketahui *peak* yang muncul ialah pada putaran 1x *Ball Spin Frequency* (BSF) yakni 49,82 Hz dengan rumus hitung frekuensi getaran bantalan BSF. Data getaran tersebut diambil dalam domain frekuensi dengan menggunakan alat *vibroport 80* dengan sensor akselerometranya diletakkan pada arah *radial axis*.

Untuk mengetahui kondisi motor yang mengalami *unbalance*, sebuah baut besi di pasang pada *wheel* yang terletak pada poros motor. Menurut penelitian sebelumnya (Plante dkk, 2015), diketahui bahwa kondisi poros motor yang tidak seimbang akan menampilkan titik puncak amplitudo yang tinggi pada satu kali putaran rpm. Dengan beroperasi pada putaran 1800 RPM (30 Hz), data sinyal getaran dalam domain frekuensi menggunakan alat *vibroport 80* diambil pada arah *radial axis*. Data dari pengujian ditunjukkan pada gambar 2.

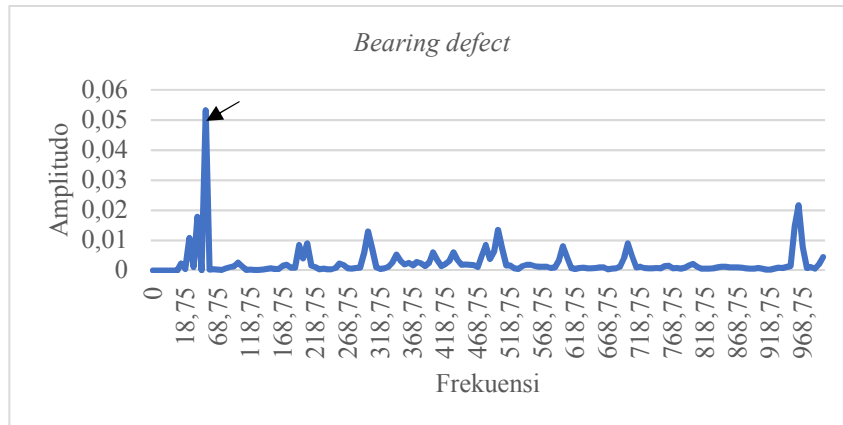


Gambar 2 Sinyal Getaran Dalam Domain Frekuensi Yang Muncul Akibat



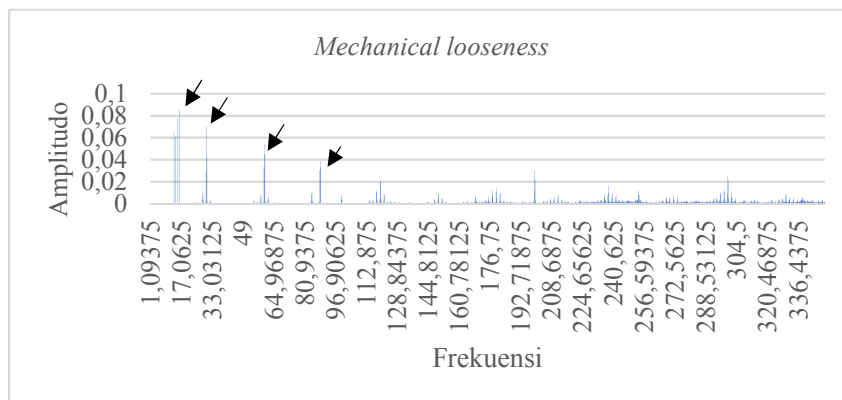
Gambar 3 Decision Tree Failure Mode Unbalance Eksperimen

Dari gambar 2 dan 3 diatas, dapat dijelaskan bahwa *peak* yang muncul pada frekuensi 31,25 Hz dengan nilai amplitudonya yaitu 0,071 g rms merupakan *peak* yang mendekati nilai 1x RPM.

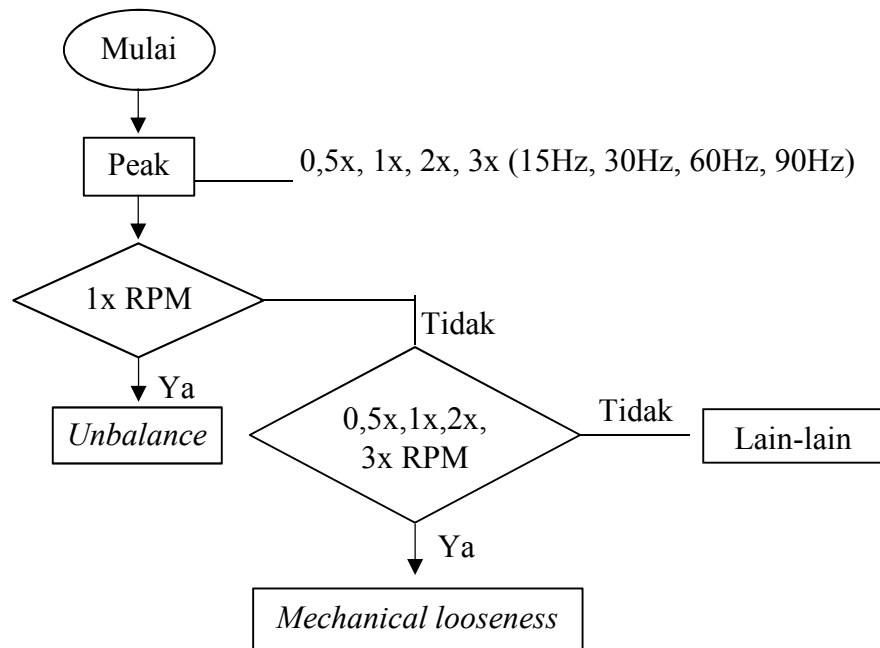


Gambar 4 Sinyal Getaran Dalam Domain Frekuensi Yang Muncul Akibat *Bearing Defect*

Pada gambar 4 telah diperlihatkan sinyal getaran pada mesin yang berputar saat sedang beroperasi menggunakan bearing rusak dalam rentang frekuensi 1-1kHz. Terdapat satu *peak* yang termasuk dalam frekuensi bantalan menurut tabel hitungan yang didapatkan dari Graney dan Ken Starry (2012) yakni 49,82 Hz atau 1x BSF.



Gambar 5 Sinyal Getaran Dalam Domain Frekuensi Yang Muncul Akibat *Mechanical Looseness*



Gambar 6 Decision Tree Failure Mode Mechanical Looseness Eksperimen

Getaran yang dihasilkan dari kondisi motor yang mengalami *mechanical looseness* juga diteliti dengan cara mengendorkan kedua baut yang terpasang pada kaki rumah bantalan sehingga menghasilkan getaran serta *noise* saat mesin dihidupkan. *Peak* pada kerusakan *mechanical looseness* dinyatakan akan terlihat pada beberapa kali kelipatan putaran RPM menurut penelitian sebelumnya (Plante dkk, 2015).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis sinyal getaran pada mesin berputar dalam domain frekuensi menggunakan metode *failure analysis* yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Desain konsep FA dapat menentukan kerusakan *unbalance* dengan ciri *peak* amplitudoo pada 1x rpm.
2. Desain konsep FA dapat menentukan kerusakan *mechanical looseness* dengan ciri *peak* amplitudoo pada 0,5x, 1x, 2x, 3x rpm.
3. Desain konsep FA dapat menentukan kerusakan *bearing defect* dengan ciri *peak* amplitudoo pada 1x BSF.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian ini seperti orang tua dan keluarga penulis yang telah banyak memberikan dukungan baik materil maupun moril serta iringan doa, serta dosen-dosen dan instruktur jurusan teknik mesin yang telah banyak membantu dalam membimbing dan mengarahkan penelitian ini sehingga dapat mendapatkan hasil yang diinginkan, kemudian untuk orang-orang terdekat yang telah memberikan semangat dan dukungan untuk penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Contretas, L. d. (2002). Integrating simulation modeling and equipment condition diagnostig for predictive maintenance. *Proceedings of the 2002 Winter simulation* , hal 1289-1296.
- Graney, B., & Starry, K. (2012). Rolling element bearing analysis. . *Materials Evaluation*, 70(1), 78.
- N.N. (1989). *Machine Condition Monitoring*. Denmark : Bruel & Kjaer.
- Plante, T., Nejadpak, A., & Yang, C. (2015). Faults detection and failures prediction using vibration analysis.
- Poddar, S., & Tandon , N. (2019). Detection of particle contamination in journal bearing using acoustic emission and vibration monitoring techniques. *Tribology International*.



DESAIN LAYOUT DAN ANALISIS RPM SPIN CASTING PADA PRODUK METAL JIG

Muhammad Rizki Pratama¹, Muhammad Yunus², Erwanto³
^{1,2,3}*Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat*
mrpratama03@gmail.com

ABSTRAK

Bangka Belitung merupakan salah satu pulau yang menghasilkan timah terbesar di Indonesia. Hasil penambangan timah di Indonesia hampir 300.000 ton pertahun, Namun sayangnya 95% hasil timah ini diekspor keluar negeri karena pemanfaatan timah yang minim didalam negeri. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain layout cetakan spin casting serta mendapatkan produk yang halus dengan putaran yang optimal. Manfaat dari penelitian ini yaitu membantu UMKM (Usaha Mikro Kecil Menengah) Kebajig Lure untuk mendapatkan kekasaran permukaan produk yang paling halus. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan metode penelitian eksperimen untuk mengelolah data yang diambil dari pengujian kekasaran permukaan dan hasil simulasi. Hasil dari penelitian ini adalah dari 3 varian desain layout ditentukanlah desain layout varian 1, dengan posisi runner pada bagian ekor dengan sudut kemiringan 135°, merupakan varian yang paling baik. Sedangkan dari 3 putaran yang dibuat, putaran dengan rpm(rotation of minute) 350 adalah putaran yang optimal dengan nilai kekasaran permukaan yaitu 1,41 μm dan untuk putaran yang menghasilkan kekasaran permukaan paling halus dengan putaran 450 yang memiliki nilai kekasaran permukaan 1,19 μm .

Kata Kunci: Desain Layout, Kekasaran Permukaan, Simulasi

ABSTRACT

*Bangka Belitung is one of the largest tin islands in Indonesia. Indonesia's tin mining is nearly 300,000 tons a year, but unfortunately 95% of these products are exported overseas because of the scarce products used in the country. The research aims to design the layout of spin casting casting casts and to get a refined product with optimum rotation. The benefit of this study is to help umkm (small medium-size microendeavor) Kebajig Lure to acquire the most subcutaneous product's surface roughness. The method used in this study, using experimental research methods to sift data derived from crusty testing of the surface and simulated results. The result of this research is that 3 variant layout design was woven layout design variant 1, with a runner's position at tail Angle of 135°, The most generous variant. The first of the three rounds, the one with rpm (round per minute) 350, is optimal with a rough surface value of 1.41 μm And for a turn which produces the most subtly roughness of the surface with 450 that has a cohesive surface value of 1.19 μm .
Keyword : Desain Layout, Surface Roughness, Simulation*

1. PENDAHULUAN

Bangka Belitung merupakan salah satu pulau yang menghasilkan timah terbesar di Indonesia. Hasil penambangan timah di Indonesia hampir 300.000 ton pertahun, Namun sayangnya 95% hasil timah ini diekspor keluar negeri karena pemanfaatan timah yang minim didalam negeri (Agung, 2019). Timah yang dihasilkan tidak di buat suatu produk atau barang yang sudah jadi melainkan berbentuk balok-balok timah, dikarenakan pengolahan timah di Indonesia yang belum maksimal. Sehingga bentuk pengolahan timah yang ada berupa kerajinan seperti halnya yang dilakukan oleh UMKM (usaha mikro, kecil dan menengah) *Kebajig lure*. UMKM *Kebajig lure* ini, berfokus dalam pembuatan umpan palsu yang digunakan oleh para pemancing. *Lure*/umpan palsu merupakan umpan tiruan yang menyerupai bentuk seperti mangsa ikan dan memiliki warna yang menarik bagi ikan. UMKM ini membuat *lure*/umpan palsu dari bahan logam yang disebut dengan *metal jig*. Pembuatan *metal jig* yang sederhana yaitu dengan mencairkan timah, menuangkannya pada cetakan dan memenuhi ruangan cetakan. Hasil cetakan umumnya masih kasar sehingga perlu dihaluskan dengan mesin bubut, kikir, atau amplas (Zainul, et al., 2019). Penghalusan permukaan yang dilakukan membutuhkan waktu, sesuai dengan luas permukaan yang akan dihaluskan.

Pada metode ini, yang masih mengandalkan grafitasi, kemungkinan ada yang mengalami cacat pada permukaan dan bentuknya. Sehingga penggunaan metode *spin casting* sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan hasil kualitas produk. Teknologi *spin casting* adalah suatu proses penuangan dan pembekuan logam yang memiliki titik leleh rendah dalam satu cetakan menggunakan prinsip gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal dari mesin *spin casting* akan mendorong lelehan logam untuk memenuhi setiap bagian detail permukaan di lubang cetakan (Balingit & Maglaya, 2013).

Pada penelitian kali ini, desain dibuat menggunakan *software CAD* dengan dimensi ukurannya 27,50 mm x 18 mm dengan berat 40gr dan bahannya menggunakan timah. Untuk menganalisa ataupun meng-optimasi hasil dari penelitian, secara umum digunakan *software CAE*. Pada *software* ini terdapat beberapa cara dalam menganalisa suatu benda. Pada penelitian ini dibutuhkan analisa aliran dari suatu benda saja sehingga digunakan *software CAE* yang mendukung *CFD (Computational Flow Dynamics)*.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan yang digunakan penelitian ini yaitu :

- Komputer/Pc/Laptop



Gambar 1. Komputer/Pc/Laptop

- Mesin *Surface Roughness*

Mesin *surface roughness* digunakan untuk mengambil data kekasaran permukaan dari *metal jig* dan cetakan *metal jig* melalui pengujian gambar bisa dilihat dibawah ini:



Gambar 2. Mesin *Surface Roughness*

- *Holder dial*

Penggunaan *holder dial* berguna dalam proses pengujian sebagai pengunci dari mesin *surface roughness* untuk menjangkau permukaan yang lebih jauh bisa dilihat dibawah ini :



Gambar 3. *Holder Dial*

- Ragum Catok 360°

Ragum digunakan untuk memudahkan pengujian yang membutuhkan pergerakan 360°, dengan dilakukannya pencekaman pada produk yang akan diuji, bisa dilihat pada gambar berikut :

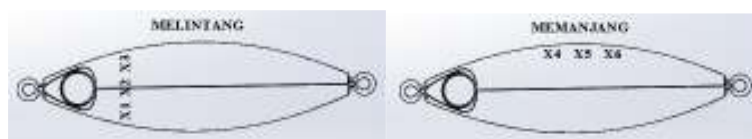


Gambar 4. Ragum Catok 360°

2.2. Pengambilan Data

Penelitian dimulai dengan pengambilan data *metal jig* menggunakan mesin *surface roughness* sampai dengan simulasi. Setelah semua selesai akan dilanjutkan dengan analisis. langkah tersebut bisa dilihat dibawah ini :

- Pengujian kekasaran permukaan menggunakan mesin *surface roughness* dengan pengulangan 8 kali di 6 titik secara melintang dan memanjang.



Gambar 5. Skema pengujian



Gambar 6. Benda Pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Daftar Tuntutan

Pembuatan daftar tuntutan dibuat berdasarkan data yang didapatkan dari umkm kebajig lure dari ukuran hingga perawatan untuk mempermudah mendesain *layout spin casting*. Sehingga pembuatan daftar tuntutan dibuat seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pembuatan Daftar Tuntutan

No	Daftar Tuntutan	Skala (Demand or Wishes)
1	Ukuran	
	Diameter cetakan 304,80 mm	D
	Tebal <i>Silicon Ruber</i> atau <i>Layer</i> 10 mm	D
2	Material	
	Timah timbal/ <i>gray</i>	D
	Timah Putih/ <i>white</i>	W
3	Energi	
	Digerakkan oleh Motor listrik	D
4	Tool	
	Bisa digunakan dimesin <i>spin casting</i> berdasarkan teori.	W
5	Ergonomis	
	Bahan baku yang murah	D
	Nyaman ketika saat digunakan.	W
6	Keselamatan	
	Penggunaan tidak membahayakan alat	D
7	Perawatan	
	Mudah dalam penggantian alat ketika ada yang rusak	D

3.2. Desain *Layout Metal Jig*

Desain *layout metal jig* dibuat untuk mesin *spin casting*. Pada cetakan terdapat 4 buah *metal jig* pada 3 varian dengan posisi *runner* yang berbeda. Dimensi diameter cetakan 304,80 mm dengan tebal masing-masing *layer* 10 mm . sehingga ditentukanlah salah satu desain yang terbaik yaitu pada varian 1 dengan desain *layout* yang dibuat berbeda pada posisi *runner*nya. Untuk desain *layout* varian 1 diposisikan pada bagian ekor dengan sudut kemiringan 135° , Gambaran desain dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 7. Desain Cetakan *Metal jig* Dengan Varian 1

3.3. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dari hasil proses pengerjaan pengecoran (*casting*) logam dan sebagai pembandingan hasil akhir simulasi. Tabel 2 adalah Hasil pengujian kekasaran permukaan pada *metal jig* menggunakan alat *surface roughness*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Pada *Metal jig*

Parameter	<i>Surface Roughness</i> (μm)							
	Melintang				Memanjang			
Berat	Jenis	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
<i>Metal jig</i> (Amplas)	26,69 gr	Sp.1	1,48	1,33	1,42	1,85	1,72	1,96
	35,37 gr	Sp.2	1,39	1,37	1,36	2,1	1,6	1,55
	35,27 gr	Sp.3	1,39	1,29	1,49	2,07	1,68	2,27
	161,89 gr	Sp.4	1,81	1,38	2,07	1,62	1,59	1,61

Parameter	<i>Surface Roughness</i> (μm)							
	Melintang				Memanjang			
Berat	Jenis	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
<i>Metal jig</i> (Belum di Amplas)	26,69 gr	Sp.1	1,59	2,285	2,003	1,982	1,742	1,709
	35,65 gr	Sp.2	1,888	1,521	1,477	1,579	1,955	1,632
	35,65 gr	Sp.3	1,648	1,662	1,49	1,818	1,574	2,064
	161,89 gr	Sp.4	2,188	1,634	2,099	1,505	1,841	1,547

3.4. Hasil Perhitungan

Pehitungan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai percepatan sentripental (a) yang dikombinasikan ke dalam simulasi menggunakan *software CAE*. Tabel 2 merupakan hasil perhitungan untuk menentukan nilai percepatan sentripental (a). Hasil nilai percepatan yang didapatkan menggunakan rumus dengan perhitungan sebagai berikut :

$$T = mv^2/R$$

$$T = m.a$$

$$a = v^2/R$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Percepatan Sentripental (a)

Varian 1							
No	<i>Rpm</i>	<i>Rps</i>	\emptyset center gate	k	R	v	a
1	250	4,17	0,064 m	0,201 m	0,032 m	0,84 m	22,05
2	350	5,84	0,064 m	0,201 m	0,032 m	1,17 m	42,78
3	450	7,5	0,064 m	0,201 m	0,032 m	1,50 m	71,25

Varian 2							
----------	--	--	--	--	--	--	--

No	Rpm	Rps	Ø center gate	k	R	v	a
1	250	4,17	0,064 m	0,201 m	0,032 m	0,84 m	22,05
2	350	5,84	0,064 m	0,201 m	0,032 m	1,17 m	42,78
3	450	7,5	0,064 m	0,201 m	0,032 m	1,50 m	71,25

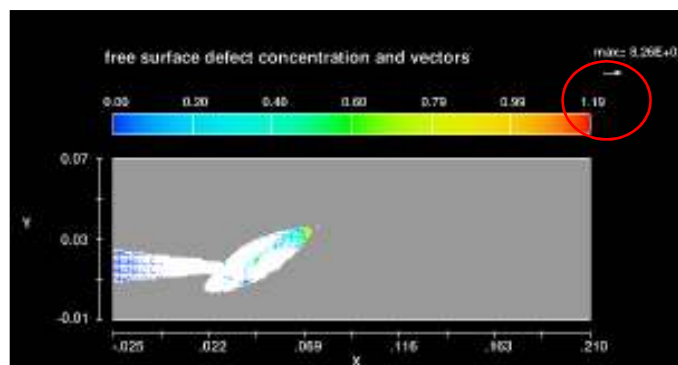
Varian 3

No	Rpm	Rps	Ø center gate	k	R	v	a
1	250	4,17	0,064 m	0,201 m	0,032 m	0,84 m	22,05
2	350	5,84	0,064 m	0,201 m	0,032 m	1,17 m	42,78
3	450	7,5	0,064 m	0,201 m	0,032 m	1,50 m	71,25

Dari perhitungan yang didapatkan yang terdapat pada tabel 3 hasil perhitungan untuk menentukan nilai percepatan sentripetal (a) yang akan menggantikan gaya gravitasi dalam simulasi untuk mendapatkan gaya sentripetal terhadap cetakan.

3.5. Hasil Simulasi Putaran

Data hasil simulasi yang dilakukan, berdasarkan hasil perhitungan nilai percepatan sentripetal (a) pada tabel 3 dengan bentuk desain produk yang berbeda-beda. Dari hasil simulasi yang dilakukan akan ditentukannya bentuk desain produk yang simulasinya menunjukkan hasil permukaannya yang paling halus bisa dilihat dibawah ini :



Gambar 8. Varian 1 Rpm 450

Pada gambar 8 terdapat desain layout varian 1 dengan rpm 450, pada display diatas diketahui bahwa nilai kekasaran permukaan hasil simulasi menunjukkan hasil akhir yang diperoleh yaitu pada angka 1.19 μm yang mana menunjukkan tingkat kekasaran permukaan pada simulasi terhadap produk metal jig.

3.6. Pengolahan Data Hasil Simulasi

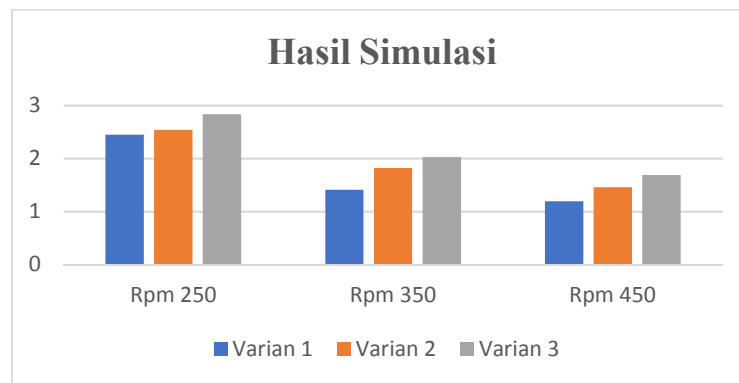
Dari pengolahan data yang dilakukan, untuk mendapatkan varian desain *layout* yang paling halus dengan putaran yang optimal pada simulasi, menggunakan *software CAE*. Selanjutnya akan ditarik kesimpulan pada varian manakah dan putaran berapakah yang menghasilkan nilai ra yang paling rendah artinya semakin kecil nilai didapatkan maka kekasaran yang didapatkan semakin halus.

Selanjutnya pengolahan data hasil simulasi untuk mendapatkan varian dan putaran dengan nilai kekasaran yang paling rendah sebagaimana ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Simulasi

No	Putaran/Rpm	Desain <i>Layout</i>		
		Varian 1	Varian 2	Varian 3
1	250	2,45 μm	2,54 μm	2,84 μm
2	350	1,41 μm	1,82 μm	2,03 μm
3	450	1,19 μm	1,46 μm	1,69 μm

Berdasarkan tabel 4 akan dilanjutkan dengan pembuatan grafik untuk Varian desain layout dan putaran agar lebih mudah disimpulkan. Grafik yang dimaksudkan bisa dilihat dibawah ini :



Gambar 9. Grafik Hasil simulasi 3 varian dengan 3 Rpm

Dari gambar 9 hasil simulasi dari 3 varian desain layout menggunakan 3 rpm yaitu 250, 350, dan 450 maka dapat disimpulkan bahwa grafik yang paling rendah menunjukkan putaran yang paling halus yaitu pada putaran/rpm 450 pada varian 1 dengan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan yaitu 1,19 μm . Akan tetapi, untuk putaran yang paling optimal yaitu pada putaran/rpm 350 dengan nilai 1,41 μm berdasarkan data perbandingan pengujian *surface roughness*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan yaitu Dari 3 varian desain *layout* ditentukanlah desain *layout* varian 1 dengan posisi *runner* pada bagian ekor dengan sudut kemiringan 135°, adalah yang paling baik, berdasarkan daftar tuntutan, hasil simulasi dan studi literatur yang ada dan Dari 3 Putaran dibuat, putaran dengan rpm (*rotation of minute*) 350 adalah putaran yang optimal dengan nilai kekasaran permukaan yaitu 1,41 μm . Sedangkan, putaran dengan rpm 450 yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang paling halus dengan nilai 1,19 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, E. S., 2019. PENGARUH SUHU TUANG PADA KUALITAS GANTUNGAN KUNCI BERBAHAN BAKU PEWTER DENGAN METODE SPIN CASTING. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, Volume 36, pp. 47-60.
- Balingit, . W. H. & Maglaya, 2013. Numerical Optimization of the Spin Casting Process Parameters. *World Applied Sciences Juournals*, Volume 21(8), pp. 1106-1112.
- Zainul, A., Risdiyono, Istihanah, N. E. & Joni, S., 2019. Pengaruh Bentuk Runner Pada Cetakan Rtv Silicone Rubber, Kecepatan Dan Arah Putar Mesin Spin Casting Terhadap Keberhasilan Dan Kualitas Produk Kerajinan Pewter. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, Volume 36, pp. 113-122.



SISTEM PENDETEKSI BUAH LADA BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Abdur Rohim¹, Reiva Marizka Harmie², Muhammad Iqbal Nugraha³, Indra
Dwisaputra⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

E-mail: caxem17@gmail.com

ABSTRAK

Pohon lada tumbuh merambat hingga ketinggian 4 meter dengan ditopang oleh pohon lain atau memakai tiang disebut dengan junjung. Permasalahan yang ada saat ini adalah saat proses pemanenan lada, para petani umumnya memetik dengan tangan. Pada tahun 2020 mahasiswa D3 membuat alat rancang bangun pemetik lada dengan menggunakan remote untuk mengontrol pergerakannya, alat ini belum bisa bergerak secara otomatis, dari persoalan tersebut dibuatlah sistem pendeteksi buah lada berbasis convolutional neural network (CNN). Sistem ini menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Implementasi CNN menggunakan tools Tensorflow dengan bahasa pemograman Python. Jumlah dataset sebanyak 100 gambar buah lada dan 100 gambar non lada. Berdasarkan hasil pengujian tingkat precision prediksi sebesar 95 %, accuracy 89 %, dan recall 90 %, Jadi dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi dengan menggunakan webcam dapat memprediksi buah lada dengan baik.

Kata kunci : Buah lada, Sistem pendeteksi, Buah lada

ABSTRACT

Pepper trees grow vines up to a height of 4 meters supported by other trees or using a pole called an arbor. The current problem is that during the pepper harvesting process, farmers generally pick by hand. In 2020, D3 students made a pepper picker design tool using a remote to control its movement, this tool cannot move automatically, from this problem a convolutional neural network (CNN) based pepper fruit detection system was created. This system uses the Convolutional Neural Network (CNN) method. CNN implementation uses Tensorflow tools with Python programming language. The number of datasets is 100 images of pepper and 100 images of non pepper. Based on the test results, the prediction precision level is 95%, accuracy is 89%, and recall is 90%, so it can be concluded that the detection system using a webcam can predict pepper fruit well.

Keywords: pepper fruit, detection system, pepper fruit.

1. PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum*) merupakan salah satu rempah – rempah yang banyak digunakan dalam masakan di dunia. Sebagai daerah produsen utama lada putih di Indonesia, bagi Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, lada juga merupakan produk unggulan ekspor, khususnya ditunjukkan melalui popularitas *branding* Muntok-*white paper* yang telah memiliki sertifikat indikasi geografis di pasar dunia. Usaha budi daya lada memiliki prospek dan peluang usaha yang tinggi dapat diarahkan sebagai unit bisnis yang mampu meningkatkan pendapatan bagi petani (Dinas Pertanian, Peternakan dan Perkebunan Provinsi Bangka Belitung, 2015) (Ardan Adhi Chandra, 2016). Ketinggian pohon lada dapat tumbuh sekitar 4 meter yang ditopang dengan pohon lain atau tiang disebut dengan junjung. Permasalahan yang ada saat ini adalah saat proses pemanenan lada, para petani umumnya memetik dengan tangan. Dalam satu musim panen, petani lada membutuhkan tenaga tambahan untuk memanen lada-lada tersebut dari kebunnya. Pekerja menggunakan tangga untuk menjangkau buah lada yang lebih tinggi sehingga semakin menambah kerumitan dalam pemanenan lada karena pekerja harus turun-naik tangga untuk memetik lada dari pohon satu ke pohon lainnya (Ardan Adhi Chandra, 2016).

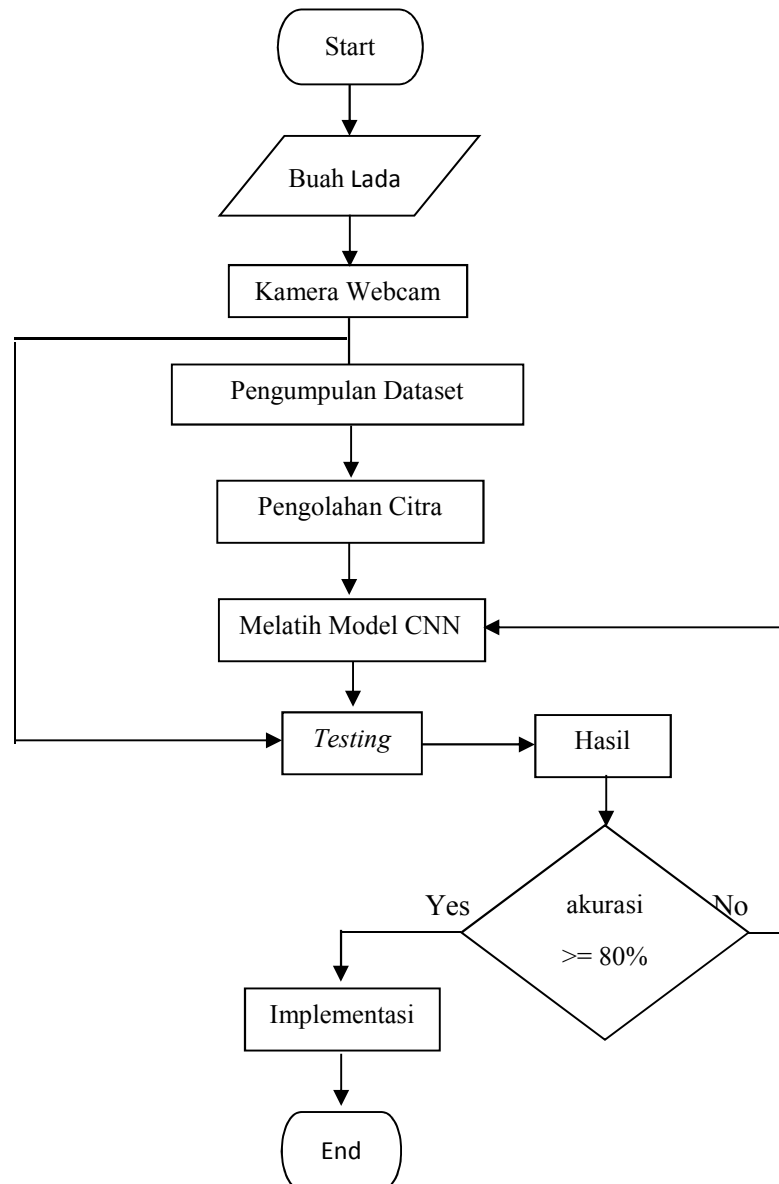


Gambar 1. 1 Pemetikan buah Lada (Faarianto, 2016)

Pada tahun 2020 mahasiswa D3 membuat alat rancang bangun pemetik lada dengan *remote* untuk pengontrolan pergerakan robot, dimana robot ini belum bisa bergerak secara otomatis dan belum bisa mendeteksi buah lada secara otomatis, jadi melalui penelitian ini kami mengusulkan untuk mengembangkan robot pemetik buah lada khususnya pada bagian sistem pendeteksi buah lada dengan judul penelitian yaitu Sistem Pendeteksi Buah Lada Berbasis *Convolutional Nural Network* (CNN) . Dengan membuat sistem pendeteksi ini, maka robot diharapkan bisa mendeteksi objek buah lada sehingga suatu saat dapat digunakan untuk memetik buah lada secara otomatis.

2. METODE

Perngerjaan penelitian ini berdasarkan metode pada gambar 2.1. Berikut tahapan – tahapan yang dilakukan pada proses penelitian ini pada gambar dibawah ini:









Gambar 2.1 Sistem Kerja Alat

Berdasarkan sistem kerja alat yang dapat dilihat pada gambar 2.1 proses pertama yang dilakukan yaitu pengumpulan dataset berupa gambar buah lada, setelah dataset terkumpul selanjutnya melakukan proses citra dengan mengubah ukuran gambar menjadi 100 x 100 dan mengubah gambar ke grayscale. Pelatihan jaringan syaraf tiruan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* (Prasojo).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah model dari Jaringan CNN di dapat selanjutnya melakukan pengujian secara langsung dengan menggunakan kamera tipe webcam, kami menggunakan beberapa *sample* buah atau benda seperti buah lada, buah cabai dan buah mengkudu untuk melihat seberapa akurat model CNN yang telah dilatih. berikut tabel hasil pengujian dengan mengambil beberapa gambar yang telah diuji dari 85 gambar:

Tabel 3. 1 Hasil Prediksi Model CNN

No	Nama Benda	Gambar	Prediksi
1.	Buah Lada		Benar
2.	Buah Lada		Benar
3.	Buah Cabai		Benar
4.	Buah Mengkudu		Benar
6.	Daun dan tangkai		Benar
7.	Daun lada		Benar

Berdasarkan dari hasil pengujian diatas sebanyak 85 gambar yang telah diuji, terdapat 5 jenis gambar yang diuji yaitu buah lada, daun lada, tangkai lada, buah cabai dan buah mengkudu, Dari jenis – jenis gambar tersebut akan dibandingkan dengan buah lada itu sendiri, apakah sistem ini bisa berjalan dengan baik. Terdapat 75 gambar dengan prediksi benar sedangkan sisanya salah prediksi. Perhitungan nilai *Accuracy*, *Recall*, dan *Precision* dari hasil pengujian diatas sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Hasil Nilai Prediksi

<i>True Positive</i> (TP)	<i>True Negative</i> (TN)	<i>False Positive</i> (FP)	<i>False Negative</i> (FN)
59	17	3	6

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\%$$

$$Precision = \frac{59}{59+3} \times 100\% = 95\%$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\%$$




$$Recall = \frac{59}{59+6} \times 100\% = 90\%$$

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\%$$

$$Accuracy = \frac{59+17}{59+17+3+6} \times 100\% = 89\%$$

Jadi hasil *Accuracy*, *Recall*, dan *Precision* dari model yang digunakan dengan *input* gambar ukuran 100 x 100 piksel yaitu *Accuracy* 89%, *Recall* 90% dan presisi 95%. Hasil pengujian sudah menunjukkan hasil yang baik. Cara meningkatkan akurasi dari model CNN dalam memprediksi objek buah lada dapat menambah *input* gambar atau dataset lebih banyak lagi sehingga tingkat akurasi lebih tinggi (W.Anggraini, 2020) (S.R.Dewi, 2018).

Tabel 3. 3 Hasil Prediksi dengan Jarak

No	Jarak	Gambar	Asil
1.	9 cm		Tidak terdeteksi
2.	10 cm		Terdeteksi
3.	15 cm		Terdeteksi

4.	30 cm		Terdeteksi
5.	35 cm		Tidak Terdeteksi

Berdasarkan dari hasil tabel di atas jika jarak buah lada dengan kamera kurang dari 10 cm maka objek yang ditangkap oleh kamera terlalu besar sehingga sistem tidak dapat mengenali buah lada dengan baik, jika jarak buah lada dengan kamera lebih dari 30 cm maka objek yang ditangkap oleh kamera terlalu kecil sehingga sistem tidak dapat mengenali buah lada dengan baik, jadi dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi dapat mengenali buah lada dengan jarak 10 cm – 30 cm dari kamera webcam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari pembahasan dan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem pendeteksi buah lada berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah dibuat di penelitian ini dapat memprediksi buah lada dengan tingkat akurasi 88% yang ditampilkan di layar monitor.
2. Semakin banyak proses *training* model dilatih maka semakin baik juga tingkat akurasi dalam memprediksi objek yang diinginkan, sebaliknya jika proses training sedikit dilatih maka tingkat akurasi kurang bagus dalam memprediksi objek.
3. Ukuran gambar sangat mempengaruhi proses pengolahan data training, semakin besar ukuran gambar yang digunakan maka semakin lama dalam melakukan proses pengolahan data training.
4. Input gambar yang dilatih pada pembahasan diatas sebanyak 100 gambar untuk setiap *class*, jumlah ini terbilang sedikit untuk proses pelatihan model CNN, untuk mendapatkan model CNN yang bagus maka diperlukan input / dataset yang banyak.
5. bahwa sistem pendeteksi dapat mengenali buah lada dengan jarak 10 cm – 30 cm dari kamera webcam berdasarkan hasil pengujian.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya kepada warga Desa Terentang III, Koba, Bangka Tengah terkhususnya Pak Satipli yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini terkait karakteristik dari buah lada dan kepada Direktur Polman Babel, Dosen Pembimbing, serta pihak lain yang telah membantu dan bekerjasama dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardan Adhi Chandra. (2016, Juni Rabu 08). *Awalnya Iseng, Pengusaha Ini Bisa Kantongi Rp 6M/ Bulan dari Bisnis Lada Putih*. (detikFinance) Retrieved November 26, 2020, from <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-3228160/awalnya-iseng-pengusaha-ini-bisa-kantongi-rp-6-m-bulan-dari-bisnis-lada-putih>
- Faarianto, F. (2016, November Kamis 03). *Cara Budidaya Lada Bangka*. Retrieved November 26, 2020, from <http://nusafarm.blogspot.com/2016/11/cara-budidaya-lada-bangka.html>
- Prasojo, A. (n.d.). PENGENALAN KARAKTER ALFABETMENGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN. 2.
- S.R.Dewi. (2018). DEEP LEARNING OBJECT DETECTION PADA VIDEO MENGGUNAKAN TENSORFLOW DAN CONVOLUTIONAL NEURAL., (pp. 1-95).
- W.Anggraini. (2020). Deep Learning Untuk Deteksi Wajah Yang Berhijab Menggunakan Algoritma CNN Dengan Tensorflow. Banda Aceh: Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.



ANALISIS PENGARUH KEDALAMAN POTONG DAN VARIASI
CAMPURAN DROMUS TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN BAJA AISI 1045 SETELAH DIQUENCHING
MENGUNAKAN AIR LAUT

Odidio Pratama¹, Zaldy Kurniawan², Eko Yudo³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
pratamaodidio@gmail.com

ABSTRAK

Penggerindaan dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa proses permesinan yang tidak rata untuk menghasilkan permukaan yang rata, halus dan mendapatkan ketelitian yang diinginkan. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi depth of cut dan variasi campuran dromus terhadap kekasaran permukaan material baja AISI 1045 setelah diquenching dan campuran dromus yang baik untuk proses gerinda datar. Metode pada penelitian ini adalah eksperimen. Variasi depth of cut yang diberikan adalah 0.015mm, 0.020mm, 0.025mm dan variasi campuran dromus adalah 1:10, 1:15 dan 1:20. Hasil dari penelitian ini dengan kedalaman potong dari 0.015mm dengan campuran dromus 1:10, 1:15, 1:20 mendapatkan hasil 0.228 μ m, 0.151 μ m, dan 0.107 μ m. Kedalaman potong 0.020mm dengan campuran dromus 1:10, 1:15, 1:20 mendapatkan hasil 0.220 μ m, 0.205 μ m, dan 0.155 μ m. Kedalaman potong 0.025mm dengan campuran dromus 1:10, 1:15, 1:20 mendapatkan hasil 0.268 μ m, 0.214 μ m, dan 0.155 μ m. Nilai kekasaran yang didapat mengalami peningkatan seiring bertambahnya kedalaman pemotongan yang dilakukan, tetapi mengalami penurunan jika campuran dromus semakin encer.

Kata Kunci: depth of cut, dromus, finishing, kekasaran permukaan, surface grinding.

ABSTRACT

Grinding is done to remove the remnants of the uneven machining process to produce a flat, smooth surface and get the desired accuracy. The research that has been conducted aims to determine the effect of variations in depth of cut and variations in dromus mixture on the surface roughness of AISI 1045 steel material after quenching and a good dromus mixture for flat grinding processes. The method in this research is experimental. The depth of cut variations given are 0.015mm, 0.020mm, 0.025mm and the mixed dromus variations are 1:10, 1:15 and 1:20. The results of this study with a depth of cut of 0.015mm with a mixture of dromus 1:10, 1:15, 1:20 get the results of 0.228 μ m, 0.151 μ m, and 0.107 μ m. A depth of cut of 0.020mm with a mixture of 1:10, 1:15, 1:20 dromus resulted in 0.220 μ m, 0.205 μ m, and 0.155 μ m. A depth of cut of 0.025mm with a mixture of 1:10, 1:15, 1:20 dromus

yields $0.268\mu\text{m}$, $0.214\mu\text{m}$, and $0.155\mu\text{m}$. The roughness value obtained increased with increasing the depth of the cuts made, but decreased if the dromus mixture was getting dilute.

Keywords: depth of cut, dromus, finishing, surface roughness, surface grinding

1. PENDAHULUAN

Proses gerinda adalah suatu proses manufaktur yang penting dan digunakan untuk membentuk benda kerja sesuai dengan persyaratan geometri, dimensi dan toleransi tertentu (Fipka dan Tri, 2018). Pada saat proses penggerindaan berlangsung terjadi gesekan antara permukaan benda kerja dengan batu gerinda, hal ini berpengaruh terhadap kekerasan benda kerja. Kedalaman potong juga sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, semakin dalam pemakanan pada proses penggerindaan maka gesekan antara benda kerja dengan batu gerindapun semakin besar. Hal ini menimbulkan panas, maka dari itu diperlukannya media pendingin yaitu *cutting fluid* (dromus). Dromus berfungsi sebagai pelumas yang akan mengurangi gesekan antara roda gerinda dan benda kerja pada saat proses *surface grinding*, sehingga penyebaran panas terjadi pada permukaan benda kerja akan berkurang.

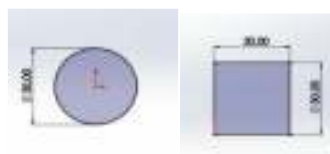
Bagus,R,S (2020), melakukan penelitian tentang penggerindaan baja S45C dengan Kedalaman potong 0,002mm 0,006mm dan 0,01 mm didapat hasil kekasaran permukaan rata-rata secara berurutan $0,290\ \mu\text{m}$, $0,314\ \mu\text{m}$, $0,325\ \mu\text{m}$ dengan tingkat kekasaran N4 dan kesimpulan yang didapat semakin tinggi Kedalaman potong semakin tinggi pula nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan namun dalam tingkat kekasaran yang sama pada setiap bahan. Untuk membuat baja lebih tahan gesekan atau tekanan maka diperlukan proses perlakuan panas, salah satu proses perlakuan panas adalah *hardening*.

Berdasarkan penelitian (Budi et al., 2017) dilakukan proses *hardening* baja asab dan *diquenching* menggunakan air garam, menghasilkan peningkatan kekerasan sekitar 20,30% dari specimen awal. Didapat kesimpulan bahwa semakin keras suatu material semakin halus kekasaran permukaan yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian dilakukan pada mesin *Surface Grinding* REFORM PSGS 4070 AH. Benda kerja yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan baja karbon menengah yaitu baja AISI 1045. Pemilihan baja AISI 1045 karena baja ini banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan komponen – komponen permesinan. Spesimen baja AISI 1045 yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan ukuran panjang 30 mm dengan diameter 30 mm.



Gambar 1. Dimensi dan Bentuk Spesimen Uji

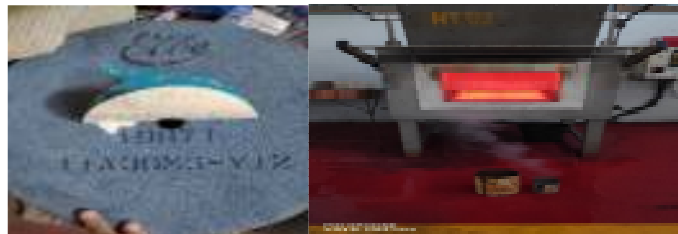
2.2 Alat dan Bahan

1. Mesin *Surface Grinding* REFORM tipe PSGS 4070 AH dan *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210.



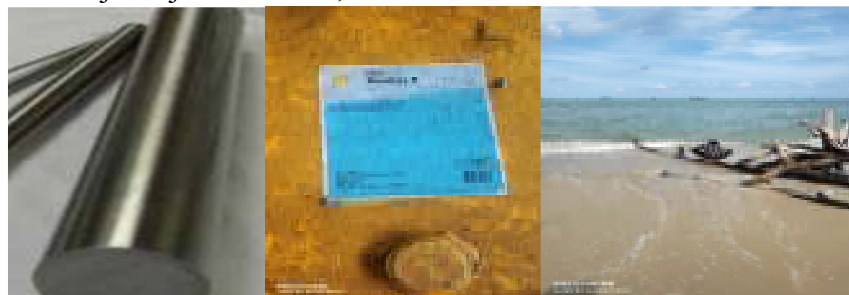
Gambar 2. Mesin *Surface Grinding* REFORM tipe PSGS 4070 AH dan *Surface Roughness Tester*

2. Batu Gerinda dan Oven *Heat Treatment*



Gambar 3. Batu Gerinda dan Oven *Heat Treatment*

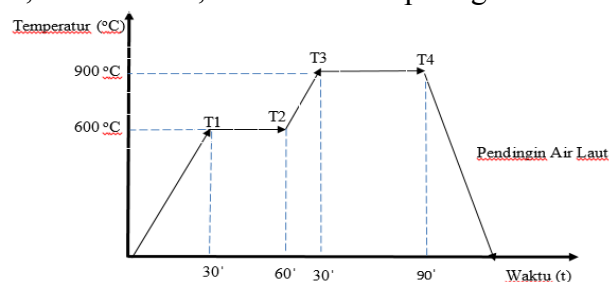
3. Spesimen uji Baja AISI 1045, Dromus B dan Air Laut



Gambar 4. Baja AISI 1045, Dromus B dan Air Laut

2.3 Langkah – langkah Penelitian

Setelah persiapan selesai dilakukan, maka akan dilanjutkan dengan proses pengerasan benda kerja. Suhu yang digunakan bervariasi sesuai kebutuhan pada penelitian ini, yaitu 600°C dan 900°C , dan waktu yang digunakan adalah T1 30 menit, T2 60 menit, T3 30 menit, T4 90 menit seperti gambar dibawah ini:



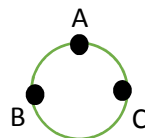
Gambar 5. Grafik pengerasan benda kerja

Setelah proses pengerasan benda kerja selesai, dilanjutkan dengan menentukan parameter proses permesinan seperti kedalaman pemakanan dan variasi campuran dromus, kemudian lanjutkan proses permesinan seperti pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Rancangan percobaan proses permesinan

No.	Kedalaman Pemotongan (mm)	Variasi Campuran Dromus (l)
1	0.015	1:10
2	0.015	1:10
3	0.015	1:10
4	0.020	1:10
5	0.020	1:10
6	0.020	1:10
7	0.025	1:10
8	0.025	1:10
9	0.025	1:10
10	0.015	1:15
11	0.015	1:15
12	0.015	1:15
13	0.020	1:15
14	0.020	1:15
15	0.020	1:15
16	0.025	1:15
17	0.025	1:15
18	0.025	1:15
19	0.015	1:20
20	0.015	1:20
21	0.015	1:20
22	0.020	1:20
23	0.020	1:20
24	0.020	1:20
25	0.025	1:20
26	0.025	1:20
27	0.025	1:20

Setelah semua proses selesai, maka selanjutnya uji kekasaran dengan menggunakan alat *Surface Roughnes Tester* untuk mengukur tingkat kekasaran permukaan untuk mengetahui kekasaran permukaan material baja AISI 1045. Berikut merupakan titik pengambilan data nilai kekasaran permukaan spesimen ditunjukkan pada Gambar 6.



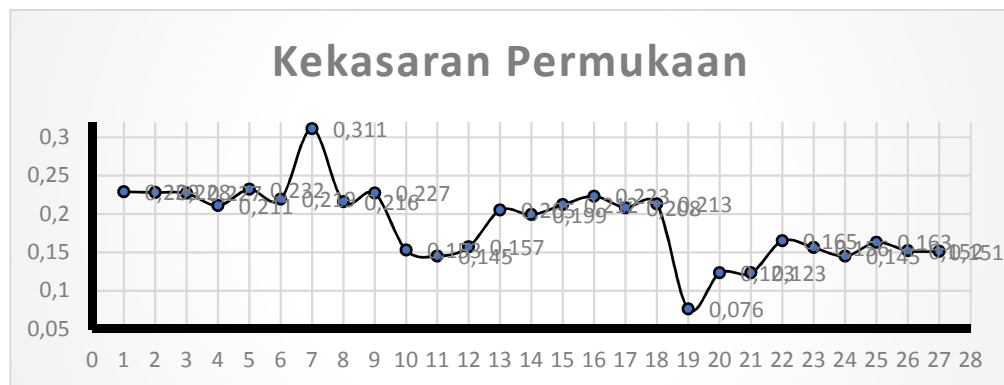
Gambar 6. Titik yang Diuji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan data hasil pengujian kekasaran pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekasaran

No.	Kedalaman Pemotongan (mm)	Variasi Campuran Dromus (l)	Hasil Kekasaran (μm)
1	0.015	1:10	0.229
2	0.015	1:10	0.228
3	0.015	1:10	0.227
4	0.020	1:10	0.211
5	0.020	1:10	0.232
6	0.020	1:10	0.219
7	0.025	1:10	0.311
8	0.025	1:10	0.216
9	0.025	1:10	0.227
10	0.015	1:15	0.153
11	0.015	1:15	0.145
12	0.015	1:15	0.157
13	0.020	1:15	0.205
14	0.020	1:15	0.199
15	0.020	1:15	0.212
16	0.025	1:15	0.223
17	0.025	1:15	0.208
18	0.025	1:15	0.213
19	0.015	1:20	0.076
20	0.015	1:20	0.123
21	0.015	1:20	0.123
22	0.020	1:20	0.165
23	0.020	1:20	0.156
24	0.020	1:20	0.145
25	0.025	1:20	0.163
26	0.025	1:20	0.152
27	0.025	1:20	0.151



Gambar 7. Grafik hasil pengujian kekasaran

Berdasarkan grafik diatas, tingkat kekasaran tertinggi terdapat pada percobaan ke-7 dengan hasil 0.311 μm , menggunakan parameter Kedalaman potong 0.025mm dan campuran dromus 1:10 dan tingkat kekasaran terendah terdapat pada percobaan ke-19 dengan hasil 0.076 μm , menggunakan parameter Kedalaman potong 0.015mm dan campuran dromus 1:20.

Hasil percobaan yang telah dilakukan pada penelitian ini menggunakan dua parameter proses yaitu kedalaman pemakanan dan variasi campuran dromus, dimana terjadi penurunan tingkat kekasaran dari setiap levelnya. Semakin kecil tingkat Kedalaman potong akan menghasilkan permukaan yang halus. Sedangkan untuk campuran dromus, semakin banyak persentase air akan menghasilkan permukaan yang halus. Kedalaman potong dan variasi campuran dromus sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, karena semakin dalam tingkat pemotongan maka permukaan yang dihasilkan akan semakin kasar, karena semakin dalam tingkat pemotongan, gesekan antara batu gerinda dan benda kerja akan semakin besar yang mengakibatkan permukaan dari benda kerja lebih cepat panas dan membentuk profil yang kasar yang disebabkan oleh gesekan yang besar. Tetapi semakin cair campuran dromus, maka semakin halus permukaan yang dihasilkan, karena jika dromus terlalu kental sisa-sisa pemotongan masih menempel pada batu gerinda dan benda kerja yang menyebabkan beram dapat menggores permukaan benda kerja yang sedang diproses, selain itu viskositas juga berpengaruh karena jika dromus terlalu kental, maka laju pendinginan akan lambat. Jika dromus cair maka pendinginan akan cepat dan geram sisa pemotongan akan langsung jatuh dan mengalir dan tidak menempel pada batu gerinda dan benda kerja.

4. KESIMPULAN

1. Hasil dari Kedalaman potong 0.015mm dan campuran dromus 1:10, 1:15 dan 1:20 adalah 0.228 μ m, 0.151 μ m, dan 0.107 μ m. Hasil dari Kedalaman potong 0.020mm dan campuran dromus 1:10, 1:15 dan 1:20 adalah 0.220 μ m, 0.205 μ m, dan 0.155 μ m. Hasil dari Kedalaman potong 0.025mm dan campuran dromus 1:10, 1:15 dan 1:20 adalah 0.268 μ m, 0.214 μ m, dan 0.155 μ m. Nilai kekasaran yang didapat mengalami peningkatan seiring bertambahnya Kedalaman potong yang dilakukan, tetapi mengalami penurunan jika campuran dromus semakin cair.
2. Campuran dromus yang baik adalah 1:20, karena dari ketiga variasi campuran yang digunakan, campuran 1:20 yang mendapatkan hasil kekasaran yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Pramono. 2011 Karakterisrik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai.
- Bisono, F., & Setiawan, T. A. (2018) Analisa pengaruh para meter ptoses pada penggerindaan baja perkakas untuk komponen permesinan kapal. *Jurnal Teknologi Maritim*,1(2), 27-36. <https://doi.org/10.35991/jtm.v1i2.434>
- Dika Kurnia Al-Fiansyah. (2017). *Pengaruh kedalaman dan kecepatan pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan baja St 60 menggunakan pahat insert.*
- George Stefen Muaya, Oscar. H. Kaseke, Mecky. R. E. Manoppo. (2015) *Pengaruh terendamnya perkerasan aspal oleh air laut yang ditinjau terhadap karakteristik marshall.*
- Muhammad Jafar Shiddiq.2019 Cairan pendingin dalam proses permesinan.
- Mursidi, H., & Tatang Rahmat. (2013). Teknik Pemesinan Gerinda
- Purnomo. (2017). *Material Teknik*. Malang: CV. Seribu Bintang.
- Setiawan, B. . (2020). *Analisa pengaruh kekerasan material dan Kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan pada proses surface grinding.*

<http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/4616>.

- Syahri, B., Putra, z. a., & Helmi, N. (2017) *Analisa kekasaran baja assab 705 yang diberi perlakuan panas hardening dan media pendingin*.
- Taufiq Rochim, 1993 *Teori dan Teknologi Proses Permesinan*, Laboratorium Teknik Produksi, jurusan mesin, FTI-ITB.
- Taufiq Rochim 2001, *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*, ITB, Bandung
- Traian dan Carausu. (2014). *Machinability by Milling of Gray Cast Iron*. *Applied Mechanics and Materials*, 657 pp 88-92.
- Wijayanto, B. (2017). *Pengaruh feeding pada proses surface grinding terhadap kekasaran permukaan baja EMS 45 setelah diquenching menggunakan air dromus*.



ANALISIS *MATERIAL REMOVAL RATE* PADA PROSES CNC
MILLING TERHADAP MATERIAL AISI 1045

Ival Parmadhika¹, Zaldy Kurniawan², Erwanto³

^{1,2,3}*Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat*
Ivalparmadhika22@gmail.com

ABSTRAK

Hasil Materil Removal Rate yang besar merupakan tujuan yang diinginkan pada proses CNC MORI SEIKI MV40-m, harus dilakukan pengaturan parameter-parameter proses CNC MORI SEIKI MV40-m yang tepat agar diperoleh respon Material Removal Rate benda kerja yang besar. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui parameter yang berkontribusi besar terhadap Material Removal Rate dan mengetahui pengaruh variasi pada setiap parameter. Parameter proses permesinan yang divariasikan adalah kecepatan potong dan kedalaman pemakanan. Rancangan percobaan ditetapkan berdasarkan metode Taguchi dan berupa matriks orthogonal L₉ (3²). Metode analisis yang digunakan adalah Taguchi. Percobaan dilakukan secara acak sebanyak 3 kali agar menghasilkan hasil yang lebih optimal dan mencegah gangguan yang terjadi selama proses permesinan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk parameter yang berkontribusi besar terhadap Material Removal Rate yaitu kecepatan potong, yaitu sebesar 7,2%. Untuk memperoleh nilai Material Removal Rate benda kerja yang besar, kecepatan potong diatur sebesar 180m/menit dan kedalaman pemakanan diatur sebesar 0,26 mm.

Kata kunci : CNC MORI SEIKI MV-40m, Material Removal Rate, Metode Taguchi

ABSTRACT

The result of a large material removal rate is the desired goal in the CNC MORI SEIKI MV40-m process, the right settings for the MORI SEIKI MV40-m CNC process must be adjusted so that a large workpiece Material Removal Rate response is obtained. The research that has been conducted aims to determine which parameters contribute greatly to the Material Removal Rate and to determine the effect of variations on each parameter. The parameters of the machining process that were varied were the cutting speed and the infeed depth. The experimental design is based on the Taguchi method and is in the form of an L₉ (3²) orthogonal matrix. The analytical method used is Taguchi. The experiment was carried out randomly 3 times in order to produce more optimal results and prevent disturbances that occurred during the machining process. The results showed that the parameter that contributed greatly to the Material Removal Rate was cutting speed, which was 7.2%. To obtain a large workpiece Material Removal Rate, the cutting speed is set at 180m / min and the infeed depth is set at 0.26 mm.

Keywords: CNC MORI SEIKI MV-40m, Material Removal Rate, Taguchi Method

1. PENDAHULUAN

Pemesinan logam adalah salah satu proses pembentukan logam yang umum digunakan dalam industri manufaktur. Proses pemotongan logam adalah suatu proses yang dipakai untuk merubah bentuk logam mentah sehingga menjadi bentuk yang diinginkan. Dari dulu hingga sekarang, teknologi pembentukan logam mengalami perkembangan yang sangat pesat. Dalam dunia manufaktur khususnya diperindustrian pemotongan logam juga mengalami perkembangan yang sangat pesat, baik itu mesin yang digunakan, metode dan sistem maupun mekanisme pemotongan yang digunakan. Seperti mesin CNC (*computer numerically control*), sangat praktis digunakan dalam proses produksi.

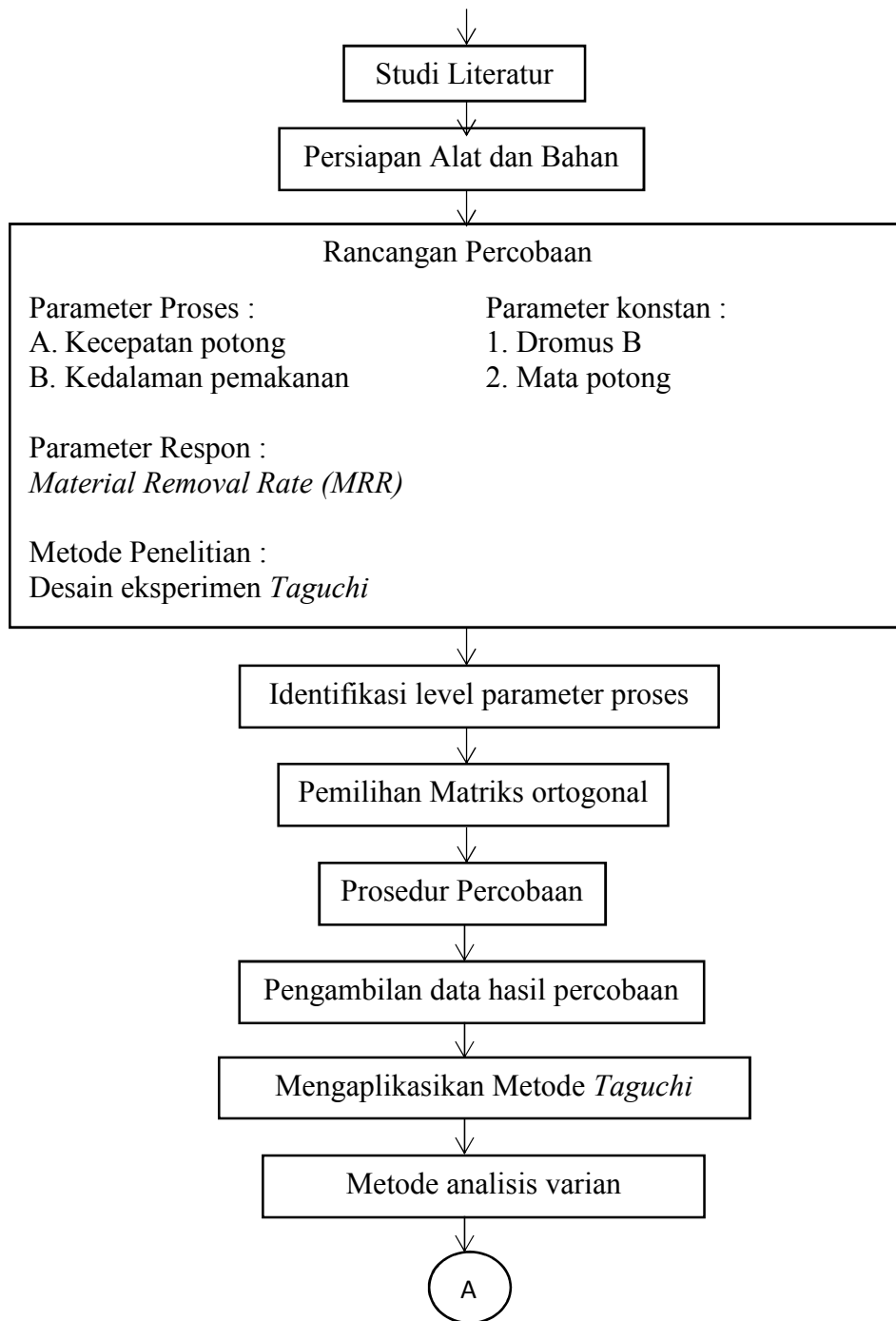
Suatu penelitian telah dilakukan oleh (Pamuji, 2015). Untuk menentukan kombinasi parameter-parameter proses *end milling* pada material ASSAB XW-42 dengan pendingin nitrogen cair untuk meminimalkan respon kekasaran permukaan dan keausan tepi pahat serta memaksimalkan laju pengerjaan bahan secara serentak. Parameter proses yang divariasikan adalah *flow rate* cairan pendingin (0,2l/menit dan 0,5l/menit), kecepatan potong (78,5 m/menit, 94,2 m/menit dan 109,9 m/menit), kecepatan makan 390 mm/menit, 440 mm/menit dan 490 mm/menit dan kedalaman potong aksial (0,3 mm, 0,6 mm dan 0,9 mm) dan Pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah *end mill solid carbide* yang memiliki empat mata potong dengan diameter 10 mm. Rancangan percobaan ditetapkan dengan menggunakan metode *Taguchi* berupa matriks *ortogonal* L18 (21x33) dan replikasi sebanyak dua kali. Metode optimasi yang digunakan adalah kombinasi dari metode *grey relational analysis* dan logika *fuzzy*

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pratama, 2017) ini menggunakan tiga parameter faktor, yaitu kecepatan pemakanan (A), kedalaman pemakanan (B), debit pendingin (C). Ketiga parameter ini diduga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap parameter respon kekasaran permukaan. Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain *Box-Behnken Design* dengan tiga faktor. Penelitian ini dilakukan sebanyak lima belas kali percobaan dengan replikasi sebanyak dua kali. Hasil dari penelitian ini untuk Kecepatan pemakanan yang di peroleh dari nilai kekasaran terendah pada penelitian ini yaitu 180mm/menit. Semakin rendah kecepatan pemakanan maka kekasaran permukaan akan semakin kecil.

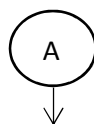
2. METODE PENELITIAN

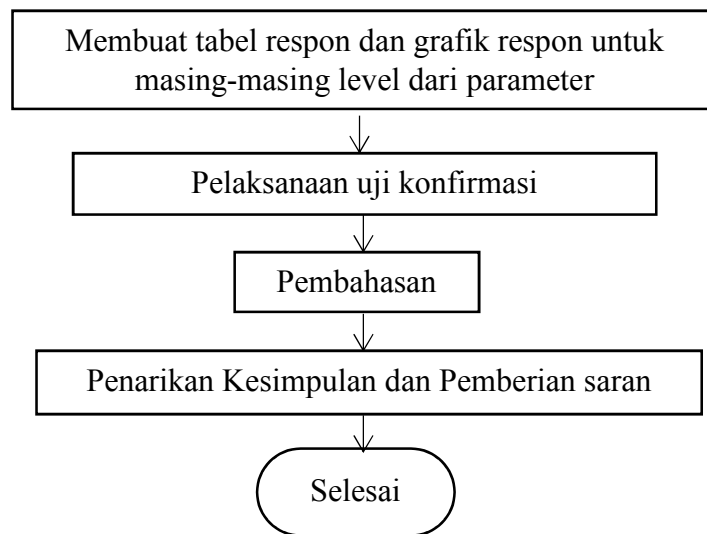
Pada tahapan penelitian tugas akhir ini terdapat rancangan penelitian, sehingga memudahkan peneliti bagaimana melakukan penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, desain penelitian atau alur proses penelitian adalah rencana dan struktur penyelidikan yang disusun sedemikian rupa sehingga peneliti dapat memperoleh jawaban untuk pertanyaan-pertanyaan pada penelitiannya. Penelitian ini akan dilakukan di Bengkel Mekanik Polman Babel, yang dapat dijelaskan pada Gambar 1. sebagai berikut :

Mulai



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian (lanjutan)

2.1 Karakteristik Respon Optimal

Variabel respon yang meliputi laju pengerjaan material (MRR, mm³/menit) memiliki karakteristik respon optimal. Karakteristik semakin besar semakin baik (*Larger is better*) digunakan respon untuk laju pengerjaan material (MRR, mm³/menit), hal ini berarti bahwa nilai laju pengerjaan material (MRR, mm³/menit) maksimum adalah yang paling diinginkan.

2.2 Objek Penelitian

Objek penelitian dilakukan pada mesin *Milling* CNC MORI SEIKI MV-40M. Benda kerja yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan baja karbon menengah yaitu baja AISI 1045. Pemilihan baja AISI 1045 karena baja ini banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan komponen – komponen permesinan. Spesimen baja AISI 1045 yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan ukuran panjang 50 mm dengan diameter 30 mm.



Gambar 1. Dimensi dan Bentuk Spesimen Uji

2.3 Alat dan Bahan

1. Mesin CNC *Milling* yang digunakan dalam penelitian ini adalah CNC *Milling* MORI SEIKI MV-40M . Dapat dilihat pada Gambar 3. Berikut ini:



Gambar 3. Mesin CNC MORI SEIKI MV-40m

Gambar 4. Mesin CNC MORI SEIKI MV-40M dan *Surface Roughness Tester*

2. Spesimen uji dan pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat *Insert Carbide End Mill APMT113508PDTR* seperti pada Gambar 2. Berikut ini :



Gambar 4. Spesimen Uji dan Pahat *Insert Carbide*

3. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang benda kerja sebelum melakukan dan sesudah melakukan proses pemakanan yang ditunjukkan pada Gambar 4 . sebagai berikut :



Gambar 4. Timbangan digital

2.4 Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan ANOVA dimana akan dilakukan pengumpulan data dengan statistic antara lain, uji normalitas, uji homogenitas, dan analisis varians pada data hasil percobaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan Rata – rata

Dari hasil perhitungan nilai rata – rata dengan menggunakan taraf interval kepercayaan 95%. Taraf interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada tabel 1. Berikut ini :

Tabel 1. Hasil perhitungan rata-rata menggunakan *software* dengan taraf interval kepercayaan 95%

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VC	2	0,16062	0,16062	0,080308	0,86	0,490
A	2	0,01298	0,01298	0,006488	0,07	0,934
Residual Error	4	0,37487	0,37487	0,093716		
Total	8	0,54846				

Berdasarkan Tabel 1. Maka didapatkanlah nilai F_{Tabel} yakni 4.35, sehingga nilai $F_{hitung} (0,86) > F_{Tabel} (5.71) =$ tidak ada pengaruh terhadap *material removal rate*. Artinya kecepatan potong tidak memberikan pengaruh terhadap *material removal rate* dengan persentase 21.11% .

3.2 Hasil Perhitungan Rasio S/N

Dari hasil perhitungan nilai rasio S/N dengan menggunakan taraf interval kepercayaan pada tingkat kepercayaan 95%. Taraf interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini:

Tabel 2. Hasil perhitungan rasio S/N menggunakan software dengan taraf interval kepercayaan 95%

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
VC	2	1,6286	1,6286	0,8143	1,16	0,401
A	2	0,2153	0,2153	0,1076	0,15	0,863
Residual Error	4	2,8086	2,8086	0,7022		
Total	8	4,6525				

Berdasarkan Tabel 2, Maka didapatkanlah nilai F_{tabel} yakni 4.35, sehingga nilai F_{hitung} (1.16) > F_{tabel} (5.71) = tidak ada pengaruh terhadap *material removal rate*. Artinya kedalaman pemotongan tidak memberikan pengaruh terhadap hasil *material removal rate* dengan persentase sebesar 21.11% .

3.3 Analisis

Kondisi hipotesis nol (H_0) untuk masing-masing variabel proses ditunjukkan pada Tabel 3. berikut ini:

Tabel 3. Kondisi hipotesis nol respon secara serentak

Sumber Variabel	Kondis H_0
VC	Gagal ditolak/ diterima
A	Gagal ditolak/ diterima

Sumber: Hasil dari analisis

Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan bahwa parameter-parameter kecepatan potong dan kedalaman pemakanan tidak berpengaruh terhadap *material removal rate*. menunjukkan bahwa parameter kedalaman pemakanan tidak berpengaruh terhadap nilai *material removal rate* dikarenakan pemakanan yang sangat kecil. Sedangkan kecepatan potong sedikit mempengaruhi nilai *material removal rate*. Parameter proses yang memiliki kontribusi yang besar terhadap total variansi dari *material removal rate* adalah kecepatan potong, yaitu sebesar 21,11% sedangkan kedalaman pemakanan memiliki kontribusi sebesar -24,49%

4. KESIMPULAN

Hasil yang telah dilakukan terhadap nilai *Material Removal Rate* dan kedua parameter yang dipilih pada variansi proses pemesinan yaitu kecepatan potong dan kedalaman pemakanan. Dimana para meter kecepatan potong memberikan pengaruh kontribusi sebesar 21,11% dan parameter kedalaman pemakanan memberikan pengaruh kontribusi sebesar -24,49%. Kecepatan potong merupakan parameter yang berpengaruh terhadap *material removal rate* dengan persentase 21.11%

DAFTAR PUSTAKA

Fajar . (2010). Optimasi Parameter Proses Permesinan *CNC Milling* Terhadap Kekasaran Permukaan Baja St 40 Dengan Metode *Taguchi*.

- Jaya. (2008). Optimasi Proses Penelitian Permesinan *Milling Fitur Pocket* Material Karbon Baja Rendah.
- Pamuji. (2015). Optimasi Parameter Proses *End Milling* Dengan Pendingin.
- Pramono. (2011). Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media *Quenching* Untuk Aplikasi *Sprocket Rantai*.
- Pratama . (2017). Analisis Parameter Pemotongan dan Debit Pendingin *CNC* .
- Rifnaldy & Minaldi. (2019). Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekasaran (*HARDNESS*) Baja Aisi 1045.
- Soejanto. (2009). Desain Eksperimen Dengan Metode *Taguchi*.
- Widarto. (2008). Pengaruh Kedalaman dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 60 Menggunakan Pahat Insert.
- Yusman. (2018). Pengaruh *Heat Treatment* Terhadap Perubahan Struktur Mikro dan Konduktivitas Termal pada Baja S 45 C.



RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER DUA AXIS MENGUNAKAN PENGGERAK AIR

Muhammad Ifdanyah¹, Sopian Arif², Ocsirendi³
^{1,2,3} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Indonesia
Email: mhd.ifdanyah@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia sebagai Negara tropis memiliki potensi pengembangan dan pemanfaatan energy surya sebagai salah satu dari banyak system konversi energy surya, system konversi energy surya ini dapat diterapkan untuk mengatasi semakin menipisnya cadangan bahan bakar konvensional yang ada. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut solar tracker terhadap daya panel surya pada solar tracker 1 axis dan 2 axis. Sudut solar tracker mempengaruhi performa panel surya yaitu semakin mendekati tegak lurus terhadap datangnya cahaya matahari maka tegangan dan arusnya akan semakin besar. Solar cell yang menggunakan tracker mampu menyerap energi matahari lebih optimal daripada yang tidak menggunakan tracker. Daya yang diserap solar tracker 2 axis sangat besar, sehingga alat ini memiliki efisiensi daya yang lebih besar dari teknologi sebelumnya.

Kata Kunci : Energi Alternatif, Solar Cell, Photovoltaic, Sistem Tracking

ABSTRACT

Indonesia as a tropical country has the potential to develop and utilize solar energy as one of the many solar energy conversion systems, this solar energy conversion system can be applied to overcome the depletion of existing conventional fuel reserves. The main objective of this final project is to determine the effect of solar tracker angle on solar panel power on 1 axis and 2 axis solar tracker. The angle of the solar tracker affects the performance of the solar panel, namely the closer it is perpendicular to the arrival of the solar light, the greater the voltage and current. Solar cells that use a tracker are able to absorb solar energy more optimally than those without a tracker. The power absorbed by the 2 axis solar tracker is very large, so this tool has a greater power efficiency than previous technologies.

Keywords: Alternative Energy, Solar Cell, Photovoltaic, Tracking System

1. PENDAHULUAN

Energi sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Tanpa adanya energi, manusia maupun makhluk hidup lainnya akan kesulitan dalam melakukan suatu hal, sebab energi menjadi sumber utama bagi

manusia dan makhluk lainnya untuk melakukan suatu hal (Widayana, 2012). Pada saat ini banyak orang yang menggunakan energi dari minyak bumi dan dapat diketahui bahwa energi dari minyak bumi semakin lama semakin habis dan banyak mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat emisi karbondioksida yang tinggi (Hananto, 2012). Indonesia menjadi salah satu negara yang dilewati garis khatulistiwa. Bahkan Indonesia menjadi negara dengan titik yang paling banyak dilewati oleh garis khatulistiwa.

Alasan ini yang membuat penggunaan solar cell sangat memungkinkan untuk digunakan di Indonesia (Widodo, 2010). Pada saat ini solar cell sudah banyak digunakan, akan tetapi *solar cell* yang digunakan masih bersifat statis.



Gambar 1. *Solar Tracker* Statis

Pada Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa pada umumnya panel surya dipasang secara statis padaudukannya. Untuk negara-negara 4 musim teknik yang diadopsi umumnya adalah dengan menghadapkan panel tersebut ke arah selatan (bagi negara-negara di belahan bumi utara) atau ke arah utara (bagi negara-negara di belahan bumi selatan) seperti dalam penelitian (M Rif'an, 2012).

Sistem *Solar Tracker* ada beberapa jenis dan bisa diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria. Klasifikasi pertama bisa dibuat berdasarkan pada jumlah sumbu putaran. Pada klasifikasi ini, *solar tracker* dibedakan menjadi dua yaitu: satu sumbu putaran dan dua sumbu putaran. Karena *solar tracker* mempunyai bagian penggerak dan sistem kontrol yang memerlukan biaya tinggi, maka *solar tracker* yang satu sumbu menjadi solusi terbaik untuk modul sel surya yang berukuran kecil (Ariawan, 2016).

Pada penelitian sebelumnya memiliki kekurangan yaitu sumbu yang digunakan hanya 1 *axis* yang menyebabkan penyerapan sinar matahari tidak maksimal. Pada Gambar 2 merupakan contoh *solar tracker* 1 *axis* (Bharathi, 2013).



Gambar 2. *Solar Tracker* Satu *Axis* .

Berdasarkan penelitian yang sebelumnya maka penulis mengambil penelitian yang berjudul “RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER 2 AXIS MENGGUNAKAN PENGGERAK AIR”. Penelitian ini diambil untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan pada *solar tracker* sebelumnya dengan menambahkan sumbu pada *solar tracker*. Pada Gambar 3 merupakan contoh *solar tracker* 2 *axis*.



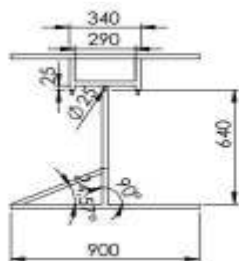
Gambar 3. *Solar Tracker Dua Axis*

Solar tracker 2 axis lebih banyak digunakan karena menyediakan lebih tinggi tingkat akurasi dan terkenal untuk meningkatkan keseluruhan penyerapan sinar matahari yang ditangkap daya 30-50% dibandingkan dengan *solar tracker 2 axis* (Zulkafli, 2018). Pada penelitian ini sistem tracking *2 axis* menggunakan penggerak air dengan metode LSM (Linear Scheduling Method) yang dimana metode ini menggunakan keseimbangan operasi yaitu, tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus. Keuntungan metode ini dapat melihat data sebelumnya yang telah tersimpan dan dapat memprediksikan data yang akan datang.

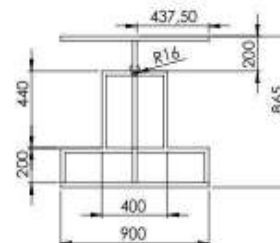
2. METODE

Prinsip kerja dari *solar tracker 2 axis* menggunakan penggerak air yang menggunakan berat dari air untuk mengatur pergerakan *solar tracker*. Pada saat sinar matahari datang maka dari timur maka sumbu x yang akan bergerak mengikuti sinar matahari dari arah timur sampai ke arah barat setiap 1 jam pergerakan sudut matahari sebesar 9° dan jika sinar matahari terbit dari arah utara maka sumbu y yang akan bergerak mengikuti sinar matahari dari arah utara sampai ke arah selatan setiap 1 jam pergerakan sudut matahari sebesar 9° . Kemudian data dari sensor potensiometer akan dikirim ke Arduino kemudian Arduino mengirimkan sinyal ke pompa motor dc, agar panel surya dapat menyesuaikan posisi sudut panel surya untuk mendapatkan sinar matahari.

Untuk menghasilkan alat yang sesuai spesifikasi yang diinginkan dalam pembuatan penelitian ini, maka dibutuhkan perencanaan konstruksi peralatan. Perencanaan konstruksi peralatan ini bertujuan untuk membuat suatu gambaran dan rancangan mengenai peralatan yang akan dibuat. Desain konstruksi harus disertai dengan dimensional yang presisi agar saat pembuatan konstruksi lebih baik. Karena dengan konstruksi yang baik akan menghasilkan pergerakan yang baik juga. Berikut Gambar 6 merupakan bentuk konstruksi *solar tracker 2 axis* menggunakan penggerak air yang telah dibuat.



Gambar 4. Tampak samping 2D



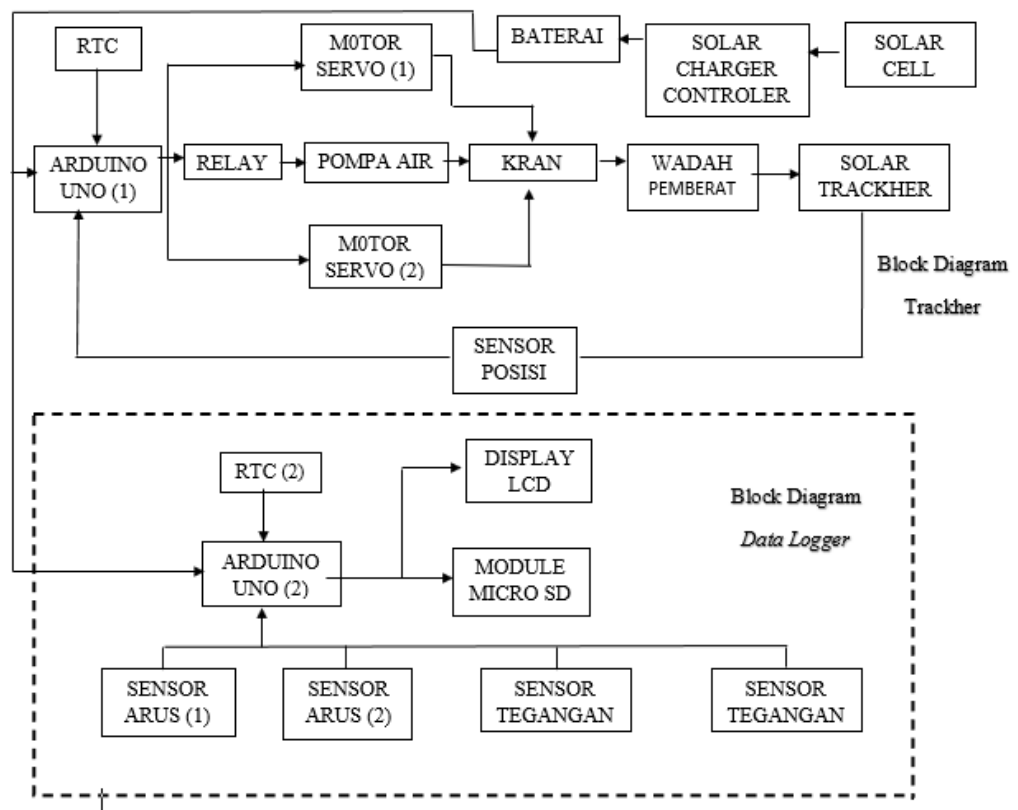
Gambar 5. Tampak depan 2D



Gambar 6. *Solar Tracker 2 axis* dengan pemberat air yang telah dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah block diagram control dan data logger dari *solar tracker 2 axis* menggunakan penggerak air.

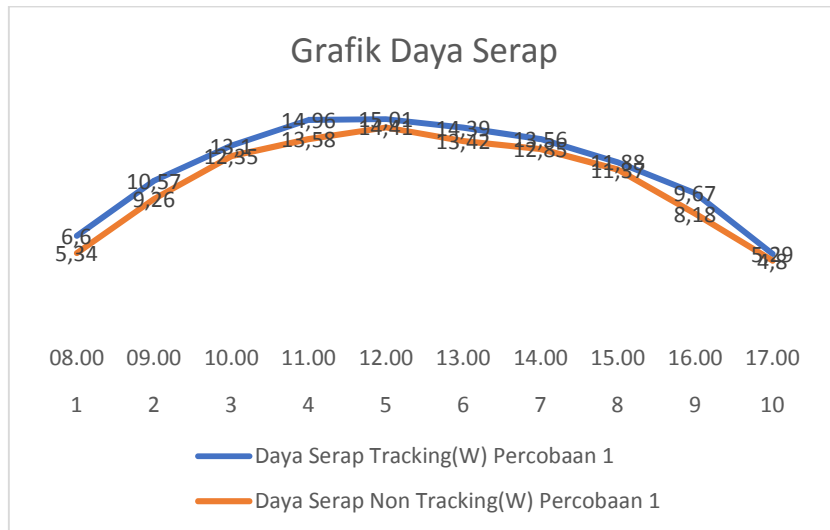


Gambar 7. Blok Diagram

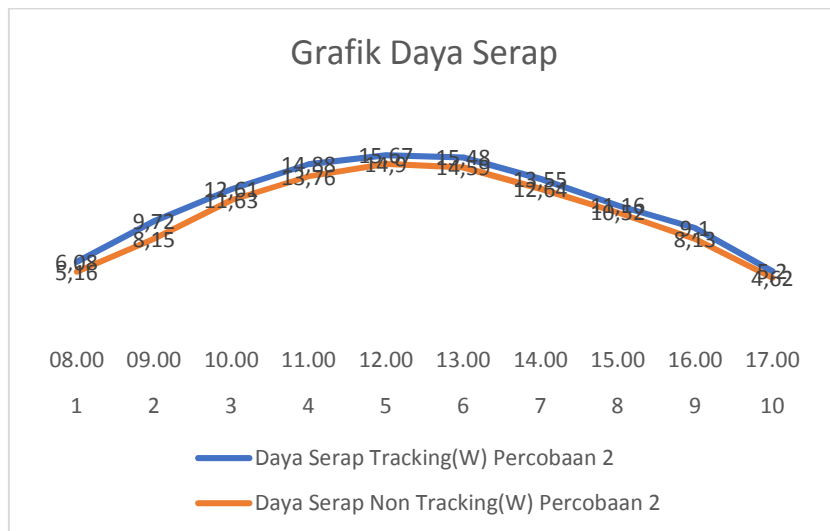
Pada Gambar 7 input yang digunakan adalah aki. Pada proses ini Arduino Uno R3 digunakan sebagai pengolahan data yang digunakan untuk menggerakkan pompa motor air agar sudut pergerakan dari *solar tracker* agar dapat menyerap sinar matahari secara maksimal. Kemudian setelah menyesuaikan posisi *solar tracker* dengan posisi yang telah diinginkan maka sinar matahari akan diserap oleh solar cell. Setelah itu solar cell akan mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang akan disimpan di battery. Akan tetapi sebelum masuk ke battery energi listrik akan diukur oleh sensor tegangan dan sensor arus agar dapat mengetahui berapa daya yang masuk ke battery. Battery berfungsi sebagai sumber 12V dan diberi rangkaian regulator untuk penurunan tegangan menjadi 5V. Pada block diagram 5 Battery digunakan sebagai sumber 5V yang digunakan sebagai power supply untuk data

logger. Setelah sensor arus dan sensor tegangan mengambil data maka data arus dan data tegangan akan disimpan dalam modul SD card dalam format TXT atau notepad, sehingga untuk mendapatkan grafik dari pengukuran arus dan pengukuran tegangan harus di oleh oleh software Microsoft Excel.

Berikut dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 adalah hasil data perbandingan daya yang diserap oleh solar cell dalam kondisi tracking dan non tracking pada percobaan pertama dan hasil data perbandingan daya yang diserap oleh solar cell dalam kondisi tracking dan non tracking pada percobaan kedua.



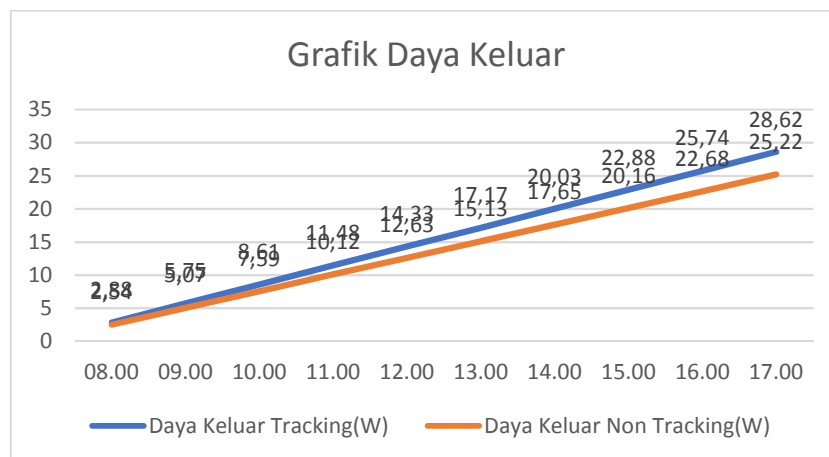
Gambar 8. Perbandingan Daya Serap Tracking dan Daya Serap Non Tracking



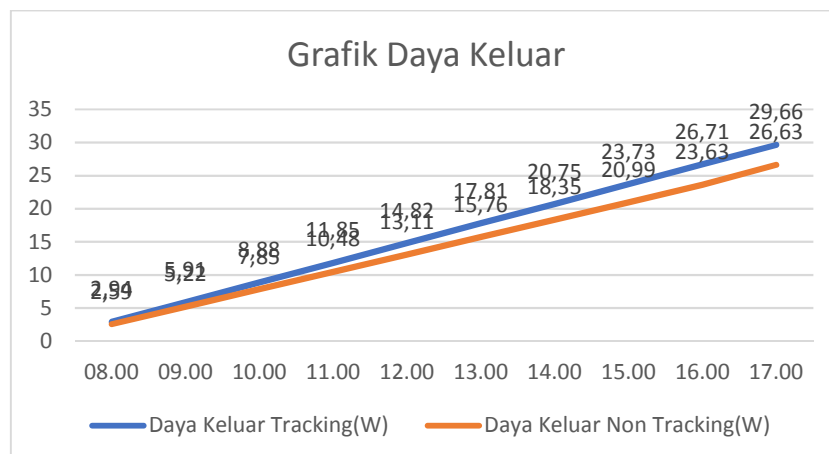
Gambar 9. Perbandingan Daya Serap Tracking dan Daya Serap Non Tracking

Dari Gambar 8 dan Gambar 9 dapat disimpulkan bahwa daya yang diserap berpengaruh pada faktor cuaca yang membuat penyerapan daya menjadi tidak optimal. Daya yang diserap oleh solar cell dalam kondisi tracking lebih besar dari pada posisi non tracking. Solar tracker yang berada dalam kondisi tracking penyerapannya lebih optimal. Daya yang di oleh panel surya pada posisi tracking lebih banyak menyerap sinar matahari dikarenakan panel surya pada posisi tracking

dapat mengikuti pergerakan sinar matahari dari matahari terbit sampai matahari terbenam. Daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi *non tracking* lebih kecil dari pada posisi *tracking*. *Solar tracker* yang berada dalam kondisi *non tracking* penyerapannya tidak optimal. Daya yang di oleh panel surya pada posisi *non tracking* tidak dapat menyerap sinar matahari secara optimal dikarenakan panel surya pada posisi *non tracking* tidak dapat mengikuti pergerakan sinar matahari dari matahari terbit sampai matahari terbenam.



Gambar 10. Perbandingan Daya Keluar Tracking dan Daya Keluar Non Tracking



Gambar 11. Perbandingan Daya Keluar Tracking dan Daya Keluar Non Tracking

Dari Gambar 10 dan Gambar 11 dapat disimpulkan daya yang dikeluarkan panel surya pada posisi *non tracking* lebih sedikit dibandingkan dengan *solar tracker 2 axis* karena *solar tracker 1 axis* hanya menggunakan 1 pompa dan 1 motor servo sedangkan untuk *solar tracker 2 axis* menggunakan 4 pompa sebagai penggerak *solar tracker*. Daya yang dikeluarkan *solar tracker 2 axis* memerlukan daya yang lebih besar dari pada *solar tracker 1 axis* dikarenakan panel surya pada posisi *tracking* memiliki pergerakan dari arah timur ke barat dan dari arah utara ke selatan yang membuat penggunaan daya yang dikeluarkan lebih besar untuk menggerakkan *solar tracker 2 axis* sedangkan untuk *solar tracker 1 axis* memiliki pergerakan dari arah timur ke barat yang membuat penggunaan daya yang dikeluarkan lebih kecil untuk menggerakkan *solar tracker 1 axis*.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Solar tracker* mampu bergerak menggunakan media alternatif penggerak baru berupa pemberat air.
2. Untuk *Solar Tracker 2 axis* memiliki penyerapan daya dari sinar matahari yang diserap lebih besar dibandingkan dengan penyerapan daya dari sinar matahari pada *Solar Tracker 1 axis*.
3. Daya yang diserap saat kondisi *tracking 2 axis* lebih optimal dibandingkan dengan kondisi *tracking 1 axis*.
4. Berdasarkan hasil uji coba daya yang dipakai dari aki lebih banyak pada *solar tracker 2 axis* dibandingkan dengan *solar tracker 1 axis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan, I. W. S. d. K. U., 2016. Solar Tracker Cerdas Dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit ATmega8535. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 5(1).
- Bharathi, R. D. d. V., 2013. Comparison of efficiencies of solar tracker systems with static panel single-axis tracking system and dual-axis tracking system with fixed mount. *International journal of engineering and technology*, 5(2), pp. 1925-1933.
- Hananto, F. A. d. F. S., 2012. Optimalisasi Tegangan Keluaran Dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- M Rif'an, S. H. P. M. S. R. Y. H. S. d. F. S., 2012. Optimasi pemanfaatan energi listrik tenaga matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1), pp. 44-48.
- Widayana, G., 2012. Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 9(1), pp. 37-46.
- Widodo, D. A. d. T. A., 2010. "Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas." 2.2 6.. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), p.6.
- Zulkafli, R. B. A. A. N. H. M. M. M. d. N. N., 2018. Dual axis solar tracking system in Perlis, Malaysia.. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)* , Volume 10, pp. 91-94.



RANCANG BANGUN PERBAIKAN FAKTOR DAYA
MENGUNAKAN KAPASITOR BANK BERBASIS
MIKROKONTROLER UNTUK BEBAN RUMAH TANGGA
DENGAN DAYA MAKSIMAL 900 W

Reza Ramadhan¹, Surojo², Zanu Saputra³
^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: rezzramadhan24@gmail.com

ABSTRAK

Pada iklim global yang sedang terjadi pada saat ini, manusia akan merasakan dampak yang besar terutama dalam segi energi. Kita harus lebih berhemat dalam penggunaan energi terutama pada penggunaan energi listrik. Di Indonesia sendiri barang-barang dan peralatan rumah tangga yang sering dipakai pada umumnya bersifat induktif. Sifat induktif inilah yang membuat penggunaan energi listrik menjadi lebih boros dan kurang efisien. Tujuan penelitian ini adalah merancang suatu sistem kontrol untuk memperbaiki faktor daya pada beban-beban rumah tangga menggunakan kapasitor bank. Pada saat beban beroperasi, nilai arus, tegangan, dan faktor daya akan terbaca oleh sensor yang kemudian dikirimkan ke mikrokontroler. Setelah nilai $\cos \phi$ diketahui, mikrokontroler akan memproses program kontrol dan memberikan perintah ke relay module untuk mengaktifkan kapasitor bank. Setelah pengaktifan kapasitor, sensor kembali membaca nilai arus, tegangan, dan faktor dayanya untuk mengetahui perubahan $\cos \phi$ hingga mencapai nilai $\cos \phi$ yang diinginkan. Berdasarkan hasil pengujian pada 4 buah jenis beban yang diukur secara kumulatif didapatkan dari rata-rata nilai faktor daya awal 0,74 naik menjadi nilai faktor daya yang ideal yaitu 0,95.

Kata Kunci : Induktif, faktor daya, kapasitor, sensor

ABSTRACT

In the current global climate, humans will feel a big impact, especially in terms of energy. We must be more efficient in the use of energy, especially in the use of electrical energy. In Indonesia itself, household goods and equipment that are often used are generally inductive in nature. This inductive nature makes the use of electrical energy more wasteful and less efficient. The purpose of this research is to design a control system to improve the power factor of household loads using a capacitor bank. When the load is operating, the current, voltage, and power factor values will be read by the sensor which is then sent to the microcontroller. After the $\cos \phi$ value is known, the microcontroller will process the control program and give a command to the relay module to activate the capacitor bank. After activating the capacitor, the sensor reads the current, voltage,

and power factor values again to determine the change in cos phi until it reaches the desired cos phi value. Based on the test results on 4 types of loads that were measured cumulatively, the average initial power factor value of 0.74 rose to the ideal power factor value of 0.95.

Keywords : inductive, power factor, capacitor, sensor

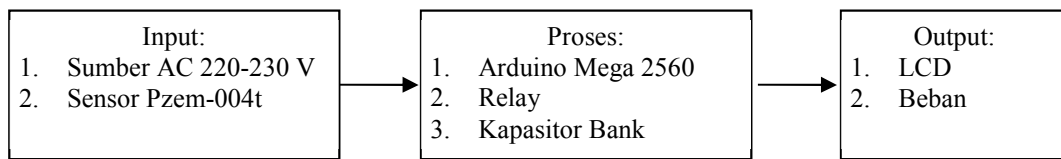
1. PENDAHULUAN

Dilihat dari iklim global yang terjadi saat ini, hal ini akan menyebabkan dampak yang besar bagi manusia terutama dalam segi energi. Oleh karena itu, kita harus lebih berhemat dalam penggunaan energi terutama pada penggunaan energi listrik. Di Indonesia sendiri barang-barang dan peralatan rumah tangga yang sering dipakai pada umumnya bersifat induktif. Sifat induktif inilah yang membuat penggunaan energi listrik menjadi kurang efisien, tidak optimal, dan menjadi lebih boros sehingga menyebabkan kurangnya efisiensi daya listrik yang dihasilkan. Misalkan pada sebuah rumah memasang daya listrik sebesar 900 watt. Namun, faktanya pengguna daya tersebut tidak bisa menggunakan daya tersebut sebesar 900 watt. Hal ini disebabkan oleh peralatan yang bersifat induktif tadi yang menyebabkan pengguna hanya bisa menggunakan daya kurang dari 900 watt (Andi Zulfikar & Pangaribuan, 2015).

Oleh karena itu, usaha yang bisa kita lakukan untuk meningkatkan efisiensi energi listrik adalah dengan meningkatkan faktor daya listrik (power factor = pf). Jika nilai faktor dayanya rendah ($pf < 0.9$) maka akan menyebabkan meningkatnya rugi daya, rugi tegangan, biaya dan juga menurunkan efisiensi. Hal inilah yang seharusnya disadari oleh semua orang, bahwasannya daya dapat ditekan penggunaannya dengan memperbaiki faktor dayanya dengan cara memperkecil nilai daya reaktif sehingga diharapkan daya aktif sama besarnya dengan daya semu yang digunakan atau dapat dikatakan merupakan faktor daya mendekati angka 1. Sehingga perlu diciptakan alat kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya pada peralatan listrik rumah tangga (Eko Budi Haryadi. Universitas Negeri Yogyakarta, 2015).

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang terdiri dari analisa kebutuhan system, pengambilan data, analisa data, desain sistem, perhitungan data, pengujian, dan evaluasi. Pada proses awal ini dilakukan studi literature dengan mencari berbagai sumber jurnal dan teori tentang perbaikan faktor daya yang pernah dilakukan sebelumnya dengan niat menggabungkan teori-teori yang telah ditemukan sebelumnya menjadi suatu metode yang merangkup teori-teori tersebut menjadi satu. Untuk blok diagram sistem digunakan untuk mengetahui komponen apa saja yang terdapat pada *input*, proses dan *output* dari proyek akhir rancang bangun rangkaian perbaikan faktor daya untuk beban rumah tangga 900 W berbasis mikrokontroler bisa dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Dari sumber arus dan tegangan dialirkan ke beban, lalu setelah melewati beban besarnya arus dan tegangan akan dibaca oleh sensor arus, sensor tegangan dan juga sensor $\cos \theta$ untuk mengukur besarnya pf. Setelah terukur, data akan dilanjutkan ke mikrokontroler untuk diolah kembali sebelum diteruskan ke kapasitor bank dan juga untuk menampilkan besarnya arus, tegangan, dan $\cos \theta$ pada layar LCD. Setelah itu data yang telah diolah akan disesuaikan dengan besarnya kapasitor yang akan digunakan dan selanjutnya masuk ke driver dahulu sebelum dialirkan kembali ke beban.

Kemudian dilakukan pengambilan dan pengumpulan data-data pada beban yang diinginkan. Data tersebut meliputi tegangan, arus, daya, dan faktor daya. Karena Faktor daya ($\cos \phi$) merupakan perbandingan antara arus yang dapat menghasilkan kerja didalam suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk kedalam rangkaian atau dapat dikatakan sebagai perbandingan daya aktif (kW) dan daya semu (kVA). Dimana dengan nilai daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini dan sebagai hasilnya nilai faktor dayanya akan menjadi lebih rendah. Faktor daya akan selalu lebih kecil atau sama dengan satu (Lisiani, Abang Razikin; Syaifurrahman. Universitas Tanjungpura Pontianak, n.d.).

Untuk faktor daya sendiri bisa ditulis menjadi :

$$\text{Faktor Daya} = \frac{P(\text{dalam watt})}{V \times I} \dots\dots\dots(2.1)$$

Setelah semua data pada beban yang dibutuhkan untuk proses perbaikan faktor daya telah didapat, maka selanjutnya proses menganalisa data untuk mengetahui kapasitansi pada kapasitor bank. Namun sebelum itu harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu pada daya reaktif kompensatornya (Q_c). Pada prinsipnya, dalam perbaikan PF agar nilai $PF \approx 1$, sebuah kapasitor daya ac (kapasitor bank) harus mempunyai nilai daya reaktif kompensator Q_c yang sama dengan nilai daya reaktif Q dari sistem yang akan diperbaiki faktor dayanya, atau dapat ditulis dengan (Ahmad Dani, 2018) :

$$Q_c = \frac{V^2}{X_c} \dots\dots\dots(2.2)$$

Untuk menghitung daya reaktif kompensator yang dibutuhkan terhadap perubahan daya reaktif yang diinginkan dapat menggunakan persamaan :

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Besarnya nilai daya Q_c kapasitor bank yang diperlukan untuk mengubah faktor daya dari $\cos \phi_1$ menjadi $\cos \phi_2$ bisa menggunakan rumus :

$$Q_c = P(\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dan untuk daya nyata bisa kita dapatkan dari penjumlahan antara daya aktif dan daya reaktif yang didapatkan dari persamaan:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Setelah itu dilakukan perhitungan kapasitor bank yang dibutuhkan. Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif . menggunakan rumus sebagai berikut:

- Daya Reaktif (Q) perlu diketahui dengan cara sebagai berikut :

$$Q1 = V.I \text{ Sin } \phi1 \dots\dots\dots(2.6)$$

(nilai ϕ merupakan faktor daya awal beban)

- Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif (Q2) yaitu

$$Q = P.Tan \phi2 \dots\dots\dots(2.7)$$

$$(Q1-Q2) = P \times Tan \phi$$

(nilai ϕ merupakan faktor daya yang diinginkan pada beban)

- Setelah diketahui Q2, maka dihitung nilai tahanan Z sebagai berikut :

$$Z = |V|^2 / Q2 \dots\dots\dots(2.8)$$

- Kemudian ditentukan nilai kapasitor C sebagai berikut:

$$Z = 1 / 2.\pi.F.C$$

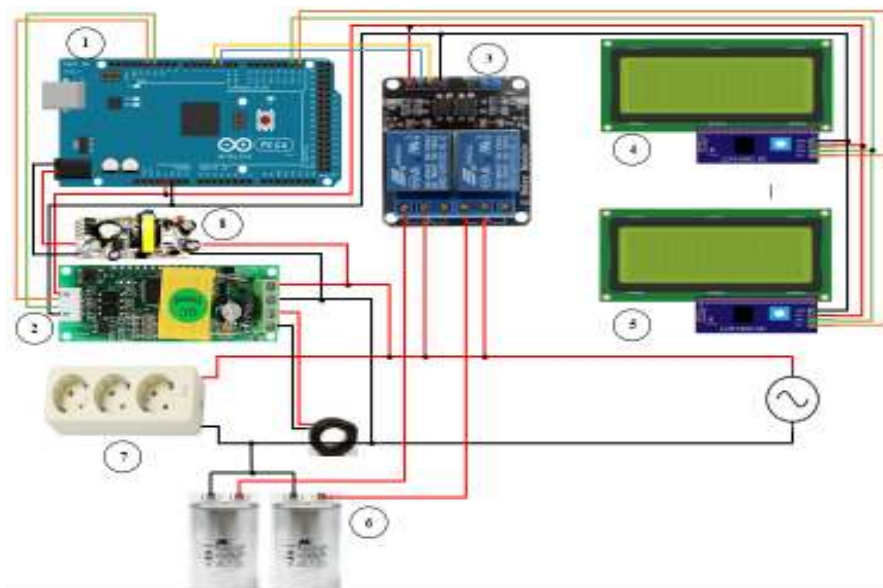
$$C = 1 / (2.\pi.F.Z) \dots\dots\dots(2.9)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Desain Sistem Alat Perbaikan Faktor Daya

Komponen-komponen utama yang digunakan pada sistem alat ini adalah Arduino Mega 2560 dan juga sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor Pzem-004t. Pzem-004t adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur : Voltage / Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, Energi dan Power Faktor (nn-digital, 2019).

Untuk desain rangkaian kontrol dan rangkaian utama pada sistem alat perbaikan faktor daya bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Utama dan Rangkaian Kontrol Alat

- Keterangan Gambar :
 1. Arduino Mega 2560
 2. Sensor Pzem 004t
 3. Relay
 4. LCD 1 *with* I2C
 5. LCD 2 *with* I2C
 6. Kapasitor Bank
 7. Stop Kontak
 8. Adaptor 5-12 V

2. Pengujian Alat Sebelum Perbaikan PF

Untuk pengujian sistem alat, jenis beban yang akan digunakan ada 4 jenis beban yaitu beban motor induksi 1 fasa + gerinda tangan 850 W, pompa air 175 W, pompa air + blender 375 W, pompa air + kipas angin 230 W. Nilai data yang terukur nantinya akan menjadi acuan untuk menghitung nilai kapasitor yang akan dipasang untuk memperbaiki faktor daya. Untuk hasil data pengujian pada beban dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Pembacaan Sebelum Perbaikan PF

Beban	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Faktor Daya (PF)
Gerinda Tangan + Motor Induksi (850 W)	229.4	3.27	595.2	0.79
Pompa Air (175 W)	227.9	1.16	175.7	0.66
Pompa Air + Blender (375 W)	228	1.70	301.2	0.78
Pompa Air + Kipas Angin (230 W)	231.8	1.30	217.5	0.72

3. Perhitungan Nilai Kapasitor Yang Dibutuhkan

Untuk menentukan berapa nilai kapasitor yang dibutuhkan pada setiap beban, maka harus dilakukan perhitungan untuk menentukan berapa besar nilai kapasitor yang dibutuhkan sesuai dengan *power* faktor dari setiap beban tersebut.

Sebelum menghitung nilai kapasitornya, terlebih dahulu kita harus mencari nilai daya reaktif, daya semu, dan juga besar nilai tahanannya. Berikut hasil perhitungan penentuan nilai kapasitor pada setiap beban:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai Kapasitor Yang Dibutuhkan

Beban	Nilai Kapasitor (uF)
Gerinda Tangan + Motor Induksi (850 W)	21.4
Pompa Air (175 W)	9.98
Pompa Air + Blender (375 W)	11.13
Pompa Air + Kipas Angin (230 W)	9.10

4. Hasil Perbandingan Nilai PF Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Hasil dari semua pengujian nilai *power factor* pada sistem secara keseluruhan dengan menggunakan 4 jenis variasi beban bisa dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Perbandingan Nilai PF Sebelum dan Setelah Perbaikan

Beban	Sebelum Perbaikan PF	Setelah Perbaikan PF
Gerinda Tangan + Motor induksi (850 W)	0.79	0.96
Pompa Air (175 W)	0.66	0.94
Pompa Air + Blender (375 W)	0.78	0.97
Pompa Air + Kipas Angin (230W)	0.72	0.95

Dari hasil data di atas diketahui bahwa telah terjadi kenaikan nilai faktor daya sesudah mengalami perbaikan menggunakan kapasitor bank pada 4 jenis variasi beban yang digunakan. Untuk beban Gerinda Tangan + Motor Induksi mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.17, pada beban Pompa Air mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.28, sedangkan pada beban Pompa Air + Blender mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.19, dan pada beban Pompa Air + Kipas Angin mengalami kenaikan faktor daya sebesar 0.23.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank berbasis mikrokontroler untuk beban rumah tangga dengan daya maksimal 900 W yang telah diuraikan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil dari pengukuran dan percobaan pada 4 jenis variasi beban yaitu Gerinda Tangan + Motor Induksi, Pompa Air, Pompa Air + Blender, dan Pompa Air + Kipas Angin telah terjadi kenaikan nilai efisiensi faktor daya antara 17 – 30 % dari rata-rata nilai faktor daya awal 0,74 menjadi 0,95.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih untuk Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan Penelitian Riset Dasar Kementerian Riset dan Teknologi tahun 2020, Surojo dan Zanu Saputra selaku dosen pembimbing, serta pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan artikel ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Dani, M. H., 2018. Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Sebagai Kompensasi Daya Reaktif (Studi Kasus STT Sinar Husni). *Seminar Nasional Royal (SEMAR) 2018*.
- Andi Zulfikar, M. A. M. & Pangaribuan, P., 2015. Rancang Bangun Perbaikan Faktor Daya dan Watt Hours Meter Digital Berbasis Mikrokontroler. *e-Proceeding of Engineering*, pp. 6956-6959.
- Eko Budi Haryadi. Universitas Negeri Yogyakarta, 2015. Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Peralatan Rumah Tangga.
- Lisiani, Abang Razikin; Syaifurrahman. Universitas Tanjungpura Pontianak, n.d. Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi).
- nn-digital, 2019. *Mengenal Pzem-004t Modul Elektronik Untuk Alat Pengukuran Listrik*. [Online] Available at: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/07/10/mengenal-pzem-004t-modul-elektronik-untuk-alat-pengukuran-listrik/> [Accessed 18 11 2020].



PENGATURAN DAYA ANTARA PHOTOVOLTAIC DAN BATERAI DALAM SMART GRID

Muhamad Suharto¹, Elfira Pranita², Made Andik Setiawan³, Eko Sulisty⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: muhamadsuharto1997@gmail.com

ABSTRAK

Output dari photovoltaic sangat bergantung dari intensitas cahaya matahari. Ketika intensitas cahaya matahari yang diterima oleh photovoltaic sesuai atau lebih dari spesifikasi yang ditentukan, maka photovoltaic dapat menghasilkan output maksimum sesuai spesifikasinya. Namun jika intensitasnya kurang dari spesifikasi, maka output photovoltaic kurang dari yang diharapkan. Hal ini dapat terjadi pada saat cuaca berawan atau pada saat pagi, sore atau malam hari. Sedangkan kebutuhan daya listrik beban dapat bervariasi, tidak bergantung pada waktu maupun cuaca. Sehingga pada saat itu suplai daya listrik yang dibutuhkan oleh beban harus disuplai oleh penghasil energi lainnya, seperti baterai. Sebaliknya, pada saat photovoltaic menghasilkan daya listrik yang maksimum atau lebih dari kebutuhan beban, maka energi listrik yang lebih dapat disimpan oleh baterai. Untuk dapat melakukan hal ini, harus didesain suatu alat yang dapat mengatur besaran output daya dari photovoltaic maupun baterai. Pengaturan daya output photovoltaic atau baterai dilakukan melalui pengaturan sinyal pulse width modulation (PWM) melalui controller yaitu Arduino MEGA 2560. Pengaturan daya ini dilakukan dengan memanfaatkan DC-DC konverter berjenis buck-boost konverter tipe XL6019. Percobaan dilakukan secara eksperimental dan pengukuran secara langsung. Berdasarkan hasil pengukuran, daya photovoltaic sudah dapat mensuplai kebutuhan daya listrik beban dengan intensitas cahaya 50% dari spesifikasi yang dibutuhkan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa proporsi daya yang diserap maupun dikeluarkan oleh baterai dapat diatur sesuai dengan daya output dari photovoltaic terhadap kebutuhan beban

Kata Kunci: baterai, charging, discharging, intensitas cahaya, photovoltaic

ABSTRACT

The output of photovoltaic is highly dependent on the intensity of sunlight. When the sunlight intensity received by photovoltaic matches or more than the specified, the photovoltaic can produce the maximum output according to the specifications. However, if the intensity is less than specification, the photovoltaic output will be less than expected. This can happen on cloudy days or in the morning, evening or night. Meanwhile, load electric power requirements may varies, it does not depend on time or weather. So that at that time the supply of electrical power needed by the load must be supplied by other energy producer, such as battery.

Conversely, when photovoltaic generate maximum electrical power or more than the load requirement, more electrical energy can be stored by the battery. To be able to do this, a device must be designed that can regulate the amount of power output from the photovoltaic or battery. The photovoltaic or battery output power setting is adjusting the pulse width modulation (PWM) signal via a controller, namely Arduino MEGA 2560. This power setting works by utilizing a DC-DC converter, buck-boost converter type XL6019. Experiments were carried out experimentally and measured directly. Based on the measurement results, photovoltaic power has been able to supply the load's electrical power needs with a light intensity of 50% of the required specifications. The experimental results show that the proportion of power absorbed or discharged by the battery can be adjusted according to the photovoltaic output power to the load requirements.

Keywords: baterai, charging, discharging, light intensity, photovoltaic

1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik bertenaga bahan bakar fosil ini sudah digunakan dan terus dikembangkan sejak abad ke-18. Kini dunia sangat bergantung pada bahan bakar fosil sebagai pembangkit listrik utama. Manusia tidak bisa selamanya memanfaatkan tenaga bahan bakar fosil sebagai pembangkit listrik. Di bumi ini banyak terdapat sumber daya alam pembangkit listrik yang terbaharukan, contohnya adalah energi cahaya matahari atau *photovoltaic* (Purwanto, 2020). Pembangkit listrik tenaga *photovoltaic* sangat efektif digunakan di Indonesia yang merupakan negara tropis. Komponen/perangkat yang bisa mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan *photovoltaic* (putra, et al., 2019).

Pembangkit listrik tenaga *photovoltaic* mempunyai kelebihan yaitu ramah lingkungan dan bebas polusi, serta mudah diterapkan pada negara tropis. Tetapi *photovoltaic* juga mempunyai kekurangan, salah satunya adalah ketergantungan dengan intensitas cahaya matahari. Bila intensitas cahaya matahari dalam keadaan redup atau pada pagi dan sore hari maka output *photovoltaic* akan menghasilkan daya listrik mendekati minimum. Sebaliknya, bila intensitas cahaya matahari dalam keadaan terang atau pada siang hari maka output *photovoltaic* akan menghasilkan daya listrik mendekati maksimum. Namun, saat malam *photovoltaic* tidak bisa digunakan sama sekali karena tidak adanya cahaya matahari (Yuliananda, et al., 2015).

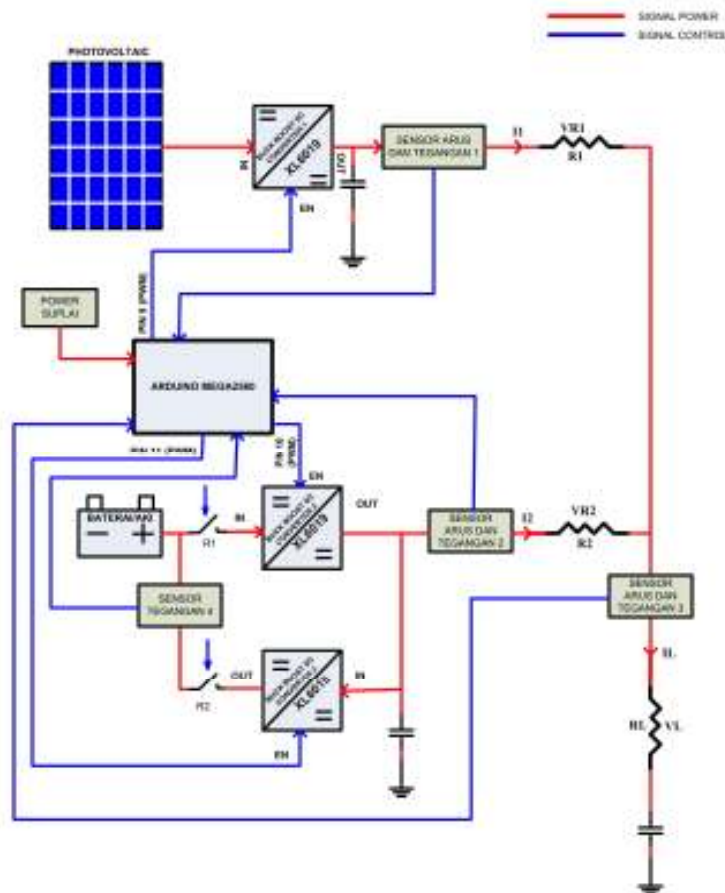
Dalam hal ini baterai sangat diperlukan agar dapat mengatasi kinerja *photovoltaic* pada malam hari. Baterai memiliki fungsi sebagai alat menyimpan daya listrik yang dihasilkan *photovoltaic* dan menyuplai daya ke beban. Jenis baterai yang digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga *photovoltaic* adalah baterai kering. Dalam hal ini, terdapat masalah bagaimana baterai dapat menyimpan daya yang dihasilkan pembangkit listrik *photovoltaic* secara optimal (Anto, et al., 2014).

Oleh karena itu, dikembangkan teknologi berjudul Pengaturan Daya antara *Photovoltaic* dan Baterai dalam *Smart Grid* yang bertujuan untuk mengatur daya listrik *photovoltaic* dan baterai yang digunakan untuk sumber listrik tenaga *photovoltaic* sebagai sumber utama, yang akan diganti dengan baterai apabila alat

mendeteksi bahwa daya output *photovoltaic* lebih kecil dari daya yang diperlukan beban. Teknologi ini dapat mengatur pemasokan tegangan yang cukup (tidak kurang/tidak lebih) ke beban dan baterai disertai *smart grid* yang merupakan jaringan listrik pintar berbasis digital yang dapat me-*monitoring* penggunaan listrik yang dibutuhkan sehingga penggunaan cukup efisien (Muhaemin, 2017).

2. METODE

Smart grid sebagaimana jaringan listrik yang ada saat ini, terdiri dari pembangkit atau penghasil listrik, jaringan distribusi, beban, dan penyimpan energi listrik. Gambaran secara umum dari *smart grid* berbasis *photovoltaic* sebagai penghasil energi listrik dan baterai dapat diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram sistem *smart grid* berbasis *photovoltaic*

Sistem *Smart Grid* dilengkapi komponen-komponen alatnya, yaitu *photovoltaic*, *buck-boost converter*, sensor tegangan, sensor arus INA219, resistor 180Ω, Arduino Mega 2560, baterai, dan *relay 2 channel*.

Dari Gambar 1 dapat dibuat persamaan sebagai berikut:

$$I_L = I_1 + I_2 \quad (1)$$

Dimana I_L adalah arus yang mengalir pada beban, I_1 adalah arus yang mengalir dari *photovoltaic*, dan I_2 adalah arus yang mengalir dari baterai.

Sedangkan daya listrik yang dibutuhkan oleh beban dapat dirumuskan:
$$P_L = I_L \times V_L \quad (2)$$

Dimana P_L adalah daya pada beban, dan V_L adalah tegangan pada beban. V_L bersifat konstan, sehingga P_L bergantung dari I_L , sebagaimana disebutkan dalam Persamaan (2). Sedangkan untuk besaran I_L , bergantung dari I_1 dan I_2 sebagaimana disebutkan dalam Persamaan (1).

I_1 dan I_2 dapat diatur melalui pengaturan output dari *buck-boost converter*, dan output dari *buck-boost converter* tersebut diatur melalui pengaturan PWM dari Arduino Mega 2560.

Percobaan dilakukan secara eksperimental menggunakan komponen-komponen sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.

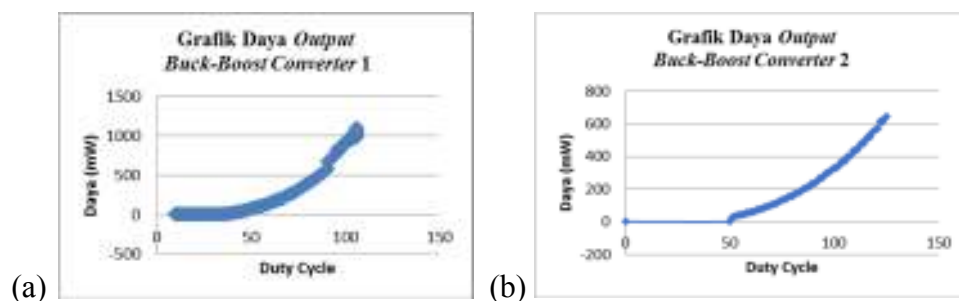
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama-tama melakukan pengujian dahulu pada setiap *buck-boost converter* dengan beban resistor 180Ω untuk mengetahui bagaimana *buck-boost converter* bekerja sesuai yang diharapkan.

Pengujian *buck-boost converter* 1 dilakukan dengan membaca daya output *buck-boost converter* 1 dari sensor tegangan 1 dan sensor arus 1. Hasil pengukuran dari sensor ditunjukkan pada Gambar 2 (a).

Berdasarkan dari grafik Gambar 2 (a), dapat dianalisa bahwa daya output dari *buck-boost converter* 1 naik hingga kapasitas yang dibutuhkan beban terpenuhi dengan tegangan sebesar 9 V. Awal mula naiknya daya *buck-boost converter* 1 dimulai pada *duty cycle* 34 dengan dayanya sebesar 0,64 mW. Daya output terus naik seiring dengan bertambahnya *duty cycle* *buck-boost converter* 1 hingga tegangan beban utama mencapai 9 V dengan *duty cycle*-nya mencapai 106 dan daya output sebesar 1060 mW. Pengambilan data dilakukan menggunakan *photovoltaic*, sehingga *duty cycle* yang bekerja bergantung dari intensitas cahaya matahari yang terjadi saat pengujian.

Kemudian pengujian *buck-boost converter* 2 dilakukan dengan membaca daya output *buck-boost converter* 2 dari sensor tegangan 2 dan sensor arus 2. Hasil pengukuran dari sensor ditunjukkan pada Gambar 2 (b).



Gambar 2. Grafik daya output: (a) *buck-boost converter* 1 dan (b) *buck-boost converter* 2

Berdasarkan dari grafik Gambar 2 (b), dapat dianalisa bahwa *buck-boost converter* 2 bekerja apabila *relay* 1 aktif setelah *buck-boost converter* 1 bekerja.

Maka dari itu, pada *duty cycle* 0 sampai 50, belum ada daya output. Dari *duty cycle* 50 sampai 125, *buck-boost converter* (2) bekerja terus menaikkan tegangan yang diterima sampai memenuhi kapasitas *discharging* ke beban utama sebesar 9 V dan daya output dari *buck-boost converter* 3 sebesar 644,3 mW.

Terakhir adalah pengujian *buck-boost converter* 3 dilakukan dengan membaca daya output *buck-boost converter* 3 dari sensor tegangan 2 dan sensor arus 2. Hasil pengukuran dari sensor ditunjukkan pada Gambar 3.

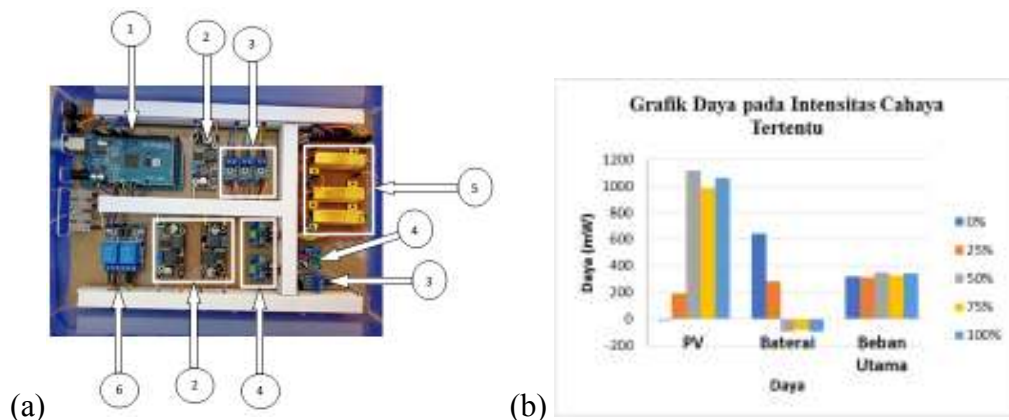


Gambar 3. Grafik daya output *buck-boost converter* 3

Berdasarkan dari grafik Gambar 3, dapat dianalisa bahwa daya output yang terbaca bernilai negatif karena sensor arus membaca arus mengalir ke baterai sehingga nilai terbaca negatif. *Buck-boost converter* 3 bekerja apabila *relay* 2 aktif setelah *buck-boost converter* 1 bekerja. Maka dari itu, pada nilai *duty cycle*-nya 60 dengan daya sebesar 5 mW sampai *duty cycle*-nya 250 dengan daya sebesar 91,7 mW, *buck-boost converter* 3 terus menaikkan tegangan yang diterima sampai memenuhi kapasitas *charging* ke baterai sebesar 9 V.

Setelah melakukan pengujian pada setiap *buck-boost converter*-nya, dapat diketahui bahwa setiap konverter sudah bekerja sesuai harapan. Maka dari itu, tahap selanjutnya dilakukan pengujian *final* untuk mengetahui kinerja keseluruhan alat dengan penghasil energi yaitu *photovoltaic* dan baterai. Alat dibuat dengan komponen-komponen yang disusun sesuai diagram *smart grid*-nya dapat dilihat seperti Gambar 4 (a).

Hasil pengukuran pembagian daya antara *buck-boost converter* 1 dan baterai ditampilkan di *serial monitor* Arduino Mega 2560, kemudian didapatkan hasil grafiknya seperti pada Gambar 4 (b).



Gambar 4. (a) Peralatan uji coba *smart grid* berbasis *photovoltaic*

(b) grafik pembagian daya antara *photovoltaic* dan baterai pada saat intensitas cahaya berbeda

Keterangan, 1: Arduino Mega 2560, 2: *buck-boost converter* XL6019, 3: sensor tegangan, 4: sensor arus INA219, 5: resistor 180R, dan 6: *relay 2 channel*

Grafik pada Gambar 4 (b) menunjukkan bahwa terdapat tiga daya, yaitu daya PV (daya output dari *buck-boost converter* 1), daya baterai (daya output dari *buck-boost converter* 2), dan *buck-boost converter* 3, serta daya beban utama (daya pada beban). Grafik batang dibedakan menjadi empat warna, yang masing-masing warna berarti berbeda juga persentase intensitas cahaya yang diterima *photovoltaic*.

Kondisi intensitas cahaya 0% diujikan dengan diibaratkan seperti kondisi bumi pada malam hari (matahari tenggelam). Sehingga daya PV tetap di daya 0 mW, yang berarti *photovoltaic* tidak menyuplai daya ke beban. Daya baterai sampai ke daya di atas 600 mW, yang berarti pada kondisi ini baterai menyuplai (*discharging*) daya ke beban sampai tegangan beban mencapai 9 V.

Kondisi intensitas cahaya 25% diibaratkan seperti kondisi bumi pada fajar atau senja hari. Sehingga daya PV sampai ke daya di bawah 200 mW, yang berarti *photovoltaic* menyuplai daya ke beban, tapi sangat sedikit membuat tegangan pada beban belum mencapai 9 V. Daya baterai sampai ke daya di atas 200 mW, yang berarti pada kondisi ini baterai membantu menyuplai (*discharging*) daya ke beban sampai tegangan beban mencapai 9 V.

Kondisi intensitas cahaya 50% keatas *photovoltaic* menyuplai daya ke beban hingga maksimum, tegangan beban mencapai 9 V. Daya baterai sampai ke daya di bawah 0 mW (nilai negatif), yang berarti yang berarti pada kondisi ini baterai baterai mengisi (*charging*) sampai tegangan pada beban naik lagi hingga 9 V.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengerjaan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengaturan daya output *photovoltaic* atau baterai dilakukan melalui pengaturan *signal pulse width modulation* (PWM) melalui *controller* yaitu Arduino MEGA 2560. Pengaturan daya ini dilakukan dengan memanfaatkan *DC-DC converter* berjenis *buck-boost converter* tipe XL6019. Percobaan dilakukan secara eksperimental dan pengukuran secara langsung dan dengan kondisi permukaan *photovoltaic* yang berbeda-beda. Kondisi cahaya 0% dan 25% terjadi kekurangan daya listrik yang dibutuhkan beban sehingga dibantu penyuplaian daya dari baterai. Sedangkan pada kondisi cahaya 50% sampai 100%, daya listrik yang dibutuhkan beban mencukupi dan lebih, sehingga kelebihan daya tersebut disuplai ke baterai yang berarti baterai melakukan pengisian.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih untuk Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan Penelitian Riset Dasar Kementerian Riset dan Teknologi tahun 2020, I Made Andik Setiawan selaku dosen pendamping, serta pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan naskah ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anto, B., Hamdani, E. & Abdullah, R., 2014. Portable Battery Charger Berbasis Sel Surya. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 11(01), pp. 19-24.
- Muhaemin, C., 2017. Multi Utility Service Infrastructure (MUSI) Berbasis OPLC Untuk Implementasi Smart Grid Communication Network. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(1), pp. 32-42.
- Purwanto, I., 2020. SOLAR CELL(PHOTOVOLTAIC/PV)SOLUSI MENUJU PULAU MANDIRI LISTRIK. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah*, 5(02), pp. 117-126.
- putra, g. m. d., Lailatun, H. I., Sabani, R. & Setiawati, D. A., 2019. Sistem Otomasi Photovoltaic pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Mikrokontroler Arduino skala lab. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 8(02), pp. 130-138.
- Yuliananda, S., Sarya, G. & Hastijanti, R. R., 2015. Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surrabaya*, 01(02), pp. 193-202.



MONITORING ALIRAN ARUS PASANG SURUT AIR LAUT PADA PESISIR MUARA AIRKANTUNG BERBASIS ARDUINO

Bambang Supriyadi¹, Rindy Clarita², Yudhi,³ Ocsirendi,⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: bambangskuyyyy@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara kepulauan dimana tiap-tiap pulau selalu di kelilingi oleh lautan, adapun potensi yang bisa dimanfaatkan untuk energi terbarukan. Pasang surut air laut merupakan salah satu fenomena alam yang menyebabkan perubahan ketinggian air laut di waktu tertentu setiap harinya dan akan memberikan pengaruh aktifitas nelayan serta akan memperharuhi aliran muara, melihat karakteristik perairan laut Indonesia secara umum khususnya di daerah Bangka yang berguna bagi kegiatan manusia khususnya yang berhubungan dengan kelautan. Maka dari itu diperlukan alat yang dapat memonitoring aliran arus pasang surut air laut. Tujuan pembuatan alat ini adalah membuat alat yang dapat mengukur dan mengetahui kecepatan arus dan ketinggian air laut di muara Air Kantung dengan menggunakan program yang berbasis Arduino. Metode pengukuran kecepatan arus pasang surut ini berdasarkan prinsip putaran turbin yang kemudian dibaca oleh sensor optocoupler sedangkan untuk pengukuran ketinggian air laut berdasarkan prinsip konstanta dengan pembacaan sensor ultrasonik. Alat dapat menyimpan hasil pengukuran ke dalam database yang kemudian tersimpan pada data SD card dan kemudian bisa ditampilkan di LCD. Hasil pengujian sensor optocoupler pada kecepatan aliran arus dengan perbandingan alat dibuat dengan tachometer didapatkan rata-rata error 1,17%. Sedangkan pengujian ketinggian air dengan sensor ultrasonik dengan membandingkan nilai sensor terhadap ukuran ketinggian dengan rata-rata error 1,01%. Alat monitoring aliran arus serta ketinggian pada aliran pasang surut air laut melakukan pengujian sebanyak 3 kali dengan hasil pengukuran kecepatan arus sebesar 0,72% error alat dan akurasi 99,28% sedangkan pengukuran ketinggian air laut sebesar 0,74% error alat dan akurasi alat 99,26% yang didapat dari membandingkan alat monitoring dengan alat ukur tachometer dan meteran

Kata Kunci: kecepatan aliran arus, ketinggian permukaan air laut, optocoupler, ultrasonik, air kantung

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country where each island is always surrounded by the ocean, as for the potential that can be used for renewable energy. The ocean tides are one of the natural phenomena that cause changes in sea level at certain times every day and will affect fishing activities and will affect the flow of the estuary, seeing the characteristics of Indonesian marine waters in general, especially in the Bangka area which is useful for human activities, especially those who related to the sea. Therefore we need a device that can monitor the flow of

tidal currents of sea water. The purpose of making this device is to make a device that can measure and determine the current speed and sea level at the estuary of Air Kantung using an Arduino-based program. This method of measuring the speed of tidal currents is based on the principle of turbine rotation which is then read by the optocoupler sensor while the measurement of sea level is based on the principle of constant with ultrasonic sensor readings. The device can save the measurement results into a database which is then stored on the SD card data and can then be displayed on the LCD. The results of testing the optocoupler sensor at the current flow velocity with a comparison of the tool made with a tachometer obtained an average error of 1.17%. While testing the water level with an ultrasonic sensor by comparing the sensor value to the height size with an average error of 1.01%. The monitoring device for current flow and height on tidal flow tested 3 times with the results of measuring current velocity of 0.72% device error and 99.22% accuracy while measuring sea water level of 0.74% device error and 99,26% accuracy, obtained from comparing monitoring devices with tachometers and meters

Keywords: current flow rate, sea level, optocoupler, ultrasonic, Air Kantung

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kepulauan dimana tiap-tiap pulau selalau di kelilingi oleh laut, adapun potensi yang bisa dimanfaatkan untuk energy terbarukan salah satunya adalah energy yang terdapat pada pasang surut dimana ini merupakan hal yang sering terjadi di alam ini, pergerakan naik dan turunnya permukaan air laut atau pasangnyanya air laut secara berkala ini akibat dari gaya gravitasi dan gaya tarik menarik benda-benda astronomi seperti gaya tarik menarik antara bumi dan bulan yang paling utama. Sedangkan pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan dalam fenomena pasang surut air laut dikarenakan jaraknya yang lebih jauh atau ukurannya sangat kecil.

Dalam kehidupan manusia di bidang kelautan, pasang surut yang terjadi setiap hari sangat penting untuk dikaji untuk keperluan seperti bidang geologi, pembangunan pelabuhan, lingkungan, bidang pertanian dan biologi, dan juga pengembangan pembangkit listrik tenaga pasang surut.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang cepat membuat kemudahan bagi umat manusia untuk melakukan hubungan antar orang satu ke orang lain dengan memanfaatkan teknologi komunikasi dan mendapatkan informasi yang tidak terbatas oleh waktu. Salah satu contoh pemanfaatan TIK untuk bidang kelautan khususnya tentang pasang surut air laut. Setiap hari, fenomena pasang surut terjadi di seluruh dunia dan informasi mengenai pasang surut sangat berguna bagi kegiatan manusia yang berhubungan dengan kelautan seperti menangkap ikan maupun kegiatan lainnya.

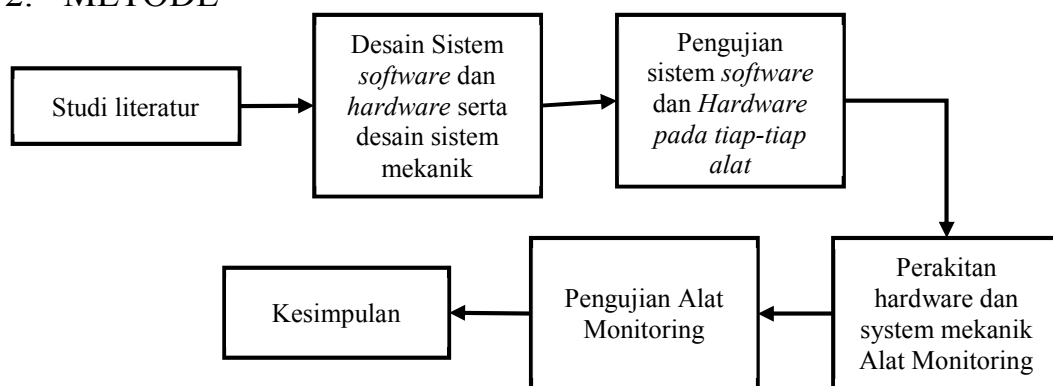
Salah satu program Hidro Oceanografi merupakan suatu kegiatan yang secara khusus mempelajari tentang sifat-sifat dari pergerakan air laut yang meliputi pasang surut, gelombang laut dan arus laut. Kegiatan ini sangat penting dilakukan sebagai pendukung untuk keselamatan bernavigasi serta alur pelayaran para nelayan yang akan keluar masuk pelabuhan, selat atau muara. Kegiatan ini juga dilakukan untuk mengetahui karakter pasang surut air laut.

Metode pengukuran ketinggian permukaan air laut sampai dasar dilakukan menggunakan metode skala meteran dan hanya mampu mengambil data per jam.

Sedangkan kecepatan aliran arus diukur menggunakan alat valeport 106. Dimana kemampuan manusia untuk melakukan percobaan atau penelitian memiliki keterbatasan dalam kecepatan dan akurasi dalam pengukuran pada setiap saat waktu yang telah ditentukan.

Untuk mendapatkan informasi mengenai pasang surut air laut yang bisa didapatkan dengan mudah dan praktis bagi semua orang, maka dilakukan pembuatan alat yang dapat memonitoring atau menetahui ketinggian air laut dan kecepatan aliran arus pasang surut air laut yang dapat diakses datanya menggunakan penyimpanan offline. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dirancang, dibuat dan dilakukan uji coba alat monitoring pasang surut air laut dengan penyimpanan offline yang nantinya dapat digunakan pada kawasan perairan laut Air Kantung Sungailiat Bangka, tepatnya di muara sungai.

2. METODE



Gambar 1 Metode Pelaksanaan Penelitian

2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan salah satu kegiatan/proses dimana pencarian referensi-referensi dari jurnal artikel dan website yang masih berkaitan dengan penelitian yang akan kita kembangkan khususnya mengenai tentang alat monitoring aliran arus pasang surut air laut berbasis Arduino

2.2 Desain *Software/Hardware* dan Desain Sistem Mekanik

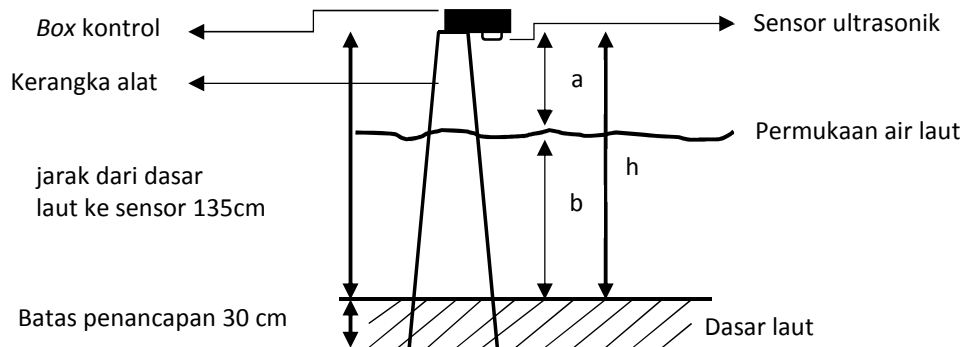
Desain software dan hardware merupakan langkah awal kita untuk mendesain apa nnnati tujuan alat yang akan kita buat, sedangkan desain mekanik merupakan salah satu kerangka alat digunakan untuk meletakkan kontrol dan sensor agar dapat bekerja secara optimal, kerangka alat ini meliputi tiang utama dan turbin air.

2.3 Pengujian *Software* dan Pengujian *Hardware*

Pengujian software dimana pengujian terhadap program, apakah mengalami error saat di buat, dengan membuat simulasi diharapkan fungsi software ini akan berjalan dengan baik sedangkan pengujian hardware dilakukan untuk mengetahui apakah komponen yang digunakan berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sensor optocoupler dan sensor ultrasonik.

2.4 Perakitan *Hardware* dan Sistem mekanik Alat Monitoring

Perakitan hardware disini adalah perakitan atau penyambungan satu persatu hardware baik power suplay, sensor, lcd serta memasukan program pada sistem, sedangkan untuk sistem mekanik disini berupa perakitan tiang-tiang besi/plat yang sesuai dengan rancangan sebelumnya. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



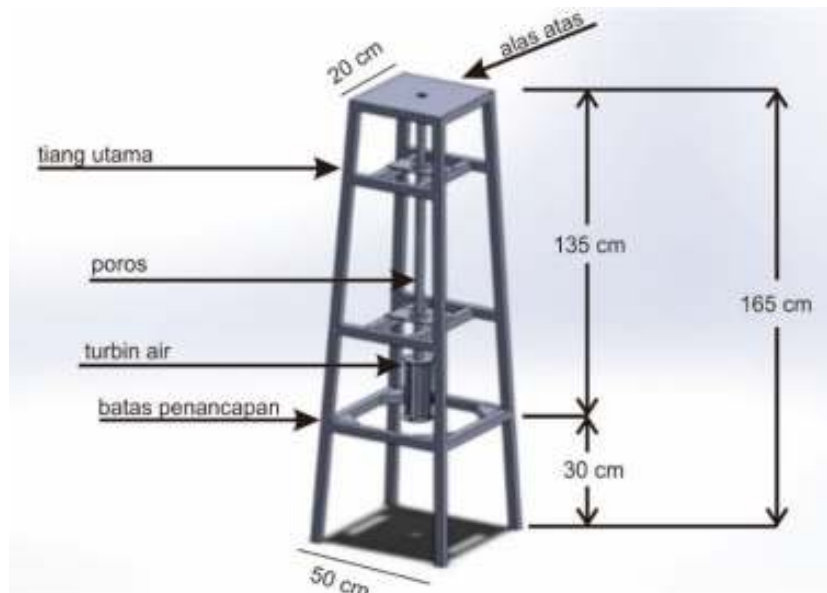
Gambar 2 Konstanta Ketinggian Air Laut

2.5 Pengujian Alat Monitoring

Pengujian alat monitoring dilakukan di lokasi pantai yang terletak di muara sungai Air Kantung

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Kerangka Alat



Gambar 3 Rancangan Kerangka Alat



Gambar 4 Kerangka Alat yang telah jadi

3.2 Hasil Pengujian *Hardware*

A. Hasil Pengujian Sensor *Optocoupler* FC-03

Pengujian pada sensor optocoupler dilakukan dengan manual yaitu cara membandingkan hasil pembacaan sensor yang dibuat pada alat ukur dengan alat tachometer. Hasil pengujian sensor optocoupler dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor *Optocoupler* FC-03

No.	Sensor <i>optocoupler</i> (rpm)	<i>Tachometer</i> (rpm)	Kesalahan sensor
1.	99	99,5	0,50 %
2.	117	113,7	2,90 %
3.	123	123,8	0,65 %
4.	145	144,0	0,69 %
5.	142	143,6	1,11 %
Rata-rata kesalahan			1,17 %

B. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan penggaris 30 cm. Hasil pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HY-SRF05

No.	Penggaris (cm)	Sensor ultrasonik (cm)	Kesalahan sensor
1.	10	10,09	0,90 %
2.	15	14,52	3,20 %
3.	20	20,05	0,25 %
4.	25	25,10	0,40 %
5	30	30,09	0,30 %
Rata-rata persentase <i>error</i>			1,01 %

3.3 Perakitan dan Pemrograman Alat



Gambar 5 Perakitan *box* kontrol dengan kerangka alat

Setelah *box* kontrol dan konstruksi alat terhubung, selanjutnya membuat program keseluruhan untuk Arduino Nano menggunakan software Arduino IDE. Pemrograman yang dibuat antara lain :

1. Program sensor FC-03 mendeteksi kecepatan arus pasang surut air laut
2. Program sensor HY-SRF05 mendeteksi ketinggian air laut
3. Program menampilkan data ke layar LCD
4. Program menyimpan data ke SD card

3.4 Hasil Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada tanggal 11, 15 dan 21 Maret 2021. Pengujian dilakukan selama 3-4 jam. Hasil pengujian alat adalah sebagai berikut.

Tabel 3 Hasil Pengujian Tanggal 11 Maret 2021

Waktu	Kecepatan Arus Laut			Ketinggian Air Laut		
	Alat (rpm)	<i>Tachometer</i> (rpm)	<i>error</i>	Alat (cm)	Meteran (cm)	<i>error</i>
13:00:00	63	62,7	0,48%	85	85,2	0,23%
13:30:00	70	71,1	1,55%	79	79,4	0,50%
14:00:00	79	78,8	0,25%	75	75,4	0,53%
14:30:00	85	85,1	0,12%	71	72	1,39%
15:00:00	91	90,5	0,55%	66	67	1,49%
15:30:00	100	101,1	1,09%	56	55,3	1,26%
16:00:00	108	107,6	0,37%	50	50,8	1,57%
		Rata-rata <i>error</i>	0,63%		Rata-rata <i>error</i>	0,99%

Tabel 4 Hasil Pengujian Tanggal 15 Maret 2021

Waktu	Kecepatan Arus Laut			Ketinggian Air Laut		
	Alat (rpm)	<i>Tachometer</i> (rpm)	<i>error</i>	Alat (cm)	Meteran (cm)	<i>error</i>
14:00:00	89	89,3	0,34%	68	68	0,00%
14:30:00	92	92,4	0,43%	67	66	1,51%
15:00:00	94	93	1,08%	65	65,4	0,61%
15:30:00	98	99,3	1,31%	62	61	1,64%

16:00:00	103	102	0,98%	59	60	1,67%
16:30:00	119	120,1	0,91%	59	59,2	0,34%
17:00:00	135	134,2	0,60%	59	59	0,00%
Rata-rata <i>error</i>			0,80%	Rata-rata <i>error</i>		0,82%

Tabel 5 Hasil Pengujian Tanggal 21 Maret 2021

Waktu	Kecepatan Arus Laut			Ketinggian Air Laut		
	Alat (rpm)	Tachometer (rpm)	<i>error</i>	Alat (cm)	Meteran (cm)	<i>error</i>
13:00:00	72	73,1	1,50%	76	76,4	0,52%
13:30:00	75	74,8	0,27%	73	73,2	0,27%
14:00:00	79	78,2	1,02%	70	70	0,00%
14:30:00	85	85,3	0,35%	67	67,2	0,30%
15:00:00	93	93,4	0,43%	64	65	1,53%
15:30:00	104	102,9	1,07%	61	61	0,00%
16:00:00	116	115,4	0,52%	58	58,2	0,34%
Rata-rata <i>error</i>			0,74%	Rata-rata <i>error</i>		0,42%

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada saat pengujian sensor optocoupler FC-03 ini dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor hasil pemograman dengan alat ukur tachometer dan didapatkan rata-rata persentase error 1,17 %.
2. Pengujian sensor ultrasonik HY-SRF05 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan skala meteran 200 cm dan didapatkan rata-rata persentase error 1,01 %
3. Sedangkan pengujian alat monitoring aliran arus pasang surut air laut melakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan hasil pengukuran kecepatan arus sebesar 0,72% kesalahan alat dan akurasi 99.28% sedangkan pengukuran ketinggian air laut sebesar 0,74% kesalahan alat dan akurasi alat 99.26% yang didapat dari membandingkan alat monitoring dengan alat ukur tachometer dan meteran.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan P3KM yang telah memberikan bantuan dalam penelitian ini serta Yudhi selaku dosen pendamping. Terima kasih juga kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan artikel ini yang tidak dapat disebut satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Khoir and M. Mufidul, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet of Thing (IoT)," Universitas Islam Sunan Ampel Surabaya, Surabaya, 2018.
- M. Lolong and J. Masinambow, "Penentuan Karakteristik dan Kinerja Hidro Oceanografi Pantai (Study Kasus Inobonto)," Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING, vol. 1, no. 2, pp. 128 - 129, Juli 2011.
- A. A. Prasetyo, A. Zakaria and M. Welly, "Analisa Kesalahan Pemodelan Data Pasang Surut Stasiun Tanjung Priok," JRSDD, vol. 4, no. 3, pp. 423-434, September 2016.
- T. A. Tanto, U. J. Wisha, G. Kusumah, W. S. Pranowo, S. Husrin, Ilham and A. Putra, "KARAKTERISTIK ARUS LAUT PERAIRAN TELUK BENOA – BALI," Jurnal Ilmiah Geomatika, vol. 23, no. 1, pp. 37 - 48, 2017.
- R. Pelayo, "Use LM393 IR Module as Motor Speed Sensor," TM MICROCONTROLLERS, November 2019. [Online]. Available: <https://www.teachmemicro.com/lm393-ir-module-motor-speed-sensor>. [Accessed 2 Februari 2021].
- I. Y. Lonteng, Gunawan and I. Rosita, "RANCANG BANGUN SIMULASI ALAT PENDETEKSI JARAK AMAN ANTAR KENDARAAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO," JEECOM, vol. 2, no. 2, pp. 22 - 26, Oktober 2020.
- Azhari, M. I. Jumarang and A. Muid, "Pembuatan Prototipe Alat Ukur Ketinggian Air Laut Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Mikrokontroler Atmega328," POSITRON, vol. IV, no. 2, pp. 64 - 70, 2014.

PERBAIKAN SISTEM KONTROL PERBAIKAN
FAKTOR DAYA PADA POMPA AIR BERBASIS
ARDUINO

Alhuda Ash Shiddieqy¹, Sayu Pratiwi P², Aan Febriansyah³, Surojo⁴
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektronika, Polman Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Email : Alhudaash98@gmail.com

Abstract

A water pump with a low power factor results in an increase in the value of the current and reactive power, this can result in an increase in the reduction of the water pump efficiency. The purpose of this research is to design a control system to improve the power factor ($\cos \phi$) of the water pump automatically using a capacitor bank. When the motor operates, the current, voltage and power factor are read by the PZEM-004T sensor which is then sent to the Arduino. The data from the sensor is used as a basis for calculations to determine the value of the capacitor required by the water pump. Once the capacitor value is known, the Arduino processes the control program to activate the appropriate capacitor bank. This process will take place automatically when the load changes. Based on the test results on one single-phase water pump, the average water pump power factor can be fixed automatically to above 0.9 and the working current of the water pump drops from 0.96 A to 0.73 A as well as the reactive power. There is a difference in the reading from the measuring instrument and the calculation result with an average percentage of 0.2% due to the rounding of the calculation value in the program and also influenced by the accuracy of the reading of the measuring instrument used.

Keywords: Power factor, PZEM-004T Sensor, Water pump, Capacitor, Arduino

Abstrak

Pompa air dengan faktor daya yang rendah mengakibatkan meningkatnya nilai arus dan daya reaktif hal ini dapat mengakibatkan menurunnya efisiensi pompa air. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem kontrol untuk memperbaiki faktor daya ($\cos \phi$) pada pompa air secara otomatis menggunakan kapasitor bank. Pada saat motor beroperasi, arus, tegangan dan faktor daya dibaca oleh sensor PZEM-004T yang kemudian dikirimkan ke Arduino. Data dari sensor digunakan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan nilai kapasitor yang dibutuhkan pompa air. Setelah nilai kapasitor diketahui, Arduino memproses program kontrol untuk mengaktifkan kapasitor bank yang sesuai. Proses ini akan berlangsung secara otomatis pada saat beban berubah. Berdasarkan hasil pengujian pada satu buah pompa air satu fasa, rata-rata faktor daya pompa air bisa diperbaiki secara otomatis hingga di atas 0,9 dan arus kerja dari pompa air pun turun dari 0,96 A menjadi 0,73 A begitu pula daya reaktifnya. Terdapat perbedaan hasil pembacaan dari alat ukur dan hasil perhitungan dengan rata-rata persentase sebesar 0,2% dikarenakan adanya pembulatan nilai perhitungan pada program dan juga dipengaruhi oleh keakuratan dari pembacaan alat ukur yang digunakan.

Kata kunci : Faktor daya, Sensor PZEM-004T, Pompa air, Kapasitor, Arduino

1. PENDAHULUAN

Pada beban rumah tangga terdapat banyak sekali beban listrik yang bersifat induktif, beban ini menghasilkan daya reaktif yang lumayan tinggi hal ini dapat menyebabkan meningkatnya biaya konsumsi pemakaian listrik, contoh beban listrik yang bersifat induktif ini antara lain kipas angin, blender, kulkas, *Air Conditioner* (AC), pompa air dan alat-alat yang terdapat kumparan atau lilitan yang bekerja atau beroperasi berdasarkan prinsip kerja induksi. Pada Penelitian ini pengujian menggunakan beban sebuah pompa air dengan daya 125 watt. [1]

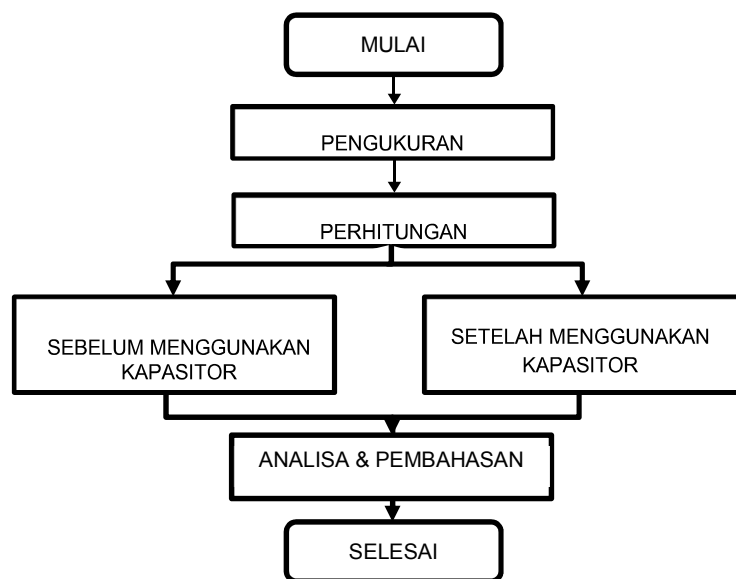
Pompa air banyak digunakan di rumah tangga yang pada umumnya memiliki efisiensi yang tidak terlalu tinggi sehingga dapat menyebabkan kerugian pada rangkaian magnetisasi saat berbeban ringan. Motor pada pompa air ini dirancang untuk beroperasi mendekati beban penuh sehingga jika beban turun akan mengakibatkan penurunan efisiensi pada pompa air. Rendahnya faktor daya ini juga dapat menyebabkan meningkatnya arus listrik yang dapat menyebabkan kerusakan pada kabel. [2]

Sudah banyak penelitian tentang pembuatan alat perbaikan faktor daya dengan memanfaatkan kapasitor bank yang dilakukan oleh banyak peneliti, yaitu, yang pertama oleh Haryadi pada tahun 2015 dimana dibuat sebuah alat untuk melakukan perbaikan faktor daya yang hanya menghitung dan memilih kapasitor kompensasi masih secara manual tanpa menggunakan mikrokontroler [3]. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Hartono pada tahun 2004 dimana dibuat sebuah alat untuk memperbaiki faktor daya yang hanya melakukan mentoring faktor daya dan tidak melakukan pemantauan pengukuran terhadap beberapa parameter yang dapat menunjang keakuratan pada saat menganalisa kondisi beban. [4].

Berdasarkan dari referensi dua jurnal di atas, maka disimpulkan untuk menjaga dan meningkatkan efisiensi pada pompa air, maka dilakukan penelitian dengan membuat alat perbaikan faktor daya dengan memanfaatkan kapasitor bank yang disambungkan secara paralel terhadap beban dengan judul penelitian “Sistem Kontrol Perbaikan Faktor Daya Pada Pompa Air Berbasis Arduino”. Pada Penelitian ini, kondisi beban meliputi faktor daya, arus, tegangan, daya nyata, daya semu, daya reaktif, sudut fasa dan nilai kapasitor diukur dan dimonitor secara kontinyu.

2. METODE PENELITIAN

Dalam metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, Adapun alur dalam penelitian perbaikan faktor daya menggunakan beban pompa air dengan daya 125 watt dapat dilihat pada Gambar 1.1.



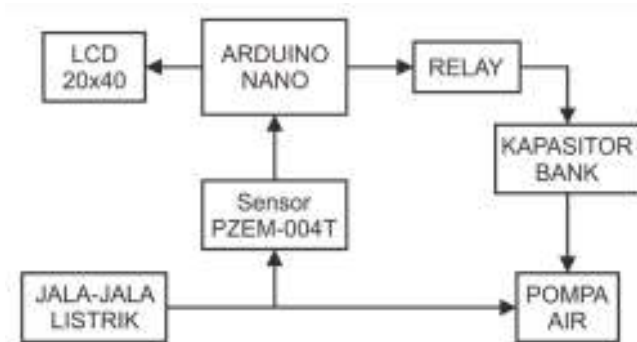
Gambar 1.1. Alur Penelitian

2.1. pengumpulan dan pengolahan data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur tegangan, arus, daya reaktif, dan faktor daya menggunakan power quality analyzer. kemudian data yang di dapatkan akan diolah untuk mendapatkan nilai kapasitor yang di butuhkan. Besaran kapasitor yang telah ditentukan kemudian dihubungkan secara paralel ke beban untuk meningkatkan nilai faktor dayanya.

2.2 perancangan Hardware dan system kontrol

Proses pembuatan hardware sistem kontrol perbaikan faktor daya dilakukan dengan menentukan komponen elektrik yang akan di gunakan seperti kapasitor bank, sensor, relay, Arduino Nano. Perancangan ini mengacu pada blok diagram dibawah ini :



Gambar 1. 1 Blok Diagram

Dari jala-jala PLN disambungkan ke pompa air, kemudian sensor pzem akan bekerja untuk mengukur besaran arus, tegangan dan faktor daya pada pompa air. Setelah terbaca oleh sensor maka sensor akan mengirimkan data yang terbaca ke Arduino untuk diolah. Arduino akan mengaktifkan relay yang sesuai dengan kapasitor yang di butuhkan oleh beban.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan nilai kapasitor yang dibutuhkan

Untuk menentukan berapa nilai kapasitor yang dibutuhkan, diperlukan pengukuran pada beban pompa air yang faktor daya ingin ditingkatkan, pengukuran ini menggunakan *Power Quality Analyzer*, parameter yang diukur pada sensor ini antar lain pengukuran nilai tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, faktor daya dan juga besar nilai tahanan, parameter tersebutlah yang dapat mempengaruhi perubahan nilai faktor daya pada beban tersebut. Hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Pengukuran Pompa Air

Beban Pompa	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya aktif (W)	Daya reaktif (VAR)	Faktor daya
Dengan beban	217	0.96	151.1	144.97	0.72
Tanpa beban	217.7	0.99	123.9	177.75	0.57

Untuk menentukan berapa nilai kapasitor yang dibutuhkan pada beban pompa air, maka harus dilakukan perhitungan untuk menentukan berapa besar nilai kapasitor yang dibutuhkan sesuai dengan

faktor daya dari beban tersebut proses ini dilakukan secara otomatis di Arduino. Berikut perhitungan penentuan nilai kapasitor pada beban pompa air:

Untuk menentukan nilai faktor daya yang diinginkan, maka perlu diketahui daya reaktif kompensator (Q_c) yaitu:

$$\cos \phi_1 = 0.72, \text{ maka } \phi_1 = 43.95$$

$$\cos \phi_2 = 1.00, \text{ maka } \phi_2 = 0^\circ$$

maka daya reaktif kompensator menjadi:

$$\begin{aligned} Q_c &= P_x (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \\ Q_c &= 151,1 (\tan 43,95^\circ - \tan 0^\circ) \\ Q_c &= 145,66 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Setelah diketahui Q_c , maka dihitung nilai hambatan kompensator (X_c) menjadi:

$$X_c = \frac{V^2}{Q_c}$$

$$X_c = \frac{217^2}{145.66}$$

$$X_c = 323.28$$

Kemudian ditentukan nilai kapasitor C menjadi:

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot C}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot X_c} = \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times 323.28}$$

$$C = 9.8 \mu F$$

Dari hasil perhitungan, nilai kapasitor yang perlu dipasang untuk memperbaiki faktor daya menjadi

1.00 pada motor induksi adalah $9.8 \mu F$. nilai ini sesuai dengan yang terdeteksi pada alat perbaikan factor daya ini.

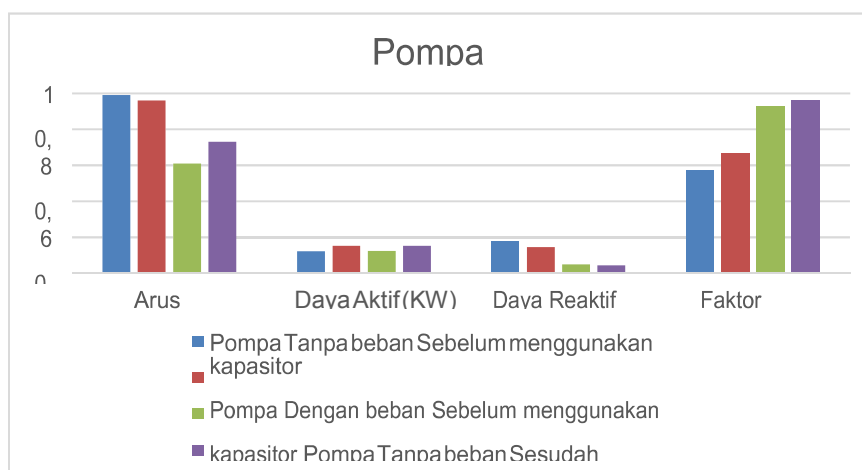
3.2 Pengujian sistem kontrol perbaikan faktor daya

Pada pengujian ini menggunakan beban pompa air dengan daya sebesar 125 watt dan beberapa kapasitor. setelah itu hasil dari pengujian akan di tampilkan pada 2 buah LCD, LCD 1 digunakan untuk menampilkan data sebelum dilakukan perbaikan faktor daya dan LCD kedua digunakan untuk menampilkan data setelah di lakukam perbaikan faktor daya Data hasil percobaan ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Alat

Beban Pompa	Kondisi	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya aktif (W)	Daya reaktif (VAR)	Faktor daya
Tanpa beban	Sebelum	217.7	0.99	123.9	177.75	0.57
	Sesudah	217.9	0.61	124.7	49.24	0.93
Dengan beban	Sebelum	217	0.96	151.1	144.97	0.72
	Sesudah	217.2	0.73	152.9	44.56	0.96

Pada pengujian ini beban yang digunakan adalah pompa air dengan daya 125 watt. Dari tabel hasil pengujian alat perbaikan faktor daya dapat diketahui jika nilai faktor daya meningkat maka nilai arus dan daya reaktif akan menurun sehingga dapat meningkatkan efisiensi pada pompa air yang digunakan. Pada data tersebut juga dapat diketahui Ketika pompa air tanpa beban daya reaktif yang dihasilkan lebih besar dibandingkan daya reaktif pada pompa air dengan beban. Pada pompa air dengan beban dibutuhkan kapasitor sebesar $9.8 \mu F$ dengan faktor daya yang diinginkan mencapai 1.00 tetapi pada saat pengujian yang dilakukan hanya mencapai 0.96 sedangkan pada pompa air tanpa beban dibutuhkan kapasitor sebesar $11.94 \mu F$ dengan faktor daya yang diinginkan sebesar 1.00 tetapi pada saat pengujian yang dilakukan hanya mencapai 0.93. Faktor daya tidak bisa mencapai 1.00 dikarenakan pompa air membutuhkan daya reaktif agar dapat membangkitkan medan magnet (*magnetic field*) untuk kumparan rotor pada pompa air. Untuk melihat grafik perbandingan pompa berbeban dengan pompa tanpa beban dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar 1.3. Perbandingan Pompa Dengan Beban Dan Pompa Tanpa Beban

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank berbasis Arduino untuk pompa air yang telah diuraikan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Membuat alat perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank berbasis Arduino yang dapat membaca nilai faktor daya pada beban listrik dengan baik dan dapat mengontrol nilai kompensator yang dibutuhkan secara otomatis.
2. Alat perbaikan faktor daya otomatis dapat meningkatkan nilai faktor daya pada beban induktif.
Dimana hasil sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat perbedaannya ataupun perubahannya pada 2 buah LCD berbeda. Untuk pengukuran dan percobaan pada beban pompa air dengan daya sebesar 125 watt. terjadi kenaikan efisiensi faktor daya dari nilai faktor daya awal 0,72 menjadi 0,96 pada pompa air berbeban dan nilai awal 0.57 menjadi 0.93 pada pompa air tanpa beban.
3. Dari percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui nilai faktor daya maksimum pada beban pompa air dengan daya 125 sebesar 0,96 pada pompa dengan beban dan 0,93 pada pompa tanpa beban.

4.2 Saran

Dari keseluruhan Penelitian yang telah dikerjakan ini ada beberapa saran yang disampaikan untuk mengembangkan Penelitian ini kedepannya, yaitu:

1. Disarankan menggunakan Solid State Relay (SSR), karena jika menggunakan relay mekanis akan rentan rusak jika digunakan terus menerus.
2. Disarankan menggunakan beban dengan daya yang lebih besar agar perubahan data dapat dirasakan dengan signifikan.

Judul Penelitian ini masih bisa di kembangkan dengan menambahkan sistem *Internet Of Things* (IOT).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiranto and W. Nur, *Analisa Optimasi Perbaikan Faktor Daya Dan Drop Tegangan Dengan Menggunakan Kapasitor Bank Pada Line 5 PT Bukit Asam (Persero) Tbk*, Lampung: Universitas Lampung, 2017.
- [2] M. M. E. and N. P., *Perancangan Sistem Kontrol Perbaikan Faktor Daya*, SUNGAILIAT: POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG, 2018.
- [3] E. B. Haryadi, *Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Peralatan Rumah Tangga*, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2015.
- [4] T. N. Hartono, *Perangkaian Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga dengan Menggunakan Switching Kapasitor dan Induktor Otomatis*, Malang: Universitas Brawijaya, 2014.



MAXIMUM POWER POINT TRACKING UNTUK WIND TURBINE

Dori Oktariandi¹, Rifqy Adrian², Eko Sulisty³, Ocsirendi⁴
^{1,2,3,4}*Politeknik Manufaktur Bangka Belitung*
Corresponding Author: rifqyadrin080799@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin bergantung pada kecepatan angin dan jumlah blade pada turbin angin. Kedua hal ini menyebabkan kurva daya keluaran turbin angin menjadi non-linear, karena non-linear tersebut menyebabkan energi yang masuk ke kincir angin tidak dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu cara untuk memaksimalkan keluaran turbin angin adalah dengan mencari titik maksimum pada turbin angin tersebut. Tujuan yang harus dicapai pada proyek akhir ini adalah mampu mencari titik maksimum pada turbin angin, maximum power point tracking (MPPT) menggunakan algoritma perturbe dan observe (PO) dengan jenis beban resistor serta dapat menampilkan nilai arus dan tegangan pada serial monitor dan menyimpan nilai arus dan tegangan pada SD card. Dalam hasil pengujian pada alat ini menggunakan beban resistor 20 ohm didapatkan bahwa nilai tegangan maksimum yang terbaca sebesar 6.28v dan arus masimum 0.12A dengan daya maksimum sebesar 0.78 Watt.

Kata Kunci: MPPT, algoritma (Po), turbin angin

ABSTRACT

The electrical energy produced by wind power plants depends on the wind speed and the number of blades in the wind turbine. Both of these causes the wind turbine output power curve to be non-linear, because this non-linearity causes the energy that enters the windmill not to be fully utilized. One way to maximize wind turbine output is to find the maximum point on the wind turbine. The goal that must be achieved in this final project is to be able to find the maximum point on the wind turbine, maximum power point tracking (MPPT) using the perturbe and observe (PO) algorithm with the type of load resistor and be able to display the current and voltage values on the serial monitor and store the current values. and the voltage on the SD card. In the test results on this tool using a load resistor of 20 ohms, it was found that the maximum voltage value read was 6.28v and the maximum current was 0.12A with a maximum power of 0.78 Watt.

Keywords: MPPT, algoritma (PO), wind turbine

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia untuk digunakan secara terus menerus, semakin meningkatnya kebutuhan energi manusia terhadap penggunaan energi dan terbatasnya sumber energi tidak terbarukan yang ada (bahan bakar fosil), sehingga antara pasokan sumber energi dan kebutuhan tidak sebanding. Salah satu alternatif untuk mengatasi krisis energi tersebut adalah dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan, salah satu energi terbarukan yang dapat digunakan adalah energi angin.

Wind Turbine atau kincir angin merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengkonversi energi angin menjadi energi listrik. Dalam penggunaannya, daya yang terserap tidak digunakan sepenuhnya, karena setiap kecepatan angin memiliki daya maksimum yang berbeda-beda. Sehingga untuk mengoptimalkan daya yang terserap dari *Wind Turbine* perlu menggunakan *Maximum Power Point Tracking*.

Maximum Power Point Tracking merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mendapat nilai daya maksimum dari *wind turbine*. MPPT berbasis metode *Pertube & Observe* salah satu metode yang mudah diimplementasikan (Dwiyan Anugrah Ernadi, 2016) dimana algoritma *perturb* yaitu perubahan yang terjadi terhadap tegangan/ arus referensi, sedangkan *Observe* adalah perhitungan daya yang disebabkan oleh perubahan tegangannya (Utami, 2017).

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka penulis tertarik untuk membuat sebuah alat yang berjudul “**Maximum Power Point Tracking (MPPT) untuk Wind Turbine**”, dengan menggunakan metode *Perturb & Observe* sebagai algoritma dan *wind turbine* sebagai sumber energi listrik. Sehingga MPPT ini dapat memaksimalkan pengeluaran daya yang dihasilkan oleh *wind turbine*.

2. METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, sistem alat *Maximum Power Point Tracking* dengan menggunakan metode *Perturb and Observe* ini menggunakan sumber turbin angin, dimana untuk menemukan nilai daya maksimum pada turbin angin perlu dilakukan beberapa tahap pengujian, antara lain adalah pengujian komponen, pengujian sistem dengan algoritma *perturb and observe* dengan beban resistor variasi, pengujian turbin angin, dan pengujian *Maximum Power Point Tracking* menggunakan beban resistor.

Pada Keluaran turbin angin yang berupa tegangan (v) dan arus (i) yang berubah-ubah, kemudian dibaca oleh sensor tegangan dan arus INA219, hal tersebut dilakukan agar mendapatkan nilai variabel yang diperlukan untuk proses algoritma *perturb and observe*, selanjutnya akan diproses dan diolah oleh mikrokontroler ATmega 2560 sebagai kontroler, jika perbandingan variabel antara daya sekarang dan sebelumnya (*Observe*) belum menemukan nilai maksimumnya maka mikrokontroler memberikan sinyal *pulse width modulation* pada *Buck Boost Converter* sehingga dapat menaikkan dan menurunkan tegangan (*Perturb*), sampai menemukan nilai daya maksimumnya, jika belum mendapatkan nilai daya maksimumnya maka sistem akan looping yaitu pengulangan secara terus menerus dengan duty cycle dari 0-255. Data hasil pengolahan ditampilkan pada serial monitor dan data disimpan pada modul SD Card.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

➤ Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 1. Tabel pengujian sensor tegangan

Set Point (Volt)	Sensor Tegangan (Volt)	Multimeter (Volt)	Error (%)
1	1.20	1.22	1.6
2	2.03	2.04	1.02
3	3.12	3.08	0.42
4	4.02	4.0	0.49
5	5.06	5.08	0.39
6	6.04	6.08	0.66
7	7.06	7.03	0.42
8	8.09	8.03	0.74
9	9.05	9.02	0.33
10	10.4	10.6	1.92
11	11.07	11.12	0.45
12	12.08	12.01	0.57
13	13.10	13.06	0.31
14	14.09	14.03	0.43
15	15.11	15.05	0.40
16	16.14	16.06	0.50
17	17.14	17.03	0.64
18	18.10	18.02	0.44
19	19.08	19.03	0.26
20	20.24	20.18	0.30
21	21.35	21.26	0.42
22	22.12	22.03	0.45
23	23.14	23.04	0.43
24	24.09	24.03	0.24
25	25.03	24.98	0.21

Setelah melakukan pengujian sensor tegangan dan data yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa pembacaan tegangan pada sensor tegangan dapat digunakan dan berfungsi dengan baik dengan kalibrasi menggunakan multimeter, pada persentase eror dapat dilihat terjadi perbedaan sebesar 1.92 %, hal ini disebabkan karena pengaruh pada frekuensi yang tersedia oleh arduino sebesar 60Hz, sedangkan *switching frequency* pada *converter* XLSEMI 6019 sebesar 180KHz. dengan batasan pembacaan sensor tegangan yaitu sebesar 25 V.

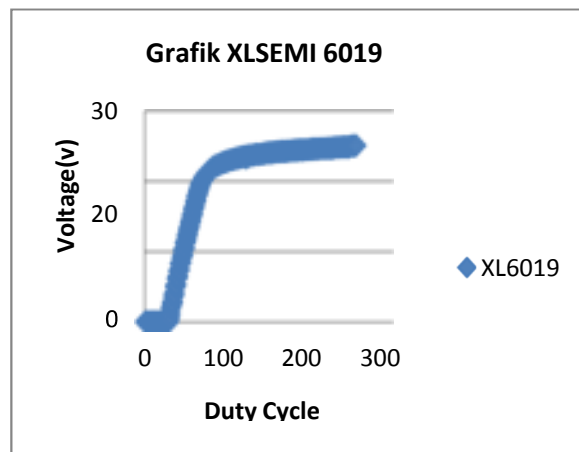
➤ **Pengujian Sensor arus INA 219**

Tabel 2. Pengujian sensor arus INA219

Set Point(Volt)	Pengukuran		
	Sensor Arus(mA)	Multimeter(mA)	Error(%)
1.09	0.70	0.68	2.85
2.07	2.07	2.10	1.4
3.14	2.80	2.78	0.71
4.92	4.30	4.37	1.6

Dari hasil data percobaan sensor arus INA219 diketahui bahwa pembacaan sensor arus tidak linier dengan tegangan *set point*, dapat dilihat dari persentase erornya, pada *set point* 1V, arus tidak terbaca sehingga kepresisian sensor arus akan bekerja sebagaimana semestinya apabila tegangan kerja memenuhi.

➤ **Pengujian *Buck Boost Converter* dan *Pulse Width Modulation***



Gambar 1. Grafik percobaan XLSEMI 6019

Dari percobaan pengujian *Buck Boost Converter* dengan sumber tegangan input sebesar 12 V, DC to DC Converter dapat menaikkan tegangan dari sumber sebesar 25 V dengan perubahan *duty cycle* dari *pulse width modulation* mikrokontroler sampai 255. nilai tegangan muncul pada *duty cycle* 30 yaitu sebesar 0.46V pada serial monitor dan pada pengukuran multimeter yaitu 0.40V.

➤ **Pengujian Turbin Angin**



Gambar 1. Grafik keluaran daya *wind turbine*

Berdasarkan pengujian *wind turbine* atau turbin angin tersebut dapat diketahui bahwa rpm didapatkan dari putaran rotor yang disebabkan oleh kecepatan angin, keluaran daya pada turbin dipengaruhi oleh kecepatan angin yang memutar turbin angin, sehingga daya maksimum yang dikeluarkan turbin angin berubah-ubah tergantung terhadap kecepatan angin yang memutar turbin angin.

➤ **Pengujian Algoritma *Perturb and Observe* dengan beban resistor 1K Ohm, 200 Ohm, dan 50 Ohm**



Gambar 2. Grafik pengujian algoritma menggunakan beban resistor 1K Ohm



Gambar 3. Grafik pengujian algoritma menggunakan beban resistor 200 Ohm



Gambar 4. Grafik pengujian algoritma menggunakan beban resistor 50 Ohm

Dari hasil data percobaan pada sistem algoritma *perturb and observe* dengan beban resistor 1K Ohm, 200 Ohm, dan 50 Ohm, pengujian menggunakan *power supply* 12V. Pada pengujian terhadap beban resistor variasi tersebut dapat diketahui bahwa pengaruh penggunaan beban resistor variasi tersebut tidak mendapatkan titik nilai daya maksimumnya, hal ini disebabkan karena daya *wind turbine* melebihi daya yang dibutuhkan beban.

- Pengujian *Maximum Power Point Tracking* terhadap turbin angin



Gambar 5. Pengujian *Maximum Power Point Tracking* dengan beban 20 Ohm

Berdasarkan grafik yang didapat menggunakan resistor 20 Ohm, dengan duty cycle dari 0-255, dapat disimpulkan bahwa nilai daya maksimum adalah pada duty cycle 213 yaitu sebesar 6,28V dengan nilai dari tampilan serial monitor, nilai daya beban dapat dihitung dengan persamaan $P = \frac{V^2}{R}$, sehingga didapatkan nilai daya yang dihasilkan sebesar sebesar 31,25 watt. Pada grafik menggunakan turbin angin, hasil gelombang grafik yang didapatkan tidak sebagus menggunakan *solar panel*, hal ini terjadi karena karakteristik pada turbin angin itu sendiri dinamis dimana *step up* dan *step down* tegangannya berubah dengan cepat, tergantung dengan kecepatan angin yang melewati turbin.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sensor tegangan, sensor arus INA219, *pulse width modulation* menggunakan arduino melalui *DC to DC Converter*, mampu bekerja sesuai dengan fungsinya, dan algoritma *perturb and observe* bekerja sesuai dengan sistem dalam memproses inputan. Serta alat dapat mentracking dan mengontrol output daya Serta mampu menghasilkan daya sesuai dengan kebutuhan beban resistor variasi yang digunakan.
2. Pada pengujian menggunakan sumber turbin angin dengan MPPT beban 20 Ohm didapatkan nilai daya maksimum pada keluaran turbin angin sebesar 0,78 Watt, tegangan maksimum sebesar 6,28 V dan arus maksimum sebesar 0,12 A. Dan alat "*Maximum Power Point Tracking* untuk *Wind Turbine* ini mampu menemukan titik nilai optimum dari turbin angin dan mampu menyimpan data hasil percobaan pada modul SD card, sehingga data dapat disimpan dan digunakan kembali.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya kepada Ibu Selvi Desa Nelayan, Bangka dan rekan kerja yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini terkait pembuatan kontruksi dan pengambilan data turbin angin.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiyani Anugrah Ernadi, M. P. (2016). Desain Maximum Power Point Tracking untuk Turbin Angin Menggunakan Modified Perturb & Observe (P&O) Berdasarkan Prediksi Kecepatan Angin. *Jurnal Teknik ITS*, 265-271.
- Fortuna, D. M., & Alamsyah, N. (2020). *Maximum Power Point Tracking untuk Solar Panel*. Sungailiat: Polman Babel.
- Utami, S. (2017). Implementasi Algoritma Perturb and Observe untuk Mengoptimasi Daya Keluaran Solar Cell Menggunakan MPPT. *Jurnal INFOTEL Informatika -Telekomunikasi -Elektronika*, 92-99.



PENGARUH PARAMETER PROSES 3D PRINTING
MENGUNAKAN FILAMEN ESUN PLA + MENGGUNAKAN
METODE TAGUCHI

Berlian Adinata¹, Hasdiansah², Zaldy Sirwansyah Suzen³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
berlianadinata31.ba@gmail.com

ABSTRAK

Kehadiran 3D printing menjawab segala kebutuhan desainer untuk mencetak sebuah desain secara digital menjadi sebuah produk. 3D printing adalah proses pembuatan sebuah objek dengan meletakkan lapisan tipis secara berurutan terbentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dalam penelitian ini dikaji tentang pengaruh Pengaruh Proses 3D Printing Menggunakan Filament ESUN PLA+, Menggunakan Metode Taguchi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah : Eksperimen, pada tahap ini akan dilakukan proses pencetakan berdasarkan parameter proses yang akan di uji dengan aturan taguchi L25. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari uji kekasaran berdasarkan parameter pada proses 3D Printing. Pada hasil pengujian bagian samping spesimen, dari 6 faktor yang diuji (layer thickness, printing speed, temperatur nozzle, Type Infill, flowrate & cooling speed) dengan 5 level untuk setiap faktor akan tetapi pengaruh dari faktor tersebut tidak signifikan. Pada hasil pengujian bagian atas spesimen, dari 6 faktor yang diuji (layer thickness, printing speed, temperatur nozzle, Type Infill, flowrate & cooling speed) dengan 5 level untuk se-tiap faktor dimana terdapat pengaruh kekasaran terhadap faktor tersebut, ternyata faktor (layer thickness, Type Infill & Cooling Speed) memberikan pengaruh yang paling besar terhadap kekasaran material ESUN PLA+.

Kata Kunci : 3D printing, ESUN PLA+, Taguchi.

ABSTRACT

The presence of 3D printing answers all the needs of designers to digitally print a design into a product. 3D printing is the process of making an object by placing a thin layer sequentially formed according to the desired shape. This research examines the effect of the 3D Printing Process Using ESUN PLA+ Filament, Using the Taguchi Method. The methods used in this research are: Experiment, at this stage the printing process will be carried out based on the process parameters that will be tested with the Taguchi L25 rule. This study aims to determine the results of the roughness test based on the parameters in the 3D Printing process. In the test results on the side of the specimen, of the 6 factors tested (layer thickness,

printing speed, nozzle temperature, Type Infill, flowrate & cooling speed) with 5 levels for each factor, the effect of these factors is not significant. In the test results on the top of the specimen, of the 6 tested factors (layer thickness, printing speed, nozzle temperature, Type Infill, flowrate & cooling speed) with 5 levels for each factor where there is an influence of roughness on these factors, it turns out that the factor (layer thickness, Type Infill & Cooling Speed) have the greatest influence on the roughness of the ESUN PLA+ material.

Kata Kunci : 3D printing, ESUN PLA+, Taguchi.

1. PENDAHULUAN

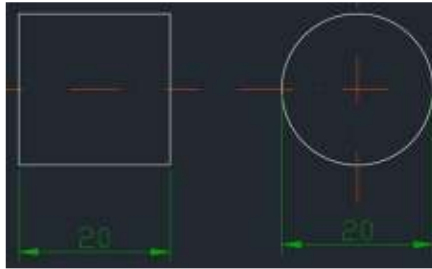
Teknologi *3D Printing* memiliki masa depan yang cerah, dan masih terus berkembang menjadi teknologi yang bersifat support bagi bidang lain yang mendukung pekerja untuk membantu pekerjaan karena dapat mewujudkan inspirasi kedalam bentuk nyata. Kehadiran *3D printing* menjawab segala kebutuhan desainer untuk mencetak sebuah desain secara digital menjadi sebuah produk. *3D printing* adalah proses pembuatan sebuah objek dengan meletakkan lapisan tipis secara berurutan terbentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan bahan filamen Esun PLA + karena proses pencetakan relatif lebih cepat, memungkinkan pembuatan komponen dengan resolusi yang tinggi, aroma yang menyenangkan serta deformasi lengkung yang rendah dan kualitas bagian printed yang sangat baik dengan formula (C3HO). Menurut Sugiantoro dkk., (2014), kualitas barang produksi yang dianggap baik biasanya ditandai dengan kualitas permukaan komponen yang baik. Kekasaran permukaan objek mempengaruhi performa, estetika produk dan mencerminkan build quality yang baik. Tingkat kekasaran permukaan secara signifikan mempengaruhi kualitas produk hasil cetakan 3D printer.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti akan mengkaji tentang *3D Printing* terhadap hasil dari pengujian kekasaran pada material PLA+. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari uji kekasaran berdasarkan parameter pada proses *3D Printing*. Untuk menambah ilmu bagi setiap pembaca, tentu-tama dalam dunia Teknik mesin yang berkaitan dengan pemilihan suatu bahan filament dan uji kekasaran. Sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya, dan bisa menambahkan ide-ide yang lain. Agar lebih mudah dalam mendalami dan memahami tentang filament PLA+ serta pengujiannya.

2. METODE

Objek penelitian dilakukan pada mesin 3D printing area XYZ dengan dimensi 300 mm x 300 mm x 350 mm dengan menggunakan nozzle berukuran 0,4 mm. Material yang digunakan filament PLA + dengan diameter 1,75mm. Desain objek dibuat menggunakan software autocad 2020 dengan bentuk dan dimensi berdasarkan spesimen uji. Dengan ukuran pada spesimen uji berbentuk persegi dengan ukuran 10 mm x 20 mm x 20 mm dan spesimen uji bentuk lingkaran dengan ukuran 10 mm x Ø20.



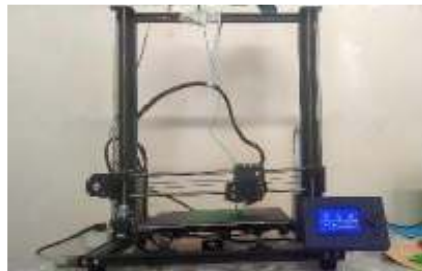
Gambar 1.1 Dimensi dan Bentuk Spesimen Uji

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Eksperimen, pada tahap ini akan dilakukan proses pencetakan berdasarkan parameter proses yang akan di uji dengan aturan taguchi L25.

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mesin 3D printing DIY model Prusa dengan Printing Area XYZ 300 mm x 300 mm x 350 mm.



Gambar 1.2 Mesin 3D Printing DIY Model Prusa

- Material plastik jenis ESSUN PLA+ dengan diameter 1,75 mm.
- Laptop dengan spesifikasi modelling merk HP 1000. Digunakan untuk melakukan proses desain 3D objek cetak, selain itu digunakan untuk menjalankan software yang digunakan dalam penelitian ini.
- Surface roughness



Gambar 1.3 Surface Roughness Tester

- Software ideameker 3.6.1, digunakan untuk G-Code pada mesin 3D Printing.
- Software analisis minitab17.
- V blok



Gambar 1.4 V Blok

- Holder.



Gambar 1.5 Holder

Akan dilakukan penentuan parameter proses ce- takseperti *Layer thickness*, *Nozzle temperature*, *Printing speed*, *Cooling speed*, *flowrate*, *Type infill*.

Rumusan Parameter

No	Parameter Proses	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
1	<i>Layer thickness</i>	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
2	<i>Nozzle temperatur</i>	205	210	215	220	225
3	<i>Printing speed</i>	35	40	45	50	55
4	<i>Cooling speed</i>	20	40	60	80	100
5	<i>Flowrate</i>	95	100	105	110	115
6	<i>Type infill</i>	<i>Cubic</i>	<i>Gyroid</i>	<i>Concentric</i>	<i>Honeycomb</i>	<i>Triangles</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Data Hasil Percobaan

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara mengkombinasikan parameter-parameter proses yang terdapat pada mesin 3D printing. Adapun parameter-parameter proses yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah Layer thickness, Nozzle temperature, Printing speed, Cooling speed, flowrate, Type infill.

Pada tahap ini setelah melakukan pengujian, maka langkah berikutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan desain eksperimen metode taguchi dengan menggunakan software minitab untuk memperoleh faktor pelaksanaan pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan langkah- langkah sebagai berikut :

Pengukuran kekasaran spesiment uji

Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dilakukan dengan menggunakan portable surface roughness tester SJ201 merk mitutoyo dan hasilnya ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut :

1. Pengukuran kekasaran spesiment uji

Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dilakukan dengan menggunakan portable surface roughness tester SJ201 merk mitutoyo dan hasilnya

Tabel 4.2 Rata – Rata

Level	LAYER THICKNESS	NOZEL TEMPERA- TURE	PRINTING SPEED	COOLOING SPEED	FLOWRATE	TYPE INFILL
1	14,30	14,85	15,11	14,81	14,32	15,11
2	14,19	15,24	14,60	14,90	14,67	14,34
3	15,45	14,63	15,35	14,86	14,56	14,43
4	15,01	14,95	14,69	15,05	15,64	15,95
5	15,79	15,05	14,98	15,10	15,54	14,90
Delta	1,59	0,61	0,74	0,29	1,32	1,62
Rank	2	5	4	6	3	1

Sumber : Software Minitab

Dari respon rata - rata tiap faktor dapat dilihat urutan – urutan pengaruh dari tiap faktor mulai yang terkecil sampai yang besar. Dari respon rata – rata tiap faktor dipilih mulai yang terkecil sesuai dengan karakteristik smaller the better.

Dari gambar grafik dan tabel respon untuk rata – rata (mean) memperlihatkan urutan faktor yang memiliki pengaruh terbesar hingga terkecil terhadap karakteristik kekasaran yaitu layer thickness (0,18), flowrate (95), temperatur nozzle (215), printing speed (40), cooling speed (20) dan type infill (Gyroid) Perhitungan rata – rata S/N

Perhitungan rasio S/N merupakan rancangan yang digunakan untuk memilih faktor yang berkontribusi terhadap pengurangan respon kekasaran permukaan yang mentransformasikan data ke dalam suatu nilai ukuran variasi yang timbul. Nilai rasio S/N tergantung pada jenis karakteristik kualitas dari masing-masing respon. Perhitungan rasio S/N pada penelitian ini digunakan untuk respon kekasaran permukaan dengan karakteristik kualitas semakin kecil, semakin

baik (Small is Better).

Hasil dari perhitungan analisis variansi terhadap rasio S/N dapat dilihat pada tabel berikut :

Sumber	V	SS	MS	F
<i>Layer Thickness</i>	4	9,82	2,45	129,96
<i>Printing Speed</i>	4	2,11	0,527	2,34
<i>Temperatur Nozzle</i>	4	4,65	1,16	2,31
<i>Type Infill</i>	4	4,03	1,07	3,03
<i>Flowrate</i>	4	10,25	2,56	6
<i>Cooling Speed</i>	4	7,76	7,76	1,56
Error	0	0,32	-	
Total	24	46,79		

Dari data diatas dapat dilihat bahwa nilai F-Test dari parameter layer thickness, flowrate dan type infill memiliki pengaruh yang signifikan dikarenakan nilai F-Test lebih besar dibandingkan dengan nilai F-Tabel terhadap kekasaran permukaan yang berarti H_0 ditolak. Sedangkan nilai F-Test dari parameter printing speed, temperatur nozzle dan cooling speed tidak memiliki pengaruh yang signifikan dikarenakan nilai F-Test lebih kecil dibandingkan nilai F-Tabel yang berarti H_0 diterima.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah di lakukan dari penelitian yang berjudul “Pengaruh Proses *3D Printing* Menggunakan *Filament ESUN PLA+*, Menggunakan Metode *Taguchi*” dapat di am- bil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hasil pengujian bagian samping spesimen, dari 6 faktor yang diuji (layer thickness, printing speed, temperatur nozzle, Type Infill, flowrate & cooling speed) dengan 5 level untuk setiap faktor akan teta- pi pengaruh dari faktor tersebut tidak signifikan.
2. Pada hasil pengujian bagian atas spesimen, dari 6 faktor yang diuji (layer thick- ness, printing speed, temperatur nozzle, Type Infill, flowrate & cooling speed) dengan 5 level untuk setiap faktor dimana terdapat pengaruh kekasaran terhadap faktor terse- but, ternyata faktor (layer thickness, Type Infill & Cooling Speed) memberikan pengaruh yang paling besar terhadap kekasaran material ESUN PLA+.

DAFTAR PUSTAKA

- Agris Septiawan , (2017). Pengaruh Parameter Proses Ektrusi 3D Printer Terhadap Sifat Mekanis Cetak Komponen Ber-bahan Filamen PLA. Halaman 21-22.
- A, ArisSetiawan .B ,WiroKurniawan . N ,Arumsari . Optimasi Parameter 3D Printing Terhadap Keakuratan Dimensidan Kekasaran Permukaan Produk Menggunakan Metode Taguchi Grey Relational Analysis .e-ISSN No. 2654-8631 Halaman 165-168.
- Carneiro, O. S,Silva, A. F .and Gomes , R.(2015). Fused Deposition Modelling with Polyproylene. Journals of Material and Design,83,768-776.
- Fefe .YopiY ,Yantono .Juliana ,Anggono . 2017. Optimasi Respon Kekuatan Flexural Spesimen Produk Fused Deposition Modelling Dengan Metode Taguchi Halaman1-5.
- Hakim, R., Saputra, I., Utama, G. & Setyoadi, Y., 2019. Pengaruh Temperatur Nozzle dan Base Plate Pada Material PLA Terhadap Nilai Masa Jenis dan Kekerasan permukaan Produk Pada Mesin Leapfrog Creator 3D Printer. Teknologi dan Riset Terapan (JATRA), Volume 1, pp. 1-8.
- Karuniawan, B., Rachman, F. & Setiawan, A., 2019. Optimasi Parameter Mesin Fused Deposition Modelling (FDM) Terhadap Kekerasan Permukaan Produk Menggunakan Metode Taguchi. Tech- no Bahari, Volume 6, pp. 23-28.