

P.ISSN : 2502-2040  
E.ISSN : 2581-0138

# MACHINE

## JURNAL TEKNIK MESIN

Vol. 9 No. 2 Oktober 2023

Jurnal  
Teknik Mesin

Vol. 9

No. 2

Hal

Oktober 2023

P.ISSN : 2502-2040  
E.ISSN : 2581-0138

TERKAREDITASI BERDASARKAN KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI REPUBLIK INDONESIA NO. NOMOR 21/E/KPT/2018 TENTANG PERINGKAT AKREDITASI JURNAL ILMIAH PERIODE I TAHUN 2018



Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Bangka Belitung

#### SUSUNAN DEWAN REDAKSI

Redaktur:

Saparin, S.T., M.Si.

Editor:

Ir. Yudi Setiawan, S.T., M.Eng.

Suhdi, S.S.T., M.T., Ph.D.

Rodiawan, S.T., M.Eng. Prac.

Dr. Franto, S.T., M.Si.

Ir. Eka Sari Wijianti, S.Pd., M.T.

Jeri Arikisa, S.Pd., M.T.

Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.

Abdul Gafur, S.Si., M.T.

Mitra Bestari:

Dr. Dani Harmanto (University of Derby),

Scopus ID: 55159740800

Ts. Dr. Nur Rashid bin Mat Nuri (UTeM)

Scopus ID: 55203041500

Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T.(Untirta)

Scopus ID: 57193687510

Sinta ID: 260315

Dr. Ir. Erwin Siahaan, M.Si. (Untar)

Scopus ID: 57199235178

Sinta ID: 5990421

Hadi Wahyudi, S.T., M.T., Ph.D. (Untirta)

Scopus ID: 55803690600

Sinta ID: 260203

Dr. Yanuar Burhanuddin, M.T. (Unila)

Scopus ID: 23391898600

Dr. Sukanto, S.ST., M.Eng.(Polman Babel)

Scopus ID: 57208470145

Dr. Ridho Irwansyah, S.T., M.T. (UI)

Scopus ID: 55006023800

Teguh Dwi Widodo, S.T., M.Eng., Ph.D. (UB)

Scopus ID: 56258446700

Dr. Jamiatul Akmal, S.T., M.T. (Unila)

Scopus ID: 57210989465

Firlya Rosa, S.ST., M.T (UBB)

Scopus ID: 57212376084

Sekretariat:

Nia Erawati, S.I.Pust.

Laman Jurnal:

<http://journal.ubb.ac.id/index.php/machine>

Alamat Redaksi:

Gedung Babel IV

Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknik  
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung

Balunijuk, Kabupaten Bangka Prov. Bangka  
Belitung

Laman : [mesin.ubb.ac.id](http://mesin.ubb.ac.id)

Email : [teknikmesinunivbabel@gmail.com](mailto:teknikmesinunivbabel@gmail.com)

#### PENGANTAR EDITOR

Machine; Jurnal Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung diterbitkan sebagai media untuk menampung tulisan-tulisan hasil dari penelitian dosen maupun mahasiswa di bidang Teknik Mesin.

Melalui jurnal ini, tim redaksi mengundang para peneliti di bidang teknik mesin untuk berpartisipasi secara aktif untuk mempublikasikan hasil penelitiannya.

Diharapkan tulisan-tulisan di jurnal ini dapat menjadi referensi bagi peneliti-peneliti di masa yang akan datang.

Tim Redaksi

Machine; Jurnal Teknik Mesin

## DAFTAR ISI

<b>STUDY THERMAL OF COMPRESSOR POWER REDUCTION ON USING SOLID DRY PAD PRE-AIR COOLING SYSTEM</b>	<b>1</b>
I Gede Teddy Prananda Surya <sup>1</sup> , Hendra Wijaksana <sup>2</sup>	1
<b>PENGARUH PARAMETER PENGELASAN TERHADAP HASIL UJI BENDING DENGAN STANDAR AWS PADA BAJA ASTM A36</b>	<b>5</b>
Rika Veronika <sup>1</sup> , Hamid Abdillah <sup>2</sup> , Ma'mun Hidayat <sup>3</sup> , Irwan Kalam Nainggolan <sup>4</sup>	5
<b>RANCANG BANGUN DATA <i>LOGGER</i> TERMOKOPEL BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 SKALA LABORATORIUM</b>	<b>15</b>
Rustam Efendi*, Darwin, Bahdin Ahad Badia, Arjal Tando, Herlina, Welly Liku Padang	15
<b>RANCANG BANGUN ALAT SETTING <i>ALIGNMENT</i> RODA GIGI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI LABORATORIUM PERBAIKAN DAN PEMELIHARAAN MESIN</b>	<b>20</b>
Kadriadi <sup>1</sup> , Yudi Siswanto <sup>1</sup> , Kadex Widhy Wirakusuma <sup>1</sup> , Muhammad Alfian <sup>1</sup> , Angga Bahri Pratama <sup>2*</sup> , Jandri Fan HT Saragi <sup>3</sup> , Jeri Arikisa <sup>4</sup>	20
<b>PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TOREFAKSI TERHADAP KARAKTERISTIK DAN NILAI KALOR DARI PRODUK BRIKET ARANG ECENG GONDOK</b>	<b>25</b>
M. Zainul Aris <sup>1</sup> Yasir Amani <sup>1</sup>	25
<b>MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI SUSU KEMASAN KALENG MELALUI PERANCANGAN MESIN <i>PALLETIZING</i></b>	<b>31</b>
Dadan Heryada Wigenaputra <sup>1</sup> , Ade Ramdan <sup>2</sup> , Fajar Akbar <sup>3</sup>	31
<b>ANALISA PERAWATAN INTAKE PUMP DENGAN MENGGUNAKAN METODE RISK BASED MAINTENANCE (RBM)</b>	<b>38</b>
Rizky Brilliant Yuliandi <sup>1</sup> , Ozkar F. Homzah <sup>1*</sup> , Ella Sundari <sup>1</sup> , Femi Permata Sari <sup>2</sup>	38
<b>VARIASI SUDUT POTONG DAN KECEPATAN POTONG TERHADAP LAJU PEMAKANAN MATERIAL SCM 440</b>	<b>45</b>
Arianda Pratama <sup>1</sup> , Zaldy Kurniawan <sup>2</sup> , Husman <sup>3</sup> , Ilham Ary Wahyudie <sup>4</sup>	45
<b>PENGEMBANGAN MESIN PEMISAH KULIT POLONG KACANG HIJAU UNTUK PENINGKATAN KAPASITAS DAN EFISIENSI PEMISAHAN BIJI</b>	<b>51</b>
Ahmad Nurul Muttaqin <sup>1</sup> , Uswatul Hasanah Mihdar <sup>1</sup> , Arfandy <sup>1</sup>	51
<b>PENGARUH PERLAKUAN SERAT SABUK KELAPA (SSK) TERHADAP MORFOLOGI DAN SIFAT AKUSTIK KOMPOSIT BERPENGUAT SSK</b>	<b>58</b>
Mukhlis Muslimin <sup>1</sup> , Kifli Umar <sup>1</sup> , Ahmad Seng <sup>1</sup> , Kadri Daud <sup>1</sup> , Samsul Bahri LM <sup>1</sup>	58

## STUDY THERMAL OF COMPRESSOR POWER REDUCTION ON USING SOLID DRY PAD PRE-AIR COOLING SYSTEM

I Gede Teddy Prananda Surya<sup>1</sup>, Hendra Wijaksana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Mechanical Engineering Study Program, Udayana University, Bali, Indonesia

Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali

Email: [teddyps@ymail.com](mailto:teddyps@ymail.com)

### **Abstract**

*The aim of the research is uses of compressor based air conditioning system has rapidly increased the consumption of fossil fuel energy resources and the degradation of environment quality. Massive study has been done worldwide to reduce energy consumption for compressor based air conditioning (AC) system. This study is subjected to investigate the use of solid dry pad as pre-air cooling for AC system. In this study, solid dry pad would be placed in the evaporator and condenser inlet air side. This placement was objected to give a pre-cooling effect for evaporator and condenser inlet air, so then the compressor could be operated with a lower power consumption. The experiment would be carried out within three level air mass flowrate of 0.293 kg/s; 0.319 kg/s; and 0.359 kg/s, for air velocity of 2.2; 2.4; and 2.7 m/s respectively, the cooling cabin is set into 30°C using a heater as a cooling load. As a results, it could be revealed that at the highest air mass flowrate of 0.359 kg/s, it could achieved the lowest compressor power consumption of 0.44 kW, within a higher cooling capacity of 2.625 kW, a higher condenser heat rejection of 3.622 kW and also higher COP of 5.9. Referring to those results, it can be concluded that when employing solid dry pad pre-air cooling for evaporator and condenser AC system, it could reduced compressor power consumption by 12.2%; 21.9% and 20% for air velocity of 2.2; 2.4; and 2.7 m/s respectively.*

**Key words:** *solid dry pad, pre-air cooling, compressor power reduction.*

## BACKGROUND

The aim of the research is uses of compressor based air conditioning (AC) system has been caused a massive fossil fuel energy input required and also it could severe the environment damages. Many effort has been conducted to develop method in minimizing the use of fossil fuel energy input for AC system. Tay Cher Seng and Thazin Soe, (2017) has been developed study in the application of passive displacement ventilation (PDV) which distributes cooled air into the room without using mechanical fan, as typically fan would consumed 15% of total energy used in a building. As a result the PDV system can reduce energy consumption from air side equipment from 0.25 kW/RT to 0.00 kW/RT.[1]. X. Cui et.al.(2017) has been develop a study to introduce an air treatment system (ATS) for reducing energy consumption for AC system and improving indoor air quality. The ATS system could lowering outdoor air intake rate in turn would reduced cooling load. As a results, the ATS could reduce total energy required from 52.18 W/m<sup>2</sup> to 41.26 W/m<sup>2</sup> by adjusting air intake rate from 10 L/s per person to 4 L/s per person.[2]. Wei-Han Chen et.al.,(2018) has investigated the uses of an energy saving device (ESD) on the split –type air conditioning (SAC) system. This ESD was equipped by several absorber component that can absorb and distribute expelled condensate for evaporative cooling the compressor. The ESD system has been proving that it could obtain the compressor shell temperature, high-side pressure, and power consumption for SAC system of 15.1°C, 2.7% and 9.2% lower than those without the ESD system.[3]. Dae Kyu Lim et.al.,(2018) has develop study on the application of an evaporator pressure control reading (EPCR) compare to the current evaporator outlet pressure reading (EPCP) for air conditioning system. It has been found that after 100 min operation, EPCP system under sensible heat load of 3 kW, dry bulb temperature of 23.2°C and relative humidity of 51%, while EPCR system within the same dry bulb temperature and relative humidity of 58.9%. As a results, it found that the average power consumption of 2500 W for EPCP and 1850 W for EPCR.[4]. Jun Mei et.al.,(2018) has investigate a control method for direct expansion air conditioning system that control thermal comfort and indoor air quality and simultaneously reduce energy consumption and cost. It conclude that the control system could reduce power consumption about 31.38% and for cost about 33.85%.[5] Furthermore Weihua et.al.,(2017) investigated the influence of a pipe-planted cooling system with ventilation, in which the pipe-

embedded cooling system were integrated with ground source heat exchanger (GSHX). The results showed that the pipe-embedded cooling system has been obtained 80% energy saving, while the mechanical ventilation alone has reached 48% energy saving. This combination cooling system has provided an additional increase of 13% energy saving in hot summer and warm winter region. [6]. Refer to those study, there were various method to reduce power consumption on air conditioning system. This purposed work would investigate the uses of dry ice based solid dry pad which is placed in the inlet side of evaporator and condenser as a pre-air cooling system. This placement was aimed to provide a pre-cooling process for the room air that would pass through to the evaporator and provide air pre-cooling for the condenser to release heat into the surrounding. The air pre-cooling process before evaporator and condenser is expected to lighten the cooling load of evaporator and reject more heat in condenser, in turn it would reduce the compressor power consumption. The compressor power consumption can be lowered as some amount of the evaporator cooling load has been taken over by the solid dry pad. This would lowering compressor work as it only provide a less refrigerant mass flow rate and a slightly higher refrigerant temperature into the evaporator than as it should be, when the solid dry pad were not installed.

## MATERIAL DAN METHOD

### Material

This experiment was equipped by an air conditioning unit, isolated air channel, two solid dry pad unit. Two solid dry pad is made of 20 cube pipes each, in staggered and in-line arrangement, and it is fully filled with local dry ice. The geometric size of solid dry pad was 40 mm x 40 mm x 380 mm (length x width x height). Some digital thermocouple was placed in inlet and outlet side of evaporator and condenser respectively. A conditioned cabin 200 cm x 120 cm x 120 cm size was set up on 30°C using a heater as a cooling load. It is used a mechanical fan within three air velocity level of 2.2 m/s, 2.4 m/s and 2.7 m/s for air circulation between cabin and evaporator. A clamp meter was used to measure the input electric current of compressor.

### Method

#### 1. *Experimental Set Up and Procedures*

The experiment was set up in three air velocity level of 2.2 m/s, 2.4 m/s, 2.7 m/s. The

conditioned cabin air temperature was adjusted on 30°C.

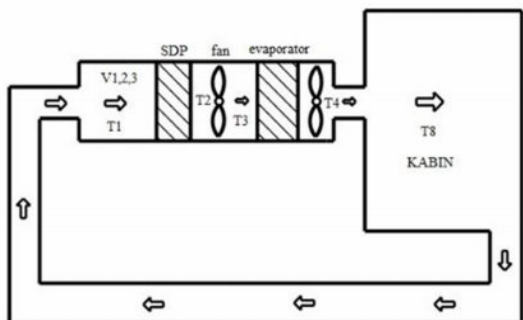


Figure 1. Experiment Schematic Diagram

As it can be seen from Fig.1, the air is forced circulated from conditioned cabin to the evaporator using mechanical fan. The air would pass through the solid dry pad first for pre-cooling before it come to the evaporator for another cooling process and flowing to the conditioned cabin. The experiment would be conducted in two repetition for each air velocity level of 2.2 m/s, 2.4 m/s and 2.7 m/s, and the air temperature would be recorded every 15 minutes for one hour time, as T1 solid dry pad inlet air temperature, T2 mechanical fan inlet air temperature, T3 and T4 evaporator inlet and outlet air temperature respectively, T8 is conditioned cabin air temperature. Along with the temperature measurement, the input electric current for the compressor is measured as well.

2. Experiment Formula

As it required to determine the compressor power reduction, it would then to be used the formula as follow

$$P=V.I.....(1)$$

Where P denotes compressor power consumption (Watt), V is the existing electric voltage (Volt) and I is input electric current of compressor (Ampere).

RESULT

After the assessment, it would then to be resulted data for the experiment with and without solid dry pad (SDP) as follow:

Air Velocity (m/s)	Electric Current Average (Ampere)
2.2 m/s	2.55

2.4 m/s	2.50
2.7 m/s	2.40

Table 2 Compressor electric current with SDP

Air Velocity (m/s)	Electric Current Average (Ampere)
2.2 m/s	2.275
2.4 m/s	2.125
2.7 m/s	2.000

Those compressor electric current data is taken at 220 V electric voltage. It represent the average compressor electric current for three air velocity level of 2.2 m/s, 2.4 m/s, and 2.7 m/s, which is recorded every 15 minutes in 60 minutes assessment time.

DISCUSSION

As a result, it could be developed the relation graphic between compressor power consumption and air velocity without/with Solid Dry Pad as it showed in Fig.1.

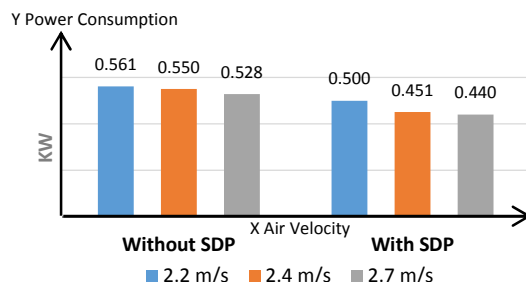


Figure 1. Relation Graphic Between Compressor Power Consumption and Air Velocity without and with Solid Dry Pad

Referred to the Fig.1, it could be explained that at condition without SDP the highest power consumption of 0.561 kW has been occurred at the lowest air velocity of 2.2 m/s, as same as with the SDP, the highest power consumption of 0.50 kW has been reached at 2.2 m/s air velocity. This described that there would be a higher compressor power consumption on the lower air velocity either for the system without or with SDP. This was occurred due to at the lower air velocity, the SDP has a lower pre-cooling capacity by then it only absorbed less heat and more heat should be absorbed by the evaporator. The higher the cooling load of the evaporator, the higher the compressor power consumption. On the other hand, generally it can be showed that the use of the SDP on the condition without SDP would

consumed more energy input for compressor compared to that with SDP. Furthermore the average of compressor power reduction can be obtained by installing the SDP is about 18%.

## **CONCLUSSION**

It can be concluded that within the use of solid dry pad, the higher air velocity would result a higher reduction of compressor power consumption and in average it can reduce the compressor power consumption about 18%.

## **REFERENCES**

- [1] Tay Cher Seng and Thazin Soe, (2017). Getting nature to help in energy efficiency of the air conditioning system, *Energy Procedia* 143 (2017) 230-236.
- [2] X.Cui, B.Mohan, M.R. Islam, S.K. Chou and K.J. Chua, (2017). Investigation on a combined air treatment process for air-conditioning system, *Energy Procedia* 142 (2017) 1874-1879.
- [3] Wei-Han Chen, Huai-En Mo, Tung-Ping Teng, (2018). Performance improvement of a split air conditioner by using energy saving device, *Energy Building*, DOI : 10.1016/j.enbuild.2018.06.05.
- [4] Dae Kyu Lim, Byoung Ha Ahn, Ji Hwan Jeong, (2018). Method to control an air conditioning by directly measuring the relative humidity of indoor air to improve the comfort and energy efficiency, *Applied Energy* 215 (2018) 290-299.
- [5] Jun Mei, Xiaohua Xia, Mengjie Song, (2018). An autonomous hierarchical control for improving indoor comfort and energy efficiency of a direct expansion air conditioning system, *Applied Energy* 221 (2018) 450-463.

## PENGARUH PARAMETER PENGELASAN TERHADAP HASIL UJI BENDING DENGAN STANDAR AWS PADA BAJA ASTM A36

Rika Veronika<sup>1</sup>, Hamid Abdillah<sup>2</sup>, Ma'mun Hidayat<sup>3</sup>, Irwan Kalam Nainggolan<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten, 42117

<sup>3,4</sup> Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas Serang

Jl. Raya Pandeglang No.Km.3, Karundang, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten

Email : [rikaveronika35@gmail.com](mailto:rikaveronika35@gmail.com)

### Abstrak

Pada *era modern* ini teknologi berjalan dengan pesatnya, tidak terkecuali dengan teknik pengelasan. Pada proses pengelasan ini, seorang *welder* memiliki buku panduan yang dinamakan dengan WPS (*Welding Procedure Specification*). Peran WPS dalam pengelasan ini sangatlah penting, hal tersebut dikarenakan WPS dibuat untuk mencapai hasil pengelasan yang baik dan sesuai dengan apa yang diinginkan. Oleh sebab itu, penelitian perihal kesesuaian WPS dengan hasil pengelasan ini dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) posisi 1G serta proses uji yang dilakukan dengan uji bending. Proses uji bending ini dilakukan untuk mengetahui apakah WPS yang digunakan sudah sesuai dengan hasil yang diinginkan atau belum sesuai. Pada hasil uji bending yang sudah dilakukan dengan percobaan pengelasan sebanyak dua kali, maka didapatkan hasil uji bending sebesar  $3,528 \text{ kN/mm}^2$ . Pada proses pengelasan ini diperoleh hasil yang lebih optimal dengan menggunakan parameter ampere 94A – 106A dan tegangan 23 V – 25 V. Pada proses ini tidak ditemukan cacat las visual sehingga WPS ini dapat digunakan oleh peserta pelatihan.

**Kata kunci :** WPS, GMAW dan Uji Bending.

### Abstract

*In this modern era, technology is progressing rapidly, including welding techniques. In this welding process, a welder has a manual called WPS (Welding Procedure Specification). The role of WPS in welding is very important, this is because WPS is made to achieve good welding results and according to what is desired. Therefore, research regarding the suitability of WPS with welding results was carried out. This study uses an experimental method by performing GMAW (Gas Metal Arc Welding) welding in the 1G position and the test process is carried out with a bending test. This bending test process is carried out to find out whether the WPS used is in accordance with the desired results or not. In the bending test results that have been carried out by welding experiments twice, the bending test results are  $3.528 \text{ kN/mm}^2$ . In this welding process, more optimal results were obtained using the amperage parameters of 94A – 106A and a voltage of 23 V – 25 V. In this process no visual welding defects were found so that this WPS could be used by trainees.*

**Keywords :** WPS, GMAW and Bending Test.

### PENDAHULUAN

Ilmu Zaman modern ini teknologi berjalan begitu cepat, hal tersebut dibuktikan dengan

banyaknya produksi pembuatan sebuah produk menggunakan teknik penyambungan material di bidang manufaktur, perkapalan, otomotif dan lainnya [1]. Proses penyambungan material logam diantaranya adalah dengan proses pengelasan. Proses pengelasan adalah sebuah proses yang

dilakukan untuk menyambung dua buah logam atau lebih dengan cara mencairkan elektroda. Pengelasan ini terbagi menjadi beberapa macam, seperti *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), *Shield Metal Arc Welding* (SMAW), *Flux Cored Arc Welding* (FCAW), *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW), *Submerged Arc Welding* (SAW) dan *PAW Plasma Arc Welding* (PAW) [2]. Dari banyaknya macam pengelasan, proses pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). Hal tersebut dilatarbelakangi oleh proses GMAW yang memiliki mutu yang lebih baik dan produktivitas yang tinggi [3]. Pada proses pengelasan GMAW ini terjadi proses perpindahan panas, peleburan serta proses pematatan benda kerja serta kawat elektroda. Pada kawat elektroda ini terdapat beberapa tipe, namun yang dipakai dalam penelitian ini digunakan kawat elektroda dengan kode ER-70-S6. Kawat elektroda ini disimpan pada wire feeder untuk dapat bergerak secara kontinyu sesuai dengan parameter yang digunakan.

Proses pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merupakan proses penyambungan logam dengan sumber panas dari busur api listrik yang digunakan untuk kegiatan mencairkan logam bahan tambah [1]. Pengelasan GMAW adalah proses pengelasan yang memiliki cara kerja semi otomatis dengan gas yang biasanya dipakai adalah gas CO<sup>2</sup> (*Carbondioksida*) [4]. Gas CO<sup>2</sup> ini biasa dijumpai pada proses pengelasan karena gas pelindung yang dimiliki CO<sup>2</sup> ini menghasilkan penetrasi yang lebih dalam ketimbang gas lainnya, proses pengelasan yang lebih cepat serta harga gas CO<sup>2</sup> yang lebih murah daripada gas lainnya. Selanjutnya, gas CO<sup>2</sup> ini juga bisa dicampur dengan gas lainnya seperti Argon (Ar) sesuai kebutuhan dari masing-masing proses pengelasan tersebut. Mesin yang digunakan untuk pengelasan GMAW ini memiliki prinsip kerja dengan mesin las arus bolak-balik AC (*Alternating Current*) dan mesin las arus searah DC (*Direct Current*), akan tetapi mesin pengelasan GMAW lebih sering dijumpai dengan arus DC. Pengelasan GMAW ini juga bisa disebut dengan proses pengelasan gas logam mulia (*inert*).

Proses pengelasan harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pada proses pengelasan ini, langkah kerja yang dilakukan oleh seorang *welder* harus sesuai dengan WPS (*Welding Procedure Specification*). Pada WPS ini terdapat banyak komponen seperti material, cara pengelasan, kuat arus, elektroda yang digunakan, sampai dengan kemiringan sudut yang dipakai ketika proses pengelasan berlangsung. Persyaratan langkah kerja/*rules* dalam WPS ini dibuat oleh WE (*Welding Engineer*) dan hasilnya sudah nyata terspesifikasi. Pada WPS ini terdapat parameter yang digunakan,

karena parameter yang digunakan ini akan mempengaruhi kualitas dan mutu dari hasil pengelasan yang dilakukan. Untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan ini maka harus dilakukan proses pengujian pada benda kerja yang sudah selesai dalam proses pengelasan tersebut. Pada proses pengujian hasil las ini ada dua cara pengujian yaitu NDT (*Non Destructive Test*) atau pengujian yang dilakukan secara kasat mata dan DT (*Destructive Test*) [5]. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan DT (*Destructive Test*) atau pengujian dengan cara merusak benda kerja.

Dalam penelitian ini dilakukan uji bending untuk menguji kegetasan sambungan hasil pengelasan yang sudah dilakukan. Uji bending merupakan pengujian dengan cara tekuk dimana benda kerja atau pelat dilakukan proses tekuk sampai dengan kegetasannya mencapai pada titik batas [6]. Uji bending ini dilakukan pada pelat yang sudah mengalami proses pengelasan 3 (tiga) pass yaitu root, fill dan caping. Pada root ini menggunakan gap dengan jarak 3 mm, root face 1 mm dan diameter elektroda 1 mm sesuai WPS yang digunakan. Kemudian untuk melakukan proses perhitungan ini *travel speed* (kecepatan proses pengelasan), *heat input* (panas yang diterima) dan kekuatan uji bending. Dalam penelitian ini, akan membuktikan apakah WPS yang digunakan dalam proses pengelasan GMAW sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan atau sebaliknya.

## METODE PENELITIAN

### 1. Metode dan Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian eksperimen ini digunakan dalam penelitian kali ini. Penelitian eksperimen dipilih dengan mencari variabel yang berpengaruh dengan variabel lain. Pada proses penelitian ini akan dilihat bagaimana kekuatan dari benda kerja yang sudah melalui proses las sesuai dengan WPS. Dalam kegiatan penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan observasi. Kegiatan observasi dalam pengumpulan data merupakan sebuah pengamatan serta menuliskan data yang dilakukan dengan terstruktur terhadap gejala yang terlihat pada objek penelitian.

### 2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2022. Penelitian ini sudah dilakukan di program studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pada BBPVP

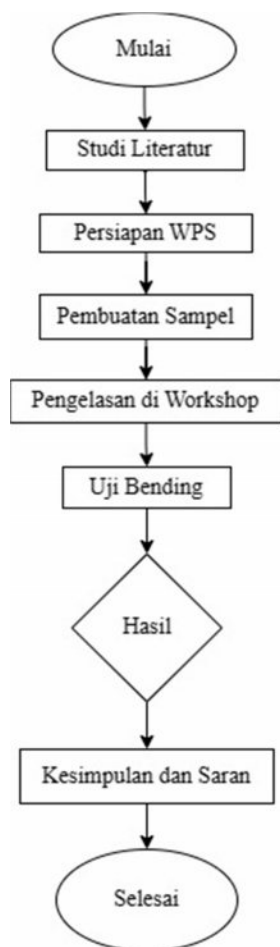
(Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas) Serang, Banten. Data penelitian ini didapatkan dengan diawali proses pemotongan bahan, kemudian proses bevel dan dilanjutkan dengan proses pengelasan serta proses terakhir yaitu dengan proses uji.

### 3. Alat dan Bahan

Proses penelitian ini menggunakan alat seperti alat tulis, *stop watch*, penggaris besi, mesin las GMAW, ragam, gerinda, helm las, apron dada, apron tangan, *safety shoes*, alat uji bending, tangan panas dan sikat baja. Setelah itu, bahan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pelat baja ASTM A36, gas CO<sup>2</sup>, mata gerinda kasar, listrik arus DCEP, mata gerinda halus, elektroda ER70S-6, WPS BBPVP Serang.

### 4. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini memiliki tahapan prosedur yang digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut:



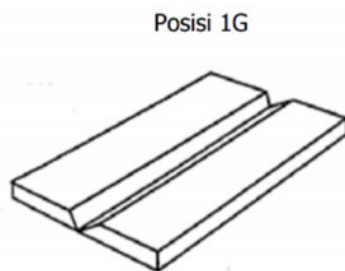
### 5. Analisis Data

Data pada penelitian ini diambil melalui proses persiapan WPS AWS D1.1, kemudian dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan, setelah itu dilakukan proses pengelasan pada benda kerja dan dilanjutkan dengan proses uji bending serta yang terakhir adalah proses analisa hasil uji bending tersebut. Pada proses pengambilan data ini dilakukan dengan cara observasi ke lapangan dengan melakukan metode penelitian eksperimen untuk membuktikan apakah WPS yang digunakan sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan atau belum. Dalam melakukan analisa data ini dilakukan perhitungan data parameter pada travel speed, heat input serta perhitungan kekuatan uji bending.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

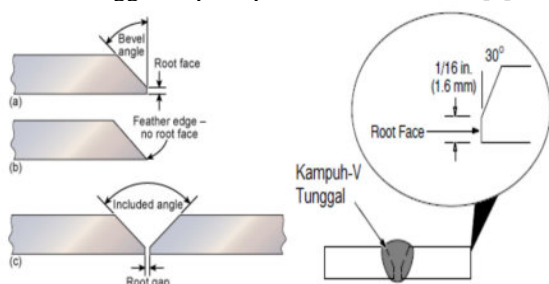
Ilustrasi atau contoh yang benda kerja yang dijadikan sebagai bahan eksperimen adalah dengan menggunakan pelat ukuran 120 mm x 300 mm dan sertifikasi baja ASTM A36. Sebelum dilakukan kegiatan pengelasan, persiapan WPS. Spesifikasi yang digunakan pada WPS (*Welding Procedure Specification*) ini menggunakan AWS D1.1/D1.1 M dengan proses pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) tipe mesin semi otomatis. Proses pengelasan GMAW ini menggunakan kawat elektroda dengan spesifikasi ER 70-S6 ukuran 1 mm. Gas CO<sub>2</sub> senilai 99.99% dijadikan sebagai gas pelindung pada proses pengelasan dengan *range gas flow* sebesar 5-10 ATM. Setelah persiapan tersebut selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah proses pemotongan bahan. Pada penelitian ini dilakukan proses pengelasan GMAW dengan posisi 1G. Proses pengelasan 1G ini merupakan proses pengelasan yang dilakukan dengan posisi benda kerja datar [7]. Posisi pengelasan 1G ini dapat dilihat pada gambar 1 (satu).

Proses penyambungan logam *groove* pelat ke pelat ini diawali dengan proses pemotongan pelat yang kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan bevel serta dilanjutkan dengan *grinding process* atau proses gerinda untuk pembuatan *butt joint single V*. Pembuatan kampuh V ini diperlukan dalam proses pengelasan kampuh *groove* dengan root gap 1-3 mm yang kemudian akan dijadikan sebagai area tembusan dalam proses penyambungan kampuh.



Sumber : Buku informasi C.24LAS01.029.1 BBPLK  
Gambar 1. Posisi Pengelasan 1G

Proses pemotongan pelat ini dilakukan sesuai dengan ukuran yang sudah disebutkan sebelumnya. Proses pemotongan ini diawali dengan mesin KNUTH dan dilanjutkan dengan proses pembuatan bevel oleh mesin *flame cutting*. Proses pemotongan benda kerja ini dibuat untuk proses penyambungan *butt joint* dengan single V yang terlihat pada gambar 2. Pada groove angle  $60^\circ$  single V ini dibuat root face 1.5 mm dan root gap 3 mm. Tidak hanya itu, arus yang digunakan pada proses pengelasan GMAW ini adalah arus DCEP dengan nilai ketanggahan yang dimiliki oleh polaritas DCEP ini lebih tinggi daripada polaritas arus DCEN [8].



Sumber : Buku informasi C.24LAS01.029.1 BBPLK  
Gambar 2. Root Face dan Kampuh Single V

### 1. Kuat Arus Pengelasan

Pengelasan merupakan sebuah proses penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam yang akan dilas dan logam yang berfungsi sebagai pengisi. Pada logam pengisi ini ada yang memiliki logam penambah ataupun tidak [9]. Dalam melakukan proses pengelasan ini sebelumnya harus diatur terlebih dahulu parameter pada mesin las yang digunakan. Pada mesin las ini terdapat tombol untuk mengatur ampere dan voltase yang akan digunakan pada proses pengelasan. Variabel utama yang mengontrol banyaknya logam las yang diterima oleh logam induk pada proses pengelasan merupakan definisi dari arus pengelasan [10]. Ampere merupakan kuat arus yang keluar ketika proses pengelasan berlangsung dan *voltase* merupakan tegangan listrik keluar ketika proses

pengelasan yang jumlahnya berjalan lurus dengan ampere pengelasan.

Proses pengukuran kuat arus dan tegangan ini memiliki efek akurasi yang dapat memengaruhi besar nilai ketidakpastian dalam pengukuran [11]. Efek akurasi alat ukur mengakibatkan data yang dihasilkan memiliki ketidakpastian data sehingga kualitas las yang dihasilkan kurang baik dan efek distorsi pada material yang akan di las. Untuk mengurangi dampak dari efek akurasi alat ukur arus dan tegangan ini maka dilakukan proses kalibrasi dan verifikasi alat ukur serta lebih memperhatikan spesifikasi alat ukur yang digunakan pada proses pengukuran [12]. Kuat arus yang digunakan pada proses ini sesuai dengan WPS dengan standar AWS yang dapat dilihat pada gambar 3 (tiga).

Tabel 1. WPS Parameter Pengelasan.

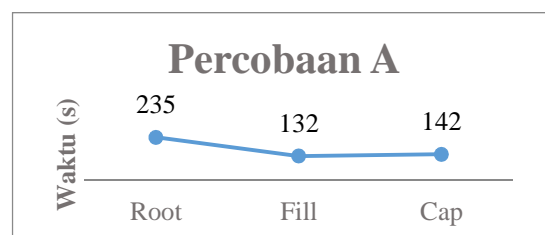
WELDING PARAMETERS								
Pass No.	Process	FILLER METAL		CURRENT		Volt Range	Travel Speed Range (mm/min)	Heat Input (kJ/mm)
		Class	Diameter (mm)	Type Polar	Amps Polar			
Root/Hot	GMAW	ER70S-6	1.0 or 1.2	DCEP	75 - 125	20 - 26	75 - 100	1,20 - 1,95
Fill Weld	GMAW	ER70S-6	1.0 or 1.2	DCEP	95 - 195	20 - 27	100 - 150	1,14 - 2,11
Cap	GMAW	ER70S-6	1.0 or 1.2	DCEP	95 - 185	18 - 28	125 - 200	0,82 - 1,55

Sumber : BBPLK Serang

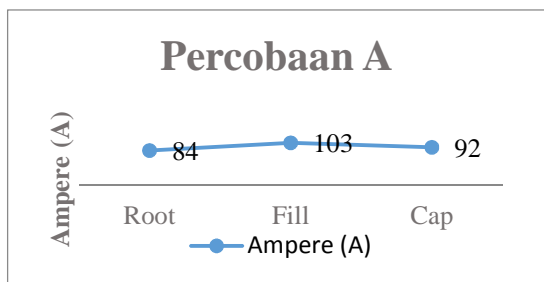
Berikut ini adalah data kuat arus pengelasan yang dipakai untuk percobaan pengelasan GMAW posisi 1G:

Tabel 2. Percobaan A

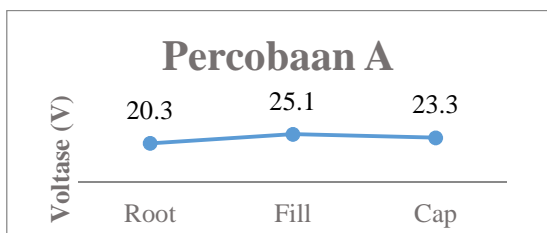
Pass	Waktu (s)	Ampere (A)	Voltage (V)
Root	235	84	20.3
Fill	132	103	25.1
Caping	142	95	23.3



Gambar 3. Grafik Waktu Percobaan A



Gambar 4. Grafik Ampere(A) Percobaan A

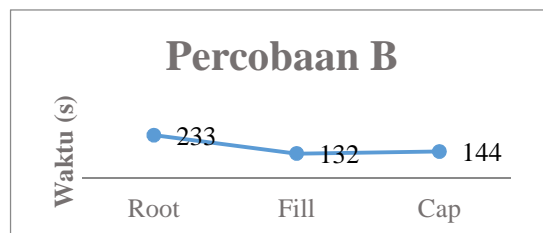


Gambar 5. Grafik Voltase(V) Percobaan A

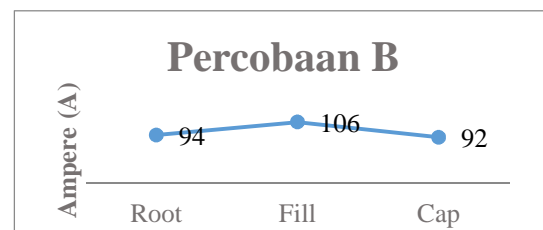
Tabel 2 dan gambar diatas menjelaskan perihal waktu yang ditempuh untuk melakukan pengelasan *root* adalah 235 detik dengan A senilai 84 A dan 20.3 V. Selanjutnya adalah pengelasan *fill* (isian) dengan waktu 132 detik, ampere senilai 103 A dan voltase 25.1 V. Setelah itu dilakukan proses *caping* yang membutuhkan waktu selama 142 detik, ampere senilai 95 A dan voltase 23.3 V. Oleh karena itu dapat disimpulkan dari gambar 4, 5 dan 6 bahwasanya waktu yang dibutuhkan untuk proses *root* adalah yang paling lama daripada proses *fill* dan *caping*, ampere paling besar adalah ampere yang digunakan untuk pengelasan *fill* dan voltase terbesar dilakukan pada proses *fill*. Hal tersebut dikarenakan ketika ampere yang digunakan cukup besar maka voltase yang digunakan juga menjadi besar, kedua komponen tersebut berjalan secara linear atau bersamaan.

Tabel 3. Percobaan B

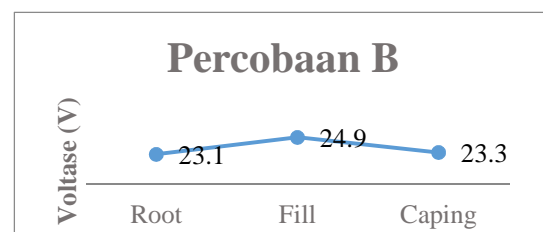
Pass	Waktu (s)	Ampere (A)	Voltage (V)
<b>Root</b>	233	94	23.1
<b>Fill</b>	132	106	24.9
<b>Caping</b>	144	96	23.3



Gambar 6. Grafik Waktu Percobaan B



Gambar 7. Grafik Ampere(A) Percobaan B



Gambar 8. Grafik Voltase(V) Percobaan B

Tabel 3 (tiga) menjelaskan bahwasanya waktu yang ditempuh untuk melakukan pengelasan *root* adalah 233 detik dengan A senilai 94 A dan 23.1 V. Selanjutnya adalah pengelasan *fill* (isian) dengan waktu 132 detik, ampere senilai 106 A dan voltase 24.9 V. Setelah itu dilakukan proses *caping* yang membutuhkan waktu selama 144 detik, ampere senilai 96 A dan voltase 23.3 V. Oleh karena itu dapat disimpulkan dari gambar 7, 8 dan 9 bahwasanya waktu yang dibutuhkan untuk proses *root* adalah yang paling lama daripada proses *fill* dan *caping*, ampere paling besar adalah ampere yang digunakan untuk pengelasan *fill* dan *voltase* terbesar dilakukan pada proses *fill*. Ketika ampere yang digunakan cukup besar maka voltase yang digunakan juga menjadi besar atau ikut bertambah seiring ditambahannya ampere, kedua komponen tersebut berjalan secara linear atau bersamaan.

## 2. Travel Speed

Kecepatan perjalanan proses pengelasan atau travel speed merupakan parameter yang digunakan dalam proses pengelasan. Jika suatu komponen ini dijadikan sebagai parameter, maka hal tersebut akan berpengaruh kepada hasil yang

diinginkan dan akan berpengaruh kepada ketahanan hasil pengelasan. Begitu juga dengan parameter pengelasan, sebuah travel speed akan mempengaruhi hasil dari proses pengelasan ini [13]. Angka yang dihasilkan oleh travel speed ini akan mempengaruhi hasil perhitungan dari *heat input* (panas yang diterima). Oleh karenanya, *travel speed* dengan *heat input* ini memiliki keterkaitan. Berikut ini merupakan rumus perhitungan untuk *travel speed*:

$$Travel\ Speed\ (TS) = \frac{Panjang\ Pengelasan\ (mm)}{Waktu\ (menit)} \dots\dots\dots(1)$$

**3. Heat Input**

Proses pengelasan ini terjadi perpindahan panas dari elektroda ke benda kerja. Pengelasan yang berkualitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti proses perancangan, kemudian persiapan proses pengelasan, proses ketika pengelasan serta proses setelah dilakukan pengelasan. Dalam persiapan pengelasan ini dilakukan perencanaan panas yang dikeluarkan dan diterima oleh benda kerja, hal tersebut dilakukan karena heat input yang tinggi akan membuat hasil pengelasan kurang baik dan menimbulkan risiko cacat las. Proses diterimanya panas oleh benda kerja disebut dengan heat input [14]. Ketika heat input pada benda kerja ini tinggi, maka pengelasan ini akan mengalami over heating. Kesesuaian heat input ini juga untuk memperkecil cacat las distorsi pada sambungan pelat. Panas yang diterima atau heat input ini bisa diatur dengan cara mengatur arus pada mesin las dan kecepatan pengelasan atau voltase. Berikut ini adalah formula perhitungan heat input.

$$Heat\ Input = \frac{Ampera\ (A) \times Voltase\ (V)}{TS} \times 0.06 \dots(2)$$

Berikut ini hasil perhitungan dari travel speed dengan heat input percobaan A dan B.

Tabel 4. Percobaan A Hasil Perhitungan

Pass	Waktu (s)	Travel Speed (mm/min)	Heat Input (kJ/mm)
Root	235	73.47	1.34
Fill	132	156.52	1.14
Caping	142	126.76	1.05

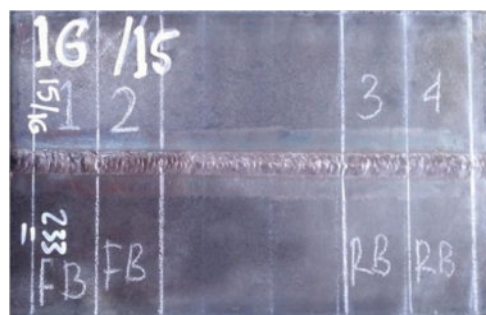
Tabel 4 (empat) hasil perhitungan travel speed dan heat input pada percobaan A ini menunjukkan bahwasanya travel speed terbesar ini dimiliki oleh proses pengelasan *fill* (isi) dengan nilai 156.52 mm/min dan terendah pada proses

pengelasan *root* yaitu senilai 73.47 mm/min. Kemudian untuk *heat input* terbesar diperoleh dari proses pengelasan *root* dengan nilai 1.34 kJ/mm dan terendah ada di proses pengelasan *caping* yaitu 1.05 kJ/mm.

Tabel 5. Percobaan B Hasil Perhitungan

Pass	Waktu (s)	Travel Speed (mm/min)	Heat Input (kJ/mm)
Root	233	77.25	1.69
Fill	132	136.36	1.16
Caping	144	125.0	1.07

Tabel 5 (lima) ini merupakan hasil dari perhitungan *travel speed* dan *heat input* pada percobaan B ini menunjukkan bahwasanya *travel speed* terbesar ini dimiliki oleh proses pengelasan *fill* (isi) dengan nilai 136.36 mm/min dan terendah pada proses pengelasan *root* yaitu senilai 77.25 mm/min. Kemudian untuk *heat input* terbesar diperoleh dari proses pengelasan *root* dengan nilai 1.69 kJ/mm dan terendah ada di proses pengelasan *caping* yaitu 1.07 kJ/mm. Setelah dilakukan proses pengelasan, maka dapat dilihat hasil dari pengelasan tersebut pada gambar di bawah ini



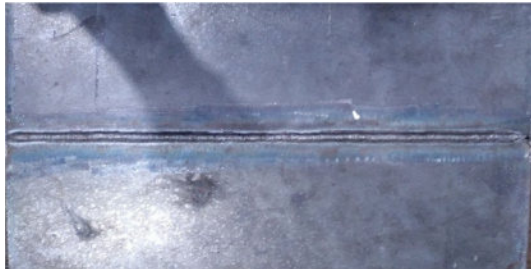
Gambar 9. Spesimen Percobaan A



Gambar 10. Spesimen Percobaan B



Gambar 11. *Root* Percobaan A



Gambar 12. *Root* Percobaan B

Setelah semua proses pengelasan selesai, maka dilakukan proses pemotongan spesimen menggunakan mesin *flame cutting* yang dapat dilihat pada gambar 14 . Proses pemotongan bahan menggunakan spesimen ini dilakukan untuk mempermudah proses uji bending dengan mesin uji yang tidak begitu mencukupi untuk pelat besar. Berikut ini adalah dokumentasi proses pemotongan spesimen dengan mesin *flame cutting*:



Gambar 13. Pemotongan Spesimen dengan *Flame Cutting*



Gambar 14. Spesimen Hasil Potong

Proses pemotongan spesimen pada gambar 15 (lima belas) sudah selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah uji bending yang dapat dilihat pada gambar 16 (enam belas). Proses uji bending ini dilakukan untuk menguji hasil pengelasan ini apakah sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan atau belum sesuai. Dari hasil uji bending ini nantinya akan terlihat apakah parameter yang digunakan sudah sesuai dengan hasil atau belum. Jika terdapat retak pada proses uji bending ini, maka dapat dikatakan proses pengelasan ini belum sesuai dengan hasil yang diharapkan. Kegagalan proses penyambungan sehingga ,menghasilkan sambungan reta ketika dilakukan uji bending ini memiliki beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi kegagalan ini salah satunya adalah parameter yang digunakan ketika melakukan proses pengelasan:



Gambar 15. Proses Uji Bending



Gambar 16. Hasil Uji Bending Percobaan A



Gambar 17. Hasil Uji Bending Percobaan A Tampak Atas



Gambar 18. Hasil Uji Bending Percobaan B



Gambar 19. Hasil Uji Bending Percobaan B Tampak Atas

Hasil uji bending yang sudah dilakukan oleh percobaan A (gambar 16 dan 17) dan B (gambar 18 dan 19) dengan parameter sesuai WPS AWS D1.1 BBPLK Serang ini sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan. Beberapa komponen yang dipakai sebagai parameter pada penelitian yaitu ampere, voltase, *travel speed* dan *heat input*. Hal tersebut bisa dilihat pada tabel perbandingan parameter percobaan A (tabel 6 dan 7) dan percobaan B (tabel 8 dan 9) dengan parameter yang ada pada WPS AWS :

Tabel 6. Perbandingan Ampere dan Voltase Percobaan A dengan WPS

Pass	Ampere Range	Ampere (A)	Voltase Range	Voltase (V)
<b>Root</b>	75-125	84	20-26	20.3
<b>Fill</b>	95-195	103	20-27	25.1
<b>Caping</b>	95-185	95	18-28	23.3

Tabel 7. Perbandingan *Travel Speed* (TS) dan *Heat Input* Percobaan A dengan WPS

Pass	TS Range	TS	Heat Input Range	Heat Input
<b>Root</b>	75-100	73.47	1,20-1,95	1,34
<b>Fill</b>	100-150	156.52	1,14-2,11	1,14
<b>Caping</b>	125-200	126.76	0,82-1,55	1,05

Tabel 8. Perbandingan Ampere dan Voltase Percobaan B dengan WPS

Pass	Ampere Range	Ampere (A)	Voltase Range	Voltase (V)
<b>Root</b>	75-125	94	20-26	23.1
<b>Fill</b>	95-195	106	20-27	24.9
<b>Caping</b>	95-185	96	18-28	23.3

Tabel 9. Perbandingan *Travel Speed* (TS) dan *Heat Input* Percobaan B dengan WPS

Pass	TS Range	TS	Heat Input Range	Heat Input
<b>Root</b>	75-100	77.25	1,20-1,95	1.69
<b>Fill</b>	100-150	136.36	1,14-2,11	1.16
<b>Caping</b>	125-200	125.0	0,82-1,55	1.07

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, parameter pada WPS ini sudah sesuai dengan hasil pengelasan yang diharapkan. Hal tersebut dibuktikan dengan dua kali percobaan (percobaan A dan percobaan B) pengelasan GMAW dengan spesifikasi type polar DCEP, *filler metal* ER70S-6 diameter 1 mm dengan pengujian menggunakan alat uji bending. Pada hasil uji bending percobaan A dan B ini secara visual terlihat bahwasanya tidak terlihat retak pada hasil uji bending kedua benda ini, namun pada hasil uji bending percobaan A ini terdapat struktur yang kurang baik sehingga dapat memicu terjadinya retak. Dapat dilihat pada rumus perhitungan kekuatan uji bending berikut:

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2Wd^2} \dots\dots\dots (3)$$

**Keterangan :**

- $\sigma$  = Kekuatan Uji Bending (Kn/mm<sup>2</sup>)
- F = Beban Maksimal (Kn)
- L = Panjang Spesimen (Mm)
- W = Lebar Spesimen (Mm)
- d = Tinggi Spesimen (Mm)

Berikut ini adalah hasil perhitungan kekuatan uji bending dengan beban maksimal 6 ton (58.8 kN), panjang spesimen 200 mm, lebar spesimen 50 mm serta tinggi spesimen 10 mm:

$$\sigma_b = \frac{3 \times 58.8 \text{ kN} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 50 \text{ mm} \times 10^2}$$

$$\sigma_b = 3,528 \text{ kN/mm}^2$$

Dari perhitungan tersebut, maka dapat disimpulkan kekuatan uji bending yang dimiliki adalah sebesar  $3,528 \text{ kN/mm}^2$ .

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwasanya kekuatan uji bending pada baja ASTM A36 ketebalan 10 mm dengan menggunakan WPS standar AWS D1.1 ini memenuhi syarat pengelasan. Hasil uji bending Plat baja ASTM A36 ini memperoleh hasil  $3,528 \text{ kN/mm}^2$ . Bevel pengelasan pada proses ini senilai 30 derajat ini tidak ditemukan cacat las visual sehingga WPS ini dapat digunakan oleh peserta pelatihan di BBPVP Serang. Dalam proses pengelasan GMAW 1G pada baja ASTM A36 ini hasil yang lebih optimal adalah dengan menggunakan parameter ampere 94A – 106A dan voltase senilai 23 V – 25 V sebagai contoh untuk pengaplikasian WPS.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Sebagai makhluk sosial tidak dapat dipungiri bahwasanya kita tidak dapat hidup tanpa bantuan orang disekitar kita. Banyak terimakasih saya haturkan kepada orang tua saya yang selalu mensupport saya, dosen pembimbing yang selalu membersamai saya serta teman-teman yang selalu memnerikan semangat kepada saya . Tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada BBPVP Serang sebagai tempat untuk saya melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. P. Ketaren, U. Budiario, and A. Wibawa, "Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Sambungan Las GMAW (Gas Metal ARC Welding) Pada ...," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, pp. 345–354, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naival/article/view/24345>
- [2] B. E. Putra, "Mengidentifikasi Welding Procedure Specification ( Wps )," pp. 1–45, 2018.
- [3] I. A. Ibrahim, S. A. Mohamat, A. Amir, and A. Ghalib, "The effect of Gas Metal Arc Welding (GMAW) processes on different welding parameters," *Procedia Eng.*, vol. 41, no. Iris, pp. 1502–1506, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.342.
- [4] Juwanda, Saifuddin, and Marzuki, "Analisa pengaruh kuat arus hasil pengelasan GMAW terhadap kekerasan material ASTM A 36," *J. Weld. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 6–11, 2021.
- [5] H. Febnesia, M. Nurtanto, I. Ikhsanudin, and H. Abdillah, "Pengaruh Model Pembelajaran Hybrid Learning Dengan Metode Tutor Sebaya Terhadap Hasil Pengelasan Pada Siswa SMKS Yabhinka," *Res. Dev. J. Educ.*, vol. 7, no. 2, p. 532, 2021, doi: 10.30998/rdje.v7i2.11265.
- [6] I. Purmayanti and K. Oktarina, "Aplikasi Welding Procedure Specification (Wps) Dengan Bevel 300 Untuk Pengelasan Konstruksi Kapal Tanker 3500 Ltdw Hn. 309 Pada Uji Bending Di Pt. Daya Radar Utama Unit Iii Lampung," *J. Distilasi*, vol. 5, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.32502/jd.v5i1.3034.
- [7] X. Shen, L. Li, W. Guo, W. Teng, and W. He, "Comparison of processing window and porosity distribution in laser welding of 10 mm thick 30CrMnSiA ultrahigh strength between flat (1G) and horizontal (2G) positions," *J. Laser Appl.*, vol. 28, no. 2, p. 022418, 2016, doi: 10.2351/1.4943992.
- [8] D. Sebagai *et al.*, "Analisa Ketangguhan Pengelasan Smaw Pada Material Sus 201 Dengan Polaritas Arus," vol. 6, no. 2, pp. 117–122, 2021.
- [9] W. Djatmiko, Istanto Wahyu ; Siswanto, Budi Tri , Putu ,Sudira, Hamidah, "Modul Pendidikan Teknologi Kejuruan," *Pengayakan*, no. 37, p. 111, 2013, [Online]. Available: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131655274/pendidikan/bahan-ajar-pendidikan-teknologi-kejuruan-2013.pdf>.
- [10] K. Oktarina and Y. Indriyanti, "Analisis pengaruh kuat arus terhadap uji bending pad a pengelasan plat kapal tanker dengan gap 2 mm sesuai dengan aplikasi wps di PT. daya radar utama lampung," *J. Inov.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–13, 2020, doi: 10.37338/ji.v3i1.90.
- [11] P. Pandiangan and A. Arkundato, "Ketidakpastian dan Pengukuran," *Modul Fis.*, pp. 1–35, 2018, [Online]. Available: <http://repository.ut.ac.id/4772/1/PEPA4203-M1.pdf>
- [12] T. Istanto, W. Endra, and T. Febrina, "Analisis Ketakpastian Pengukuran (Uncertainty Measurement) Pada Pengujian Karakteristik Aliran Fasa Tunggal Aliran Air Vertikal Ke Bawah Pada Penukar Kalor Saluran Annular

- Bercelah Sempit,” *Mekanika*, vol. Volume 9 N, no. September, pp. 219–225, 2010.
- [13] P. Travel, S. Pengelasan, T. Ketahanan, K. Pada, and M. Ridho, “ABSTRACT,” pp. 5–6, 2018.
- [14] H. Wibowo, M. N. Ilman, and P. Tri Iswanto, “Analisa Heat Input Pengelasan terhadap Distorsi, Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 5–12, 2016, doi: 10.21776/ub.jrm.2016.007.01.2.

## RANCANG BANGUN DATA *LOGGER* TERMOKOPEL BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 SKALA LABORATORIUM

Rustam Efendi<sup>1</sup>, Darwin<sup>2</sup>, Bahdin Ahad Badia<sup>3</sup>, Arjal Tando<sup>4</sup>, Herlina<sup>5</sup>, Welly Liku Padang<sup>6</sup>

<sup>1,2,4,5,6</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Jl. Kapten Piere Tandean No. 109A, Baruga, Kendari

<sup>3</sup>Jurusan Teknologi Metalurgi Industri Logam, Politeknik Tridaya Virtu Morosi

Desa Puurui, Kec. Bondoala, Kab. Konawe, Sulawesi Tenggara

\*Corresponding author : rustamefendi032@gmail.com

### Abstrak

Pengukuran suhu merupakan salah satu hal yang terpenting dalam mengukur kinerja suatu proses pindah panas. Pengukuran suhu biasanya dijumpai di lapangan menggunakan termometer air raksa atau sensor suhu yang memiliki *display* digital dan dicatat manual. Pengukuran suhu dengan menggunakan cara ini mulai ditinggalkan karena untuk mengetahui kinerja suatu mesin dibutuhkan data yang banyak agar dapat diperoleh kinerja mesin yang akurat. *Data logger* adalah alat yang sering dijumpai dalam pengukuran suhu baik di laboratorium-laboratorium teknik di kampus maupun industri. *Data logger* merupakan alat ukur suhu yang termutakhir hari ini. Hanya saja *data logger* yang tersedia di pasaran masih mahal sehingga butuh biaya lebih untuk membelinya. Arduino merupakan mikrokontroler dengan harga yang terjangkau dan dapat disambungkan dengan berbagai sensor dan dapat dirancang layaknya seperti *data logger*. Tujuan penelitian ini merancang bangun *data logger* berbasis Arduino sebagai alat pengukur suhu dengan harga yang terjangkau. Metode yang digunakan pada penelitian adalah rancang bangun dengan mengembangkan *data logger* termokopel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 12 channel termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 dapat berfungsi dan data dapat dikumpulkan ke Micro SD.

**Kata kunci :** alat pengukur suhu, mesin, *Micro SD*, penguat sinyal MAX6675, termometer air raksa

### Abstract

*One of the most significant aspects of monitoring the performance of a heat transfer process is temperature measurement. Temperature readings are often taken in the field with a mercury thermometer or a temperature sensor with a digital display and are manually recorded. This method of measuring temperature is being phased out since knowing the performance of a machine necessitates a large amount of data in order to achieve correct engine performance. Data loggers are commonly used in temperature monitoring in engineering laboratories on campus and in industry. The data logger is today's most advanced tool for tracking temperature. It's only that the data recorders on the market are still pricey, thus purchasing them is more expensive. Arduino is a low-cost microcontroller that can be connected to various sensors and configured as a data logger. The goal of this research is to create a low-cost Arduino-based data logger that can measure temperature. The design method was utilized in this study to create a thermocouple data recorder. The results demonstrated that 12 channel K-type thermocouples can function with a thermocouple amplifier MAX6675 and that data may be collected to Micro SD.*

**Keywords :** amplifier MAX6675, machine, *Micro SD*, mercury thermometer, temperature measuring device

## PENDAHULUAN

Pengukuran suhu merupakan salah satu hal yang terpenting dalam mengukur kinerja suatu proses pindah panas. Pengukuran suhu biasanya dijumpai di lapangan menggunakan termometer air raksa atau sensor suhu yang memiliki *display* digital dan dicatat manual. Pengukuran suhu dengan menggunakan cara ini mulai ditinggalkan karena untuk mengetahui kinerja suatu mesin dibutuhkan data yang banyak agar dapat diperoleh kinerja mesin yang akurat. *Data logger* adalah alat yang sering dijumpai dalam pengukuran suhu baik di laboratorium-laboratorium teknik di kampus maupun industri. *Data logger* merupakan alat ukur suhu yang termutakhir hari ini. Hanya saja *data logger* yang tersedia di pasaran masih mahal sehingga butuh biaya lebih untuk membelinya. Arduino merupakan mikrokontroler dengan harga yang terjangkau dan dapat disambungkan dengan berbagai sensor dan dapat dirancang layaknya seperti *data logger*.

Rancang bangun *data logger* suhu berbasis Arduino dan termokopel tipe K sebagai pengukur suhu. Modul yang dapat digunakan untuk penguat sinyal termokopel adalah penguat sinyal MAX6675. Hal ini dipilih tidak lain karena ketersediaan di pasaran mudah didapatkan dan harga terjangkau. Berbagai penelitian dengan menggunakan termokopel tipe K modul MAX6675 Arduino dapat dijumpai. Amiry, et al. [1], Rehouma, et al. [2] melakukan penelitian tentang panel surya dan salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termokopel tipe K dengan modul MAX6675 terhubung dengan Arduino. Darjat, et al. [3] mendesain data akuisisi multisensor dan salah satu yang digunakan adalah termokopel tipe K terhubung penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino. Penelitian mengenai kompor biomassa yang dilakukan oleh Heredia Salgado, et al. [4] pengukuran suhu untuk mengetahui kinerja kompor menggunakan termokopel tipe K terhubung dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino. Pengukuran suhu alat penukar panas (*heat exchanger*) menggunakan sistem akuisisi termokopel tipe K terhubung dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino memiliki tingkat akurasi yang baik [5]. Guerrache, et al. [6] melakukan penelitian mengenai kolektor surya konsentrator, pengukuran suhu menggunakan termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino. Perancangan otomatisasi sistem *heat treatment* untuk aplikasi industri menggunakan termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 terhubung ke Arduino dipilih karena memiliki range pengukuran 0-1024 [7]. Beberapa penelitian

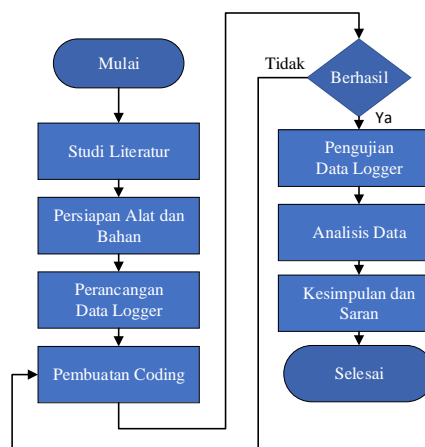
tentang kinerja mesin juga berhasil dilakukan monitoring suhu menggunakan termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino [8-10]. Homzah and Haryanto [11] merancang bangun mesin mini pengkondisian udara tipe *water cooled condenser* dengan menggunakan Arduino sebagai pengontrol suhu, hanya saja sensor suhu (DS18B20) yang digunakan berbeda dengan penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun sensor suhu termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino dan dirancang layaknya *data logger*. Jumlah sensor yang digunakan adalah 12 *channel* dirancang penelitian yang berkaitan pindah panas. Hal ini dipilih dalam rangka penggunaan sensor suhu pada berbagai keperluan terutama dalam penelitian yang berkaitan pindah panas.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun, di mana *data logger* dirancang dan diuji fungsional untuk mengukur suhu. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 1.

### Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan alat Laptop ASUS K43SJ dengan spesifikasi Processor Core i3 generasi 2, RAM DDR 3 8GB, SSD Toshiba 256GB, Nvidia Geforce GT 520M 1GB, Windows 11 dan software Arduino IDE. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah satu buah Arduino Mega 2560, 12 buah penguat sinyal MAX6675, termokopel tipe K, Adaptor USB V-Gen, RTC DS3231, board, Micro SD V-Gen 32GB, kabel *jumper*, dan box akrilik.

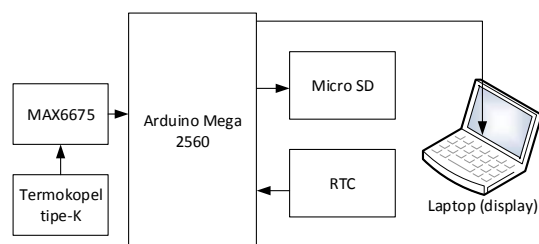


Gambar 1. Bagan alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Fungsional

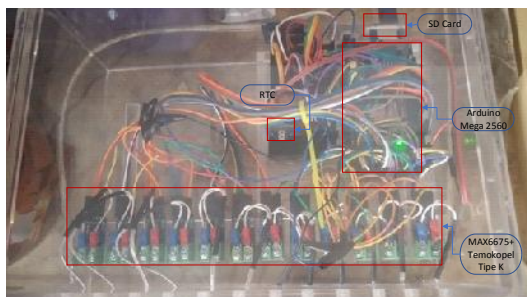
*Data logger* termokopel telah dirancang dengan 12 channel di mana pada setiap data pengukuran terekam ke *Micro SD* (penyimpanan data). Data yang terekam dilengkapi dengan waktu hari, tanggal, dan jam. Gambar 2 memperlihatkan skema *data logger* dan Gambar 3 adalah instalasi *data logger* termokopel 12 *channels*. *Data logger* diuji fungsional pada setiap sensor termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 untuk memastikan termokopel dapat mengukur suhu. Hasil pengukuran diperlihatkan pada Gambar 3. Semua termokopel terlihat dapat mengukur suhu. Hanya saja perlu dilakukan kalibrasi untuk menstandarkan hasil pembacaan *data logger* termokopel [12]. Setelah dilakukan kalibrasi maka *data logger* dapat dilanjutkan dengan pengujian pengukuran langsung pada objek mode pindah panas.



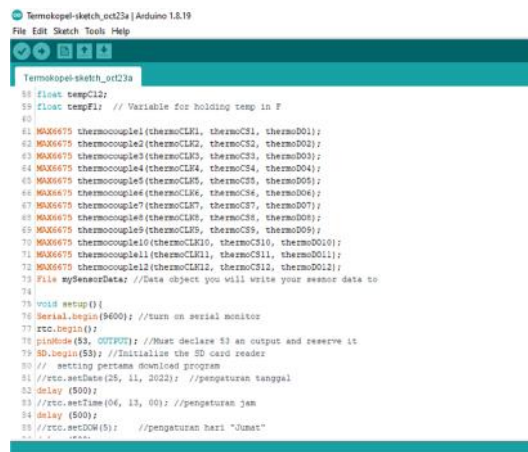
Gambar 2. Skema *data logger* termokopel

### Tampilan Source Code pada Aplikasi Arduino IDE

*Source code* merupakan kode dalam bentuk perintah yang disajikan pada program Arduino IDE (Gambar 4). Di mana ada hal yang terpenting di antaranya adalah *Void Setup* dan *Void Loop*. *Void Setup* merupakan proses pengaturan perangkat sensor yang tersambung dengan Arduino Mega 2560 sebagaimana yang digunakan pada penelitian ini. Adapun *Void Loop* adalah fungsi pengulangan pembacaan tiap sensor [13-15].



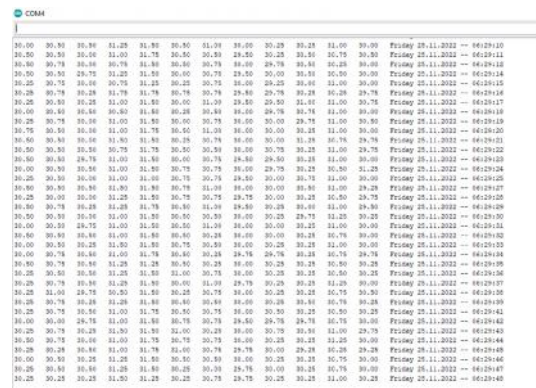
Gambar 3. Hasil rancangan bangun *data logger* termokopel 12 *channels*.



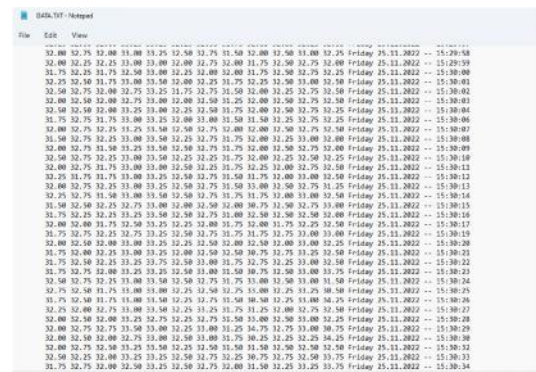
Gambar 4. *Source code* pada Aplikasi Arduino IDE

### Tampilan Hasil Pengujian Termokopel *Data Logger*

Tampilan data hasil pembacaan sensor yang disajikan pada Gambar 5 merupakan tampilan Aplikasi Arduino IDE serial monitor pada laptop. Tampilan ini bertujuan untuk memastikan *source code* yang dibuat pada program Arduino IDE berjalan sesuai dengan coding yang telah dirancang. Setelah semua sensor berfungsi dengan melihat tampilan di monitor komputer, langkah selanjutnya adalah melihat hasil rekaman yang ada pada Micro SD (Gambar 6). Penyimpanan data dengan Micro SD merupakan fasilitas yang telah disediakan oleh Arduino dengan sistem *data logger* [16, 17]. Berbagai penelitian penggunaan *data logger* berbasis Arduino dan ESP32 sebagai mikrokontroler juga digunakan dalam pengukuran parameter lain seperti pengukuran tegangan (*voltage*) yang dihasilkan oleh *Microbial Fuel Cell* (MFC) [18-20]. Bila data terekam dari pembacaan penguat sinyal MAX6675 termokopel, maka dapat dipastikan bahwa *data logger* berfungsi sebagaimana mestinya. Perekaman data dengan durasi yang lama dapat menggunakan adaptor USB V-Gen 5V sebagai sumber daya termokopel *data logger*. Penggunaan adaptor USB dengan tegangan input 5V menjadikan kinerja dari Arduino *data logger* dapat beroperasi secara stabil tanpa dibutuhkan penurunan tegangan. Di mana tegangan yang dibutuhkan oleh Arduino adalah 5V [21].



Gambar 5. Tampilan di layar monitor laptop pada aplikasi Arduino IDE



Gambar 6. Tampilan hasil rekaman Micro SD dalam bentuk file txt

### KESIMPULAN

Rancang bangun *data logger* termokopel 12 channel dan pengujian fungsional telah dilakukan. *Data logger* termokopel yang dirancang berfungsi dengan baik, dimana data terekam ke *Micro SD* dan ditampilkan pada monitor berhasil ditampilkan. Pengembangan selanjutnya adalah menguji *data logger* secara *real di* laboratorium pada berbagai mode pindah panas untuk memastikan tingkat akurasi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada LPPM Universitas Sulawesi Tenggara yang telah mendanai penelitian ini sebagai penelitian dosen pemula. Kami juga berterima kasih kepada Dr Yohanna Anisa Indriyani yang telah bersedia berdiskusi mengenai penelitian perancangan *data logger* untuk pengukuran suhu ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Amiry *et al.*, "Design and implementation of a photovoltaic I-V curve tracer: Solar modules characterization under real operating conditions," *Energy Conversion and Management*, vol. 169, pp. 206-216, 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2018.05.046.
- [2] Y. Rehouma, M. Abd El basset Mahboub, A. Degla, D. Ghorma, and A. A. Nadjemi, "Real-Time Data Acquisition for Solar Panel," *International Journal of Energetica*, vol. 7, no. 1, pp. 36-40, 2022.
- [3] Darjat, A. Ayub, Sudjadi, and A. Harum, "Design of Multisensor Data Acquisition System (Oxygen, Hydrogen, Temperature, and Pressure Through Android-Based Website)," in *Proc. of 2020 7th Int. Conf. on Information Tech., Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2019.
- [4] M. A. Heredia Salgado, L. A. C. Tarelho, M. A. A. Matos, D. Rivadeneira, and R. A. Narváez C, "Palm oil kernel shell as solid fuel for the commercial and industrial sector in Ecuador: tax incentive impact and performance of a prototype burner," *Journal of Cleaner Production*, vol. 213, pp. 104-113, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.133.
- [5] S. P. Nalavade, A. D. Patange, C. L. Prabhune, S. S. Mulik, and M. S. Shewale, "Development of 12 Channel Temperature Acquisition System for Heat Exchanger Using MAX6675 and Arduino Interface," in *Innovative Design, Analysis and Development Practices in Aerospace and Automotive Engineering (I-DAD 2018)*, (Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2019, ch. Chapter 13, pp. 119-125.
- [6] D. Guerraiche, C. Bougriou, K. Guerraiche, L. Valenzuela, and Z. Driss, "Experimental and numerical study of a solar collector using phase change material as heat storage," *Journal of Energy Storage*, vol. 27, 2020, doi: 10.1016/j.est.2019.101133.
- [7] D. Saber, H. M. Almalki, and K. Abd El-Aziz, "Design and building of an automated heat-treatment system for industrial applications," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 59, no. 6, pp. 5007-5017, 2020, doi: 10.1016/j.aej.2020.09.023.
- [8] W. d. V. Neto, J. L. L. Soares, S. T. A. A. Martins, G. S. Q. Oliveira, W. A. C. Freire, and H. M. Z. Rocha, "Acquisition of Thermocouple Data by Arduino® Microcontrollers" in *17th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering*, Águas de Lindóia, SP, Brazil November 25th-28th, 2018.

- [9] M. Kumar and B. Singh, "Monitoring of 6 Channel Temperature Acquisition System for Heat Transfer using Max 6675 and Arduino Interface," *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, vol. 6, no. 2, pp. 108-115, 2019.
- [10] J.-C. Chang, W.-H. Chen, H. Wang, and Y.-M. Shen, "Development of Arduino-based Data Acquisition System for Stirling Engine," *Journal of CCIT*, vol. 51, no. 2, pp. 83-98, 2022.
- [11] O. F. Homzah and H. Haryanto, "Rancang bangun mesin mini pengkondisian udara tipe water cooled condensor dengan pengontrolan temperatur kabin berbasis mikrokontroler Arduino," *Machine : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 1-8, 2018, doi: 10.33019/jm.v4i2.453.
- [12] A. Riantono, B. Teguh, and R. A. Koestoer, "Kalibrasi Sensor Temperatur Termokopel Tipe K dan DS18B20 Pada Temperatur Es Mencair dan Air Mendidih Sistem Dengan Akuisisi Data (DAQ) Berbasis Arduino " in *Prosiding SNTTM XVIII KE-19*, 9-10 Oktober 2019, pp. 1-6.
- [13] Y. A. Badamasi, "The working principle of an Arduino," in *2014 11th international conference on electronics, computer and computation (ICECCO)*, 2014: IEEE, pp. 1-4.
- [14] L. Louis, "working principle of Arduino and using it," *International Journal of Control, Automation, Communication Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 21-29, 2016.
- [15] A. S. Ismailov, Z. B. J. S. Jo'Rayev, and Education, "Study of arduino microcontroller board," vol. 3, no. 3, pp. 172-179, 2022.
- [16] D. Wheat, "Arduino Software," in *Arduino Internals*. Berkeley, CA: Apress, 2011, pp. 89-97.
- [17] J. Purdum, "Arduino Libraries," in *Beginning C for Arduino: Learn C Programming for the Arduino*. Berkeley, CA: Apress, 2015, pp. 277-298.
- [18] [18] Y. A. Indriyani *et al.*, "Affordable ESP32-based monitoring system for microbial fuel cells: real-time analysis and performance evaluation (ESP32-based data logger as a monitoring system for microbial fuel cell)," *International Journal of Energy and Water Resources*, 2023/09/19 2023, doi: 10.1007/s42108-023-00255-y.
- [19] [19] Y. A. Indriyani, I. Rusmana, S. Anwar, G. Djajakirana, and D. A. Santosa, "Harvesting Bioelectricity from Microbial Fuel Cells (MFCs) Powered by Electroactive Microbes," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 12, no. 3, pp. 583-596, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-1.v12i3.583-596>.
- [20] [20] Y. A. Indriyani, E. Rustami, I. Rusmana, S. Anwar, G. Djajakirana, and D. A. Santosa, "Bioelectricity production of microbial fuel cells (MFCs) and the simultaneous monitoring using developed multi-channels Arduino UNO-based data logging system," *Journal of Applied Electrochemistry*, 2023/09/26 2023, doi: 10.1007/s10800-023-01989-7.
- [21] R. Efendi *et al.*, "Alat Monitoring Suhu Berbiaya Rendah Berbasis Arduino Mega 2560 dengan Menggunakan Sensor Adafruit MAX31856," *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 9, no. 1, pp. 261-266, 2023.

## RANCANG BANGUN ALAT SETTING ALIGNMENT RODA GIGI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI LABORATORIUM PERBAIKAN DAN PEMELIHARAAN MESIN

Kadriadi<sup>1</sup>, Yudi Siswanto<sup>1</sup>, Kadex Widhy Wirakusuma<sup>1</sup>, Muhammad Alfian<sup>1</sup>, Angga Bahri Pratama<sup>2\*</sup>, Jandri Fan HT Saragi<sup>3</sup>, Jeri Arikisa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Medan

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

<sup>4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bangka Belitung

Email : [anggabahri@polmed.ac.id](mailto:anggabahri@polmed.ac.id)

### ABSTRAK

*Alignment* adalah salah satu teknik yang digunakan untuk memelihara komponen mesin yang berputar atau mentransfer daya sehingga dapat beroperasi seefektif mungkin dan mencegah kerusakan pada komponen mesin lainnya dari kesalahan yang dibuat selama pemasangan atau pemeliharaan. *Alignment* merupakan kegiatan perawatan yang banyak dilakukan pada mesin-mesin di industri maupun mesin-mesin yang ada di lingkungan Politeknik Industri Logam Morowali khususnya di Prodi Teknik Perawatan Mesin, kompetensi *alignment* pada roda gigi dan bantalan/*bearing* sangat dibutuhkan bagi calon mekanik di industri. Pembuatan alat ini bertujuan untuk sebagai alat simulasi pembelajaran *alignment* agar mencapai kelurusan dan sentrisitas antara dua poros yang berputar (penggerak dan poros yang digerakkan) untuk mencegah gesekan, getaran, dan masalah lain yang dapat mengurangi masa pakai alat dan, tentu saja, meningkatkan biaya pengeluaran untuk perbaikan atau penggantian alat berat. Proses perancangan alat *alignment* ini menggunakan metode penggerak berupa *sprocket* dan rantai dimana penghubung antara motor penggerak dengan poros yang akan digerakkan yaitu menggunakan metode *sprocket* dan rantai. Dalam penelitian ini berfungsi untuk membantu menghasilkan rancangan dengan mempertimbangkan prespektif pengguna, sehingga hasil rancangan dapat bermanfaat secara efektif. Dari hasil uji coba alat *setting alignment* roda gigi dapat berfungsi dengan baik dengan bantuan inverter sehingga putaran motor dapat direduksi dan dapat dikontrol sesuai dengan ketentuan yang diinginkan. Alat *setting alignment* sebelumnya memiliki RPM: 1450.8 dan untuk alat *setting alignment* yang dibuat memiliki RPM: 1455.7 dengan *frequency* 50 Hz sehingga dapat disimpulkan alat tersebut dapat digunakan untuk praktikum pada laboratorium perbaikan dan pemeliharaan mesin.

**Kata kunci:** *Alignment*, *Bearing*, Rancang Bangun.

### ABSTRACT

*Alignment* is a technique used to maintain machine components that rotate or transfer power so they can operate as effectively as possible and prevent damage to other machine components from errors made during installation or maintenance. *Alignment* is a maintenance activity that is often carried out on machines in industry and machines within the Morowali Metal Industry Polytechnic, especially in the Mechanical Maintenance Engineering Study Program. Competency in the alignment of gears and bearings is very much needed for prospective mechanics in the industry. The purpose of making this tool is as a simulation tool for learning alignment to achieve straightness and centricity between two rotating shafts (drive and driven shaft) to prevent friction, vibration, and other problems that can reduce tool life and, of course, increase expenditure costs. for repair or replacement of heavy equipment. In the process of designing this alignment tool, a drive method is used in the form of a sprocket and chain, where the link between the drive motor and the shaft to be moved is the sprocket and chain method. This research serves to help produce a design by considering the user's perspective so that the design results can be useful effectively. From the test results, the gear alignment setting tool can function well with the help of an inverter so that motor rotation can be reduced and can be controlled according to the desired conditions. The previous alignment setting tool had an RPM: of 1450.8 and the alignment setting tool that was made had an RPM: of 1455.7 with a frequency of 50 Hz so it can be concluded that this tool can be used for practical work in machine repair and maintenance laboratories.

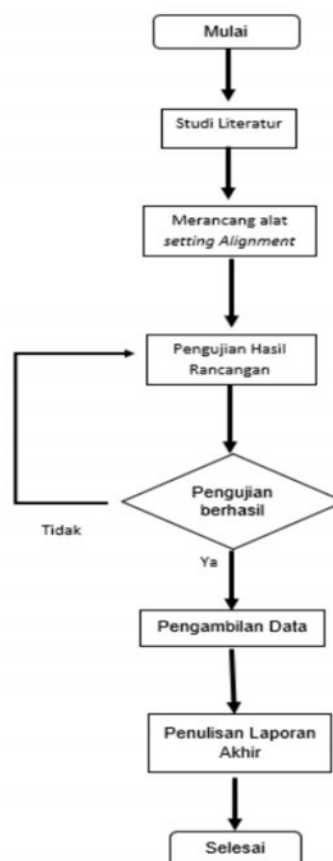
**Keywords:** *Alignment*, *Bearing*, *Design*

## PENDAHULUAN

Di dalam dunia industri, kelancaran aktivitas produksi tidak terlepas dari faktor kehandalan dari fasilitas produksi yang salah satunya adalah mesin produksi. Kehandalan dari mesin produksi sangat berperan penting dalam menentukan kelayakan mesin saat akan digunakan, kondisi ini dapat mempengaruhi kualitas produk yang akan dihasilkan [1]. Industri *smelter* dalam melakukan aktivitas produksinya menggunakan mesin-mesin *rotary*, yang dimana di dalam mesin tersebut terdapat salah satu komponen mesin yang sangat vital yaitu *bearing*. Kelurusan atau *alignment*, yaitu siklus untuk mensejajarkan sumbu poros, sehingga poros tersebut berada sejajar antara poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakkan oleh dua buah tumpuan yang saling berkaitan, merupakan salah satu elemen yang mempengaruhi kinerja *bearing* [2]. Mesin akan mengalami ketidaksejajaran jika kinerja *bearing* sedang dalam kondisi *misalignment*, sebaliknya ketidaksejajaran ini bisa diatasi apabila kondisi bering sebuah mesin dalam keadaan *alignment* [3]. Menurut [4], kurang lebih 70% yang menyebabkan mesin *rotary* rusak dikarenakan ketidaklurusan, yang efeknya *bearing* menerima gaya yang berlebih. Hal ini dapat membuat *bearing* rusak sebelum waktu yang sudah ditentukan sebelumnya. Jika kondisi ini terjadi maka dapat mengganggu performa dari mesin [5], [6]. Dalam kurikulum Politeknik Industri Logam Morowali Program Studi Teknik Perawatan Mesin terdapat mata kuliah praktik Perbaikan Mesin. Dalam mata kuliah tersebut mahasiswa diajarkan bagaimana cara melakukan *alignment* pada roda gigi. Dalam praktiknya terdapat beberapa ketidaksesuaian pada *tool* yang dipakai. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dibaca, hal ini yang melatarbelakangi penulis untuk merancang bangun media pembelajaran alat *setting alignment* roda gigi, dimana ketersediaan alat *setting alignment* untuk jenis penerus putaran motor menggunakan rantai dan *sprocket* masih belum tersedia. Alat ini dibuat berdasarkan latar belakang yang sudah penulis jabarkan, kemudian sebagai media untuk mahasiswa, supaya proses transfer ilmu pada mata kuliah perbaikan dan pemeliharaan mesin di Politeknik Industri Logam Morowali, semakin baik. Mengingat pada tahun ajaran yang akan datang kuantitas dari mahasiswa Politeknik Industri Logam Morowali akan meningkat maka. Perlunya untuk penambahan alat praktikum agar dapat memperlancar proses praktikum pemeliharaan dan pemeliharaan mesin.

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang berjudul rancang bangun alat *setting alignment* roda gigi dengan sistem penggerak *sprocket* dan rantai melewati beberapa tahapan sehingga didapat hasil akhir dari penelitian ini berupa alat yang sesuai dengan peruntukkannya. *Flowchart* dari penelitian ini bisa dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 *Flowchart* penelitian

### Alat dan Bahan

Ada beberapa alat serta bahan yang mendukung untuk penelitian ini, supaya sesuai dengan *flowchart* di atas.

#### Alat

1. *Welding Machine*
2. Gerindra
3. *Drill*
4. *Tool kit*
5. Alat Pelindung Diri (APD)
6. Meteran
7. Jangka Sorong
8. Palu las
9. Gerinda
10. Mistar siku
11. Siku magnet

## 12. Hent Rivet

### Bahan

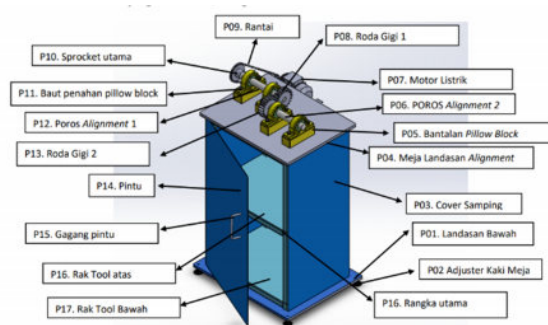
1. Besi hollow Bahan ST-37 Dimensi : 40 x 40 x 2 6000 mm
2. Besi pejal Bahan SS –304 Dimensi : Ø35 x 62,6 cm
3. Roda gigi Bahan: S - 45C
4. Elektroda RD-460 2,0
5. Mata gerinda potong
6. Cat
7. Paku keling
8. Dempul
9. Baut dan mur 19 dan 14
10. Rantai
11. *Adjuter* kaki meja

### Perencanaan

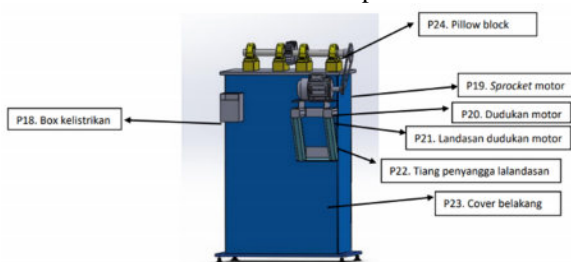
Dalam perencanaan terdapat tahapan – tahapan yang dilakukan yaitu desain alat dan proses *plan*.

### Desain Alat

Sebelum melakukan sebuah perencanaan penulias terlebih dahulu membuat desain alat yang akan dibuat, sebagai berikut:

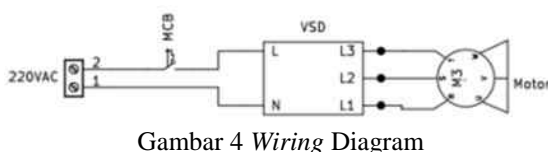


Gambar 2 Desain Alat Tampak Isometrik

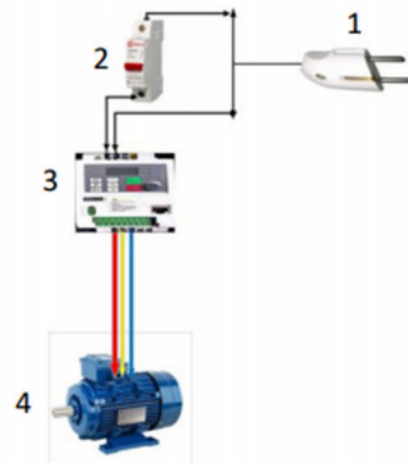


Gambar 3 Desain Alat Tampak Belakang

### Rangkaian Kelistrikan



Gambar 4 Wiring Diagram



Gambar 5 Rangkaian Kelistrikan

Keterangan gambar:

1. Steker
2. MCB
3. *Inverter*
4. Motor Listrik DC

### Perancangan

Pada tahap ini, ada beberapa proses yang harus dilakukan, sehingga nantinya pada saat masuk proses pembuatan, sudah ada panduan dalam prosesnya. Proses ini juga dilakukan untuk tahapan-tahapan ketika akan membuat suatu komponen atau produk.

1. Perancangan rangka utama alat *alignment*
2. Perancangan dudukan motor listrik
3. Perancangan cover dinding lemari
4. Perancangan plat landasan *alignment*
5. Perancangan dudukan landasan bawah
6. Perancangan adjuster kaki meja
7. Perancangan rak lemari
8. Perancangan roda gigi lurus

### Pembuatan

Setelah tahap perancangan selanjutnya tahap pembuatan alat, ada beberapa tahapan pembuatan dalam pembuatan alat *setting alignment* diantaranya:

1. Pengukuran dan pemotongan material
2. Pengelasan
3. Pengeboran
4. Pemasangan bantalan *pillow block*
5. Pemasangan komponen *alignment*
6. Pemasangan motor listrik
7. Pemasangan *sprocket* dan rantai
8. Pemasangan pintu lemari

9. Perangkaian *electrical*
10. Pengecatan

### Uji Coba

Dalam proses uji coba perlu adanya standar operasional yang harus dijalankan. Selain itu, penerapan K3 juga penting, untuk meminimalkan kecelakaan kerja. Di bawah ini merupakan proses yang dilakukan pada saat uji coba.

### Standar Operasional Prosedur (SOP)

SOP harus diikuti untuk menambah kelancaran ketika menggunakan alat. Berikut langkah-langkah yang harus diikuti:

1. Cek kondisi area kerja sebelum melakukan pengoperasian alat
2. Cek kondisi seluruh alat yang akan digunakan.
3. Pada bagian transmisi, perlu adanya dilakukan pengecekan ulang.
4. Perlu dilakukan pelumasan pada area yang harus dilumasi.
5. Pastikan kondisi disekitar pada saat alat beroperasi, tidak ada bahaya yang mengancam.
6. Apabila proses pengoprasian alat telah selesai kembalikan alat pada kondisi bersih saat Sebelum melakukan pengoprasian alat.

### Langkah Langkah Pengoperasian Alat

Operasikan alat dengan urutan sebagai berikut:

1. Menghubungkan steker pada sumber listrik
2. Menekan tombol *run* pada *inverter*
3. Mengatur kecepatan motor sesuai dengan kecepatan yang di tentukan, dengan cara memutar *potensiometer* pada *inverter*.
4. Lakukan pengambilan data jika di perlukan

### Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

K3 harus diterapkan untuk mengurangi kecelakaan kerja. Ada beberapa poin yang harus diikuti diantaranya adalah:

1. Menggunakan APD yang lengkap.
2. Pastikan tidak ada kabel yang rusak, sehingga bisa mengurangi resiko terjadinya arus pendek dan bahaya lainnya.
3. Pastikan mesin dalam keadaan normal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian

Pengujian Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan data dan kondisi pemuatan sebagai berikut: Pada pengujian alat, penulis menggunakan dua macam pengujian yaitu mengukur dari segi *vibration* dan *rotation per minute* (rpm) pada motor dan *sprocket*.

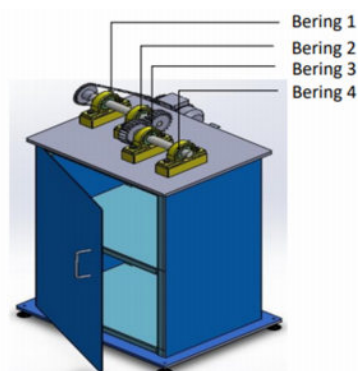
### Vibration

Pada pengujian *vibration* penulis mengukur pada 4 buah *bearing* dimana ke empat *bearing* ini berperan penting dalam penyangga poros utama *alignment*. Perbandingan pada setiap kenaikan *frequency* pada *inverter* juga dibuat. Pada pengujian ini, penulis menggunakan alat ukur getaran atau *vibration meter*.

Tabel 1 Hasil pengujian *Vibration*

Frequency (Hz)	Vibration (m/s <sup>2</sup> )			
	Bearing 1	Bearing 2	Bearing 3	Bearing 4
10	0.3	0.5	0.5	0.1
20	4.3	4.2	4.1	2.3
30	10.2	9.5	10.3	6.8
40	17.2	12.6	12.3	11.3
50	21.2	17.5	17.9	11

Berdasarkan tabel 1 di atas, perbandingan dari setiap kenaikan *frequency* berpengaruh terhadap getaran pada *bearing*.



Gambar 6 *Vibration Meter*

### Rotation per Minute (RPM)

Pada pengujian *RPM*, penulis melakukan pengukuran pada kecepatan putaran pada motor dan *sprocket* dengan melakukan perbandingan pada setiap kenaikan *frequency* pada *inverter*. Pada tahap ini, penulis memakai alat ukur yaitu *tachometer*. Alat tersebut digunakan untuk mengukur putaran pada motor dan *sprocket*.

Tabel 2 Hasil pengujian Rotation per Minute (RPM)

Frequency (Hz)	Rotation per Minute (RPM)	
	Sprocket	Motor
10	81.05	199.62
20	222.32	530.55
30	348.82	842.02
40	476.8	1147.35
50	600.62	1455.77

Dari hasil pengujian *Rotation per Minute (RPM)* dapat dilihat pada Tabel 2 dimana, kenaikan setiap *frequency* berpengaruh pada RPM motor. Berdasarkan alat paraktikum sebelumnya yang ada pada laboratorium perbaikan dan pemeliharaan mesin, penulis mencoba mengambil perbandingan putaran motor antara kedua alat dimana RPM dari alat *setting alignment* sebelumnya memiliki RPM: 1450.8 dan untuk alat *setting alignment* yang dibuat memiliki RPM: 1455.7 dengan *frequency* 50 Hz sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa alat *setting alignment* yang dibuat perbandingannya sama dengan alat yang ada di laboratorium perbaikan dan pemeliharaan mesin.

## KESIMPULAN

Dari Ada beberapa kesimpulan yang bisa diambil pada penelitian yang sudah dilakukan, diantaranya:

1. Dapat diketahui proses perancangan pada alat *setting alignment* untuk skala laboratorium perbaikan mesin.
2. Proses fabrikasi sangat menentukan tingkat kelurusan pada alat tersebut.

3. Alat yang sudah dibuat, berhasil dan bisa digunakan sebagaimana mestinya, sehingga proses transfer ilmu yang berkaitan dengan mata kuliah tersebut menjadi lebih mudah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak-pihak yang sudah terlibat pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darto. (2010). Proses Alignment Poros Berputar Dengan Metode Reverse Indicator Berbantuan Perangkat Lunak
- [2] Amrullah and Aminuddin. (2018). Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktik Alignment.
- [3] Tauvana. (2018). *Alignment Coupling* Dengan Metode *Double Dial Indicator Rim and Face* Mesin Pengerig Menggunakan Pemanas PTC 5(3), 5700–5707.
- [4] Darmawan dkk. (2016). *Misalignment* Kopling Dengan Analisis Sinyal Getaran Kondisi *Steady State* Menggunakan Metode *Reverse*.
- [5] Adiwidodo. (2016). Pengaruh *Angular* Dan *Parallel Misalignment* Terhadap Konsumsi Energi Pada Motor Listrik.
- [6] Junior S. and Saleh. (2022). Analisis Pengaruh *Misalignment* Pada Kinerja Motor Induksi

## PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TOREFAKSI TERHADAP KARAKTERISTIK DAN NILAI KALOR DARI PRODUK BRIKET ARANG ECENG GONDOK

M. Zainul Aris<sup>1</sup> Yasir Amani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Bukit Indah, Muara Satu, Kota Lhokseumawe, Provinsi Aceh

Email : zainul.180120149@mhs.unimal.ac.id

### ABSTRAK

Energi sangat dibutuhkan oleh semua masyarakat di berbagai negara, hal ini mengakibatkan perubahan iklim dan menipisnya energi tersebut, perlu upaya untuk mencari energi alternatif yang bersih, salah satunya adalah biomassa. Eceng gondok adalah biomassa yang tumbuh pesat di Indonesia, tetapi densitas energi yang dimiliki masih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan karakteristik dan nilai kalor dari biomassa eceng gondok menggunakan proses torefaksi. Pada penelitian ini eceng gondok dilakukan proses torefaksi dengan variasi temperatur yaitu 200°C, 250°C dan 300°C dan waktu penahanan selama 1 jam. *Biochar* hasil proses torefaksi kemudian dijadikan briket menggunakan perekat tepung tapioka, dengan perbandingan 10% dari berat bahan baku, dan pengepresan pada tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup>. Dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil uji proksimat kadar air terendah 5,75% pada sampel 300°C, kadar abu terendah 17,65% pada sampel 200°C, senyawa volatil terendah 39,52% pada sampel 300 dan *fixed carbon* tertinggi 25,92% pada sampel 300. Nilai kalor tertinggi dihasilkan pada sampel 300°C yaitu sebesar 5140,44 cal/g. *Shatter Index* terendah 1,68% pada sampel 300°C. Laju pembakaran briket paling optimal pada sampel 300°C sebesar 0,085 g/min dengan lama 47 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses torefaksi dan variasi temperatur torefaksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik dan nilai kalor yang dihasilkan briket eceng gondok.

**Kata kunci:** Torefaksi, Eceng Gondok, Karakteristik, Nilai Kalor, Briket.

### ABSTRACT

*Energy is needed by all people in various countries, this results in climate change and depletion of energy, it is necessary to find clean alternative energy, one of which is biomass. Water hyacinth is a biomass that grows rapidly in Indonesia, but its energy density is still low. This research aims to improve the characteristics and calorific value of water hyacinth biomass using torefaction process. In this study, water hyacinth was subjected to a torefaction process with temperature variations of 200 , 250 and 300 and a holding time of 1 hour. The biochar resulting from the torefaction process is then made into briquettes using tapioca starch adhesive, with a ratio of 10% of the weight of the raw material, and pressing at a pressure of 300 kg/cm<sup>2</sup>. From the research and testing that has been done, the proximate test results obtained the lowest moisture content of 5.75% in the 300 sample, the lowest ash content of 17.65% in the 200 sample, the lowest volatile compounds of 39.52% in the 300 sample and the highest fixed carbon of 25.92% in the 300 sample. The highest heating value was produced in the 300 sample which amounted to 5140.44 cal/g. The lowest Shatter Index was 1.68% in the 300 sample. The most optimal burning rate of briquettes in the 300 sample was 0.085 g/min with a duration of 47 minutes. The results of this study indicate that the torefaction process and torefaction temperature variation have a significant effect on the characteristics and heating value of water hyacinth briquettes.*

**Keywords:** Torefaction, Water Hyacinth, Characteristics, Calorific Value, Briquettes.

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi menjadi tulang punggung bagi masyarakat Indonesia dalam berbagai bidang. Hal ini mengakibatkan semakin menipisnya ketersediaan sumber energi tersebut. Mencari sumber energi alternatif yang bisa dimanfaatkan dan diperbaharui adalah cara yang dapat digunakan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil seperti minyak, gas, dan batubara. Salah satu sumber energi alternatif yang bisa dimanfaatkan adalah biomassa [1].

Biomassa dihasilkan dari proses fotosintesis dengan menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari atmosfer. Ketika biomassa dibakar akan melepaskan karbon dioksida yang kemudian diserap oleh tanaman sehingga pembakaran biomassa tidak menambah jumlah karbon dioksida di bumi [2], maka dari itu biomassa dianggap sebagai netral carbon. Salah satu contoh biomassa yang dapat dimanfaatkan adalah eceng gondok.

Eceng gondok memiliki kandungan yang berpotensi dijadikan sumber energi alternatif, karena pada tanaman eceng gondok terdapat kandungan selulosa yang tinggi yaitu sebesar 60%, hemiselulosa 8% dan lignin 17% [3]. Kandungan selulosa yang ada pada eceng gondok mempengaruhi jumlah kadar karbon terikat, karena komponen selulosa adalah karbon. Semakin tinggi kandungan karbon terikat pada bahan baku maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan [4]. Oleh karena itu kandungan yang dimiliki eceng gondok berpotensi untuk dijadikan sumber energi alternatif dengan proses yang dipilih yaitu proses torefaksi.

Torefaksi adalah proses termokimia yang bertujuan untuk meningkatkan densitas energi dari biomassa dan dilakukan pada suhu 200 - 300 dengan sedikit atau tanpa adanya udara [2]. Penelitian yang dilakukan mengenai karakteristik torefaksi dengan eceng gondok melalui tiga pengaturan suhu berbeda yaitu 200 , 300 , dan 400 serta pengaturan waktu yaitu 1 jam, 2 jam dan 3 jam menghasilkan peningkatan nilai kalor eceng gondok sebesar 8,18% sampai dengan 30,04%. Dari hasil Penelitian ini membuktikan bahwa proses torefaksi dapat meningkatkan nilai kalor eceng gondok [5].

Proses torefaksi ini memanfaatkan biomassa eceng gondok menjadi sebuah briket sebagai bahan bakar alternatif yang dapat menjadi solusi untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil dan penggunaan yang berkelanjutan [6]. Briket merupakan bahan bakar padat yang dihasilkan melalui proses densifikasi sehingga menghasilkan produk padat yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu, yang bertujuan untuk memperbaiki karakteristik dari bahan baku. Komponen utama dari bahan baku yang harus dimiliki adalah selulosa,

karena semakin tinggi kandungan selulosa maka kualitas briket akan semakin baik [7].

Pada penelitian ini, biomassa eceng gondok akan dilakukan proses torefaksi sebelum biomassa dilakukan proses densifikasi untuk membuat arang eceng gondok menjadi biobriket yang bertujuan untuk memperbaiki karakteristik dari biomassa serta untuk meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan dari biomassa eceng gondok.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah eceng gondok, tepung tapioka dan air.

### Alat

Besi Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat torefaksi, mesin penggiling, ayakan mesh 40, ember, timbangan digital, terpal, wadah, panci, kompor elektrik, alat press briket, cetakan briket, *oven*, *furnace*, *bomb calorimeter* dan alat laju pembakaran.

### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi variabel tetap, variabel bebas dan variabel terikat.

#### 1. Variabel Tetap

Variabel tetap dalam penelitian ini, yaitu: bahan baku eceng gondok, bahan baku sekali proses torefaksi 1 kg, waktu penahan torefaksi 1 jam, ayakan 40 mesh, perekat 10% dan densifikasi 300 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2. Variabel Bebas

Variabel bebas sesuai dengan yang diinginkan dalam penelitian, yaitu: temperatur pada proses torefaksi yaitu 200 , 250 dan 300 .

#### 3. Variabel Terikat

Variabel terikat apa yang sedang diukur dalam penelitian, yaitu: Karakteristik produk briket eceng gondok dari variasi temperatur seperti kadar air, kadar abu, volatile matter dan fixed carbon. Nilai kalor yang dihasilkan briket pada setiap variasi temperatur. Daya tahan briket terhadap benturan diuji dengan pengujian shatter index. Laju pembakaran briket pada setiap variasi temperatur.

### Tahapan Penelitian

Sebelum Adapun tahapan proses pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. **Persiapan Bahan Baku**  
Persiapan yang pertama kali dilakukan adalah pengambilan bahan baku eceng gondok di Desa Btuphat Timur, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe, Provinsi Aceh. Selanjutnya dilakukan proses pemotongan pada bahan baku eceng gondok dengan ukuran  $\pm 4$  cm yang bertujuan untuk memudahkan dalam proses pencucian serta proses torefaksi. Setelah pemotongan dan pencucian selesai selanjutnya eceng gondok dikeringkan dibawah sinar matahari selama  $\pm 30$  jam pada cuaca cerah.
2. **Proses Torefaksi**  
Proses ini bertujuan untuk megubah eceng gondok menjadi biochar. Proses torefaksi dilakukan menggunakan alat torefaksi dengan temperatur 200 , 250 dan 300 dan waktu penahan selama 1 jam.
3. **Proses Pembuatan Briket**  
Biochar yang dihasilkan dari proses torefaksi kemudian dilakukan penggilingan, hal ini bertujuan untuk memperkecil ukuran bioarang dan menjadikan sebagai serbuk, kemudian lakukan pengayakan menggunakan mesh 40 agar Biochar yang sudah diayak kemudian ditambahkan perekat dari tepung tapioka sebanyak 10% dari berat bahan baku. Pembuatan perakat dilakukan dengan cara menimbang tepung tapioka sebanyak 10gram dan air sebanyak 500 ml kemudian dimasak menggunakan kompor elektrik pada temperatur 400 dan diaduk selama  $\pm 10$  menit
4. **Proses Pencetakan Briket**  
Setelah proses pencampuran bahan baku dan perakat sudah dilakukan selanjutnya masuk ke proses pencetakan dengan cara masukkan bahan baku sebanyak 5,5gram kedalam cetakan briket, kemudian lakukan pengepresan dengan tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup> dan kemudian tahan tekanan tersebut selama  $\pm 1$  menit, setelah waktu penahan sudah mencapai 1 menit, selanjutnya keluarkan produk briket yang sudah tercetak dari cetakan briket.

#### Tahapan Analisa Data

Adapun analisa pada penelitian ini meliputi:

1. Uji proksimat (SNI 01-6235-2000).
2. Uji nilai kalor (SNI 01-6235-2000).
3. Uji shatter index (ASTM D 440-86).
4. Uji laju pembakaran.

Tabel 1 SNI 01-6235-2000

Parameter	Satuan	Persyaratan
Kadar Air	%	Maksimum 8
Kadar Abu	%	Maksimum 8
Volatile Matter	%	Minimum 15
Nilai Kalor	kal/g	Minimum 5000

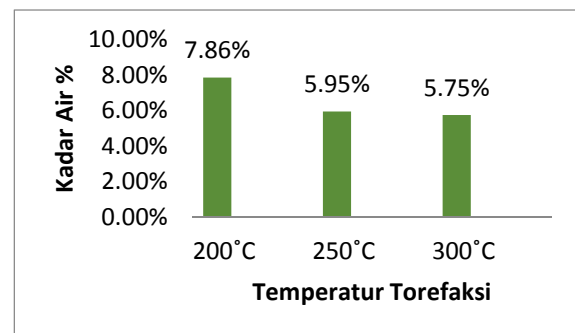
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Proksimat

Dari Pengujian proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan atau zat yang ada pada produk briket, dari pengujian yang dilakukan dapat diketahui nilai-nilai dari sifat fisisnya yaitu kadar air, kadar abu, kadar senyawa volatil (*volatile matter*) dan kadar karbon terikat (*fixed carbon*). Standar yang digunakan pada pengujian briket arang eceng gondok ini mengacu pada SNI 01-6235-2000 tentang briket arang kayu

#### Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kualitas briket, semakin tinggi kadar air pada briket maka akan semakin rendah kualitasnya, karena nilai bahan bakar akan menurun atau sulit terbakar. Sebaliknya, semakin rendah kadar air maka kualitas briket akan semakin baik [8].

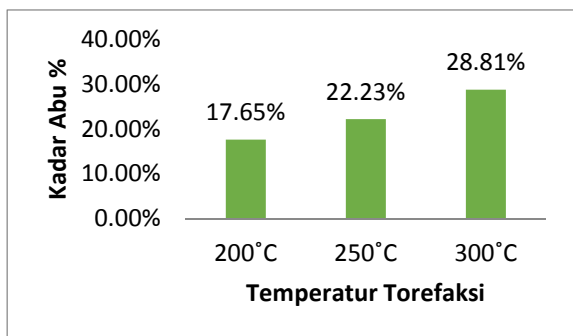


Gambar 1 Hasil Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian proksimat menunjukkan bahwa kadar air terendah dari ketiga variasi sampel briket adalah 5,75% pada sampel torefaksi 300 Sementara itu, kadar air paling tinggi yang dihasilkan adalah 7,86% pada sampel torefaksi 200 menunjukkan bahwa kadar air pada briket akan semakin rendah apabila pada proses torefaksi temperatur yang digunakan semakin tinggi. Seluruh parameter kadar air briket yang dihasilkan pada pengujian proksimat telah memenuhi standar pada SNI 01-6235-2000.

#### Kadar Abu

Abu merupakan sisa hasil dari proses pembakaran, dalam hal ini yang sisa pembakaran yang dimaksud adalah briket. Salah satu unsur penyusun abu adalah silika. Abu mempunyai pengaruh yang kurang baik terhadap nilai kalor briket karena kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket sehingga kualitas briket mengalami penurunan [8].

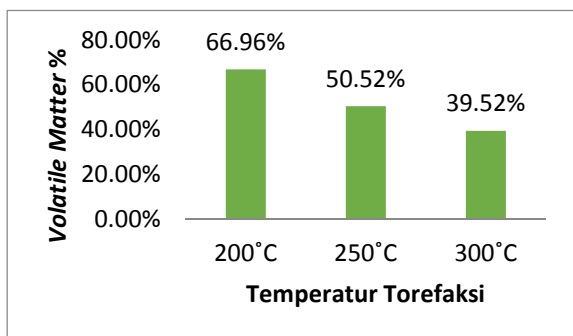


Gambar 2 Hasil Pengujian Kadar Abu

Hasil pengujian proksimat pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa kadar abu briket yang paling tinggi adalah pada sampel torefaksi 300 yaitu sebesar 28,81%. Sementara itu kadar abu paling rendah adalah pada sampel torefaksi 200 yaitu sebesar 17,65%. Dapat diketahui bahwa tinggi rendahnya kadar abu pada briket dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya pada temperatur proses torefaksi, karena semakin tinggi temperatur yang digunakan pada proses torefaksi semakin tinggi pula kadar abu yang dihasilkan begitu juga sebaliknya.

*Volatile Matter*

*Volatile matter* adalah zat yang dapat menguap akibat penguraian senyawa menjadi karbon selain air. Kandungan volatil briket yang tinggi menyebabkan lebih banyak asap saat briket dinyalakan. Hal ini disebabkan oleh reaksi antara karbon monoksida (CO) [9].

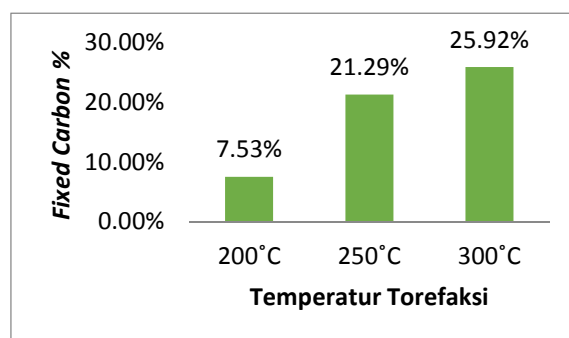


Gambar 3 Hasil Pengujian Volatile Matter

Dapat dilihat pada Gambar 3 pengujian proksimat menghasilkan nilai kadar senyawa volatil tertinggi pada sampel torefaksi 200 yaitu sebesar 66,96%, sementara itu nilai kadar senyawa volatile terendah dihasilkan pada sampel torefaksi 300 yaitu sebesar 39,52%. Dapat diketahui bahwa semakin tingginya temperatur pada proses torefaksi maka semakin rendah kadar senyawa volatil yang dihasilkan.

*Fixed Carbon*

*Fixed Carbon* pada briket dipengaruhi oleh kadar abu dan kadar dekomposisi senyawa volatil. Nilai karbon terikat sangat mempengaruhi kualitas dari briket, karena semakin tinggi nilainya maka kualitas briket akan semakin baik. Kandungan karbon terikat akan memiliki nilai yang tinggi jika nilai kadar abu dan kadar dekomposisi senyawa volatil rendah [9].

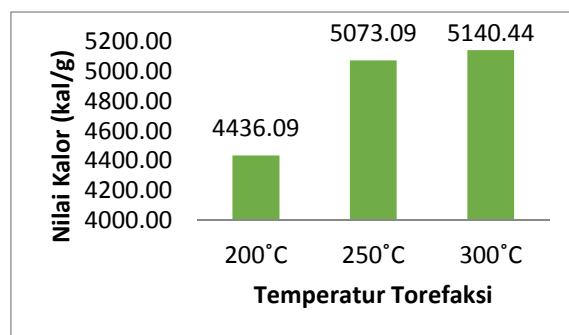


Gambar 4 Hasil Pengujian Fixed Carbon

Parameter kadar karbon terikat briket menunjukkan bahwa kadar karbon terikat paling tinggi yaitu sebesar 25,92% pada sampel torefaksi 300, sementara itu didapat juga nilai kadar karbon terikat terendah yaitu sebesar 7,53% pada sampel torefaksi 200. Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa kadar karbon terikat semakin meningkat apabila temperatur pada proses torefaksi semakin tinggi.

**Pengujian Nilai Kalor**

Nilai kalor merupakan parameter yang menunjukkan bagus atau tidaknya bahan bakar tersebut, semakin tinggi nilai kalor pada bahan bakar semakin tinggi kualitas pada bahan bakar. Oleh karena itu, nilai kalor digunakan sebagai acuan dalam pengecekan kualitas bahan bakar. Standar pengujian nilai kalor menggunakan SNI 01-6235-2000 mengenai briket arang kayu.



Gambar 5 Hasil Pengujian Nilai Kalor

Dapat dilihat pada Gambar 5 nilai kalor paling tinggi dihasilkan pada sampel torefaksi 300

yaitu sebesar 5140,44 kalori/gram, sementara itu nilai kalor paling rendah yang dihasilkan pada sampel torefaksi 200 yaitu sebesar 4436,09 kalori/gram. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur yang digunakan pada proses torefaksi akan meningkatkan nilai kalor dari bahan baku. Eceng gondok yang tidak dilakukan proses apapun menghasilkan nilai kalor sebesar 3182,39 kalori/gram, hal ini menjelaskan bahwa proses torefaksi dapat menaikkan nilai kalor dari eceng gondok [10]. Berdasarkan SNI 01-6235-2000 hasil pengujian nilai kalor briket pada sampel torefaksi 200 yaitu sebesar 4436,09, belum memenuhi persyaratan karena persyaratan standar dari nilai kalor minimal 5000 kalori/gram, sedangkan pada sampel torefaksi 250 dan 300 sudah memenuhi persyaratan.

### Pengujian Shatter Index

Pengujian shatter index dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat briket yang dihasilkan terhadap benturan yang disebabkan oleh ketinggian serta berapa % partikel yang hilang atau lepas dari briket tersebut. Pengujian dilakukan menggunakan standar ASTM D 440-86, diuji dengan cara menimbang terlebih dahulu massa briket sebelum dijatuhkan, setelah di timbang briket dijatuhkan dari ketinggian 6 ft (1,8 meter), setelah briket dijatuhkan maka timbang kembali massa briket sehingga mendapatkan berapa % partikel yang hilang.

Tabel 2 Hasil Pengujian Shatter Index

Sampel	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	Shatter Index (%)
200	5,46	5,26	3,66
250	5,38	5,27	2,04
300	5,35	5,26	1,68

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa variasi temperatur torefaksi menghasilkan nilai shatter index yang berbeda. Hasil dari pengujian ini menghasilkan briket dengan sampel temperatur 300 memiliki presentase shatter index yang lebih rendah yaitu 1,50%, sementara pada sampel temperatur 200 menghasilkan presentase shatter index yang lebih tinggi yaitu 3,66%. Dapat disimpulkan bahwa tidak hanya densitas, tekanan pencetakan, formulasi perekat dan juga jenis perekat yang mempengaruhi daya tahan dari suatu briket, tetapi temperatur torefaksi juga mempengaruhi daya tahan dari suatu briket.

### Pengujian Laju Pembakaran

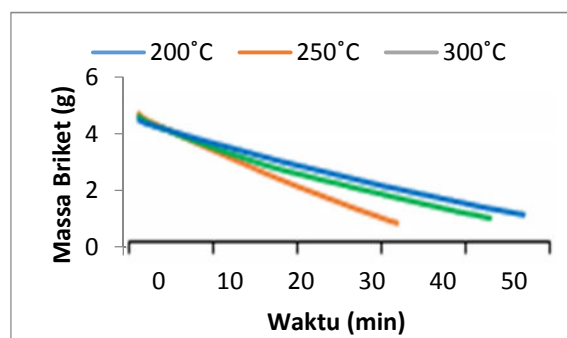
Laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui gambaran penurunan massa dari sebuah

briket apabila dinyalakan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menyalakan briket kemudian menghitung massa briket menggunakan timbangan digital dan menghitung lama pembakaran menggunakan stopwatch.

Tabel 3 Hasil Pengujian Laju Pembakaran

Sampel	Massa Briket Terbakar (g)	Waktu Pembakaran (min)	Laju Pembakaran (g/min)
200	4,61	32	0,144
250	4,29	43	0,100
300	3,98	47	0,085

Dapat dilihat pada Tabel 3 hasil dari laju pembakaran memiliki hasil yang berbeda, dimana pada sampel 300 menghasilkan waktu pembakaran paling lama, sedangkan waktu pembakaran paling cepat terdapat pada sampel 200. Untuk melihat hubungan antara penurunan massa dengan waktu pembakaran dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Penurunan Massa dan Waktu Laju Pembakaran

Dapat dilihat pada Gambar 6 hubungan antara penurunan massa briket dengan waktu laju pembakaran pada setiap sampel mengalami perbedaan. Laju pembakaran terlama terdapat pada sampel 300 yaitu 0,085 g/min dengan lama 47 menit dan laju pembakaran tercepat terdapat pada sampel 200 yaitu 0,144 g/min dengan lama 32 menit, sedangkan pada sampel 250 yaitu 0,100 g/min dengan lama 43 menit. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi seperti nilai kalor, tekanan pencetakan dan juga kerapatan suatu briket.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan juga pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa variasi temperatur torefaksi berpengaruh terhadap pengujian proksimat, dimana hasil analisa menunjukkan bahwa

semakin tinggi temperatur torefaksi semakin tinggi pula kadar abu, sedangkan untuk kadar air dan senyawa volatil akan semakin menurun. Sementara itu *fixed carbon* bergantung pada tinggi rendahnya kadar, air, abu dan senyawa volatil. Nilai kadar air terendah 5,57% pada sampel 300, kadar abu terendah 17,65% pada sampel 200, sementara sampel 300 memiliki kadar *volatile* terendah sebesar 39,52%, dan untuk *fixed carbon* tertinggi menghasilkan nilai sebesar 25,92% pada sampel 300.

Variasi temperatur torefaksi mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan, dimana nilai kalor tertinggi terdapat pada sampel torefaksi 300 sebesar 5140,44 kal/g, sementara nilai kalor terendah dihasilkan pada sampel torefaksi 200 sebesar 4436,09 kal/g.

Briket pada sampel 300 memiliki presentase shatter index yang lebih rendah yaitu 1,68%, sementara pada sampel 200 menghasilkan presentase *shatter index* yang lebih tinggi yaitu 3,66%, yang berarti briket pada sampel 300 lebih kuat jika dibandingkan dengan sampel 250 dan 200.

Laju pembakaran pada sampel 200 mengalami penurunan massa briket yang sangat cepat yaitu 0,144 g/min dengan waktu 32 menit, sementara pada sampel 300 mengalami penurunan massa yang cukup lama yaitu 0,085 g/min dengan waktu 47 menit. Hal ini sesuai dengan nilai kalor yang dihasilkan, jika nilai kalor semakin tinggi maka laju pembakaran akan semakin lama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Faizal, M. Saputra, and F. A. Zainal, "Pembuatan briket bioarang dari campuran batubara dan biomassa sekam padi dan eceng gondok," *J. Tek. Kim.*, vol. 21, no. 4, pp. 28–39, 2015.
- [2] P. Basu, *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory*. 2013.
- [3] F. I. Nuria, M. Anwar, and D. Y. Purwaningsih, "Pembuatan karbon aktif dari enceng gondok," *J. Tecnoscienza*, vol. 5, no. 1, pp. 37–48, 2020.
- [4] M. E. A. Satmoko, D. D. Saputro, and A. Budiyo, "Karakterisasi briket dari limbah pengolahan kayu sengon dengan metode cetak panas," *J. Mech. Eng. Learn.*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [5] D. Bin Song and M. S. Kim, "Characteristics of torrefaction with water hyacinth," *J. Biosyst. Eng.*, vol. 38, no. 3, pp. 180–184, 2013.
- [6] E. Ariyanto, M. A. Karim, and A. Firmansyah, "Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan," *Reaktor*, vol. 15, no. 1, p. 59, 2014, doi: 10.14710/reaktor.15.1.59-63.
- [7] A. I. Purwazi, "Analisa Perbandingan Persentase Perekat Terhadap Nilai Uji Kalor Dan Proksimat Biobriket Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Menggunakan Metode Karbonisasi," *J. Integr. Proses*, vol. 7, no. 1, pp. 20–25, 2018, doi: 10.36055/jip.v7i1.2777.
- [8] F. Iriany and A. S. S. Meliza, "Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket," *J. Tek. Kim.*, vol. 5, no. 3, pp. 56–63, 2016.
- [9] S. Balong, I. Isa, and H. Iyabu, "Karakterisasi Biobriket dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Jambura J. Educ. Chem.*, vol. 11, no. 2, pp. 147–152, 2016.
- [10] N. Amanu, "Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dan Sampah Plastik High Density Polyethylene (Hdpe) Sebagai Bahan Baku Briket," 2022.

## MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI SUSU KEMASAN KALENG MELALUI PERANCANGAN MESIN *PALLETIZING*

Dadan Heryada Wigenaputra<sup>1</sup>, Ade Ramdan<sup>2</sup>, Fajar Akbar<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

<sup>3</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

Jalan Kanayakan 21 Dago, Bandung, Jawa Barat

e-mail: [dadan\\_heryada@polman-bandung.ac.id](mailto:dadan_heryada@polman-bandung.ac.id)

### Abstrak

Sebuah perusahaan produsen susu kemasan kaleng membutuhkan sebuah *improvement* pada proses produksinya yang menginginkan proses produksi menjadi otomatis. Salah satu prosesnya yaitu memindahkan kaleng menuju *twister* minimal 1200 pcs/jam untuk jenis 400 gram dan minimal 600 pcs/jam untuk jenis 600 dan 800 gram. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dibuat sebuah rancangan mesin *palletizing* untuk memindahkan tumpukan kaleng menuju *twister* secara otomatis. Mesin yang dirancang harus mampu menahan beban dari tumpukan kaleng pada saat proses memindahkan kaleng menuju *twister*. Proses perancangan menggunakan metodologi VDI 2206 dari mulai menetapkan *requirement*, *system design*, *domain-specific design*, *system integration*, *verification/validation*, sampai dengan menghasilkan produk. Hasil proses perancangan telah menghasilkan sebuah rancangan yang mampu memindahkan kaleng menuju *twister* sebanyak 1500 pcs/jam untuk jenis kaleng 400 gram dan 810 pcs/jam untuk jenis kaleng 600 dan 800 gram. Konstruksi mesin *palletizing* sangat aman, karena beberapa komponen telah dianalisis kekuatannya dan memiliki faktor keamanan minimal 3,8.

**Kata kunci:** Meningkatkan kapasitas, Perancangan Mesin, *Palletizing*, VDI 2206.

### Abstract

*A company that produces canned milk requires an improvement in its production process which wants the production process to be automated. One process is to move the cans to the twister at a minimum of 1200 pcs/hour for the 400 gram type and a minimum of 600 pcs/hour for the 600 and 800 gram types. To overcome this problem, it is necessary to design a palletizing machine to move the pile of cans to the twister. The machine designed must be able to withstand the weight of the stack of cans during the process of moving the cans to the twister. The design process uses the VDI 2206 methodology starting from requirements, system design, domain-specific design, system integration, verification/validation, modeling and analysis and product models. The results of the design process have produced a design that is capable of moving cans towards the twister at 1500 pcs/hour for the 400 gram type and 810 pcs/hour for the 600 and 800 gram types. The components of the palletizing machine are declared very safe because several components have been analyzed and have minimum safety factor of 3.8.*

**Keywords:** Increasing capacity, Machine Design, *Palletizing*, VDI 2206.

### PENDAHULUAN

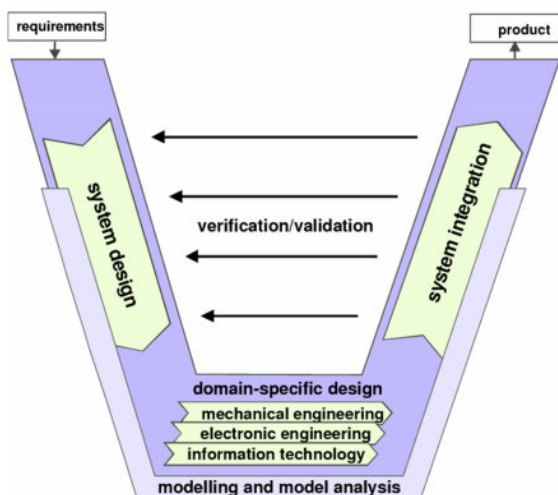
Salah satu anak perusahaan farmasi terkemuka di Indonesia yang memproduksi produk makanan dan minuman kesehatan ingin melakukan peningkatan kapasitas produksi terutama pada produk susu dalam kemasan kaleng. Kemasan kaleng susu ini memiliki beberapa jenis ukuran yang berbeda yaitu ukuran 400 gram, 600 gram, dan 800

gram. Perbedaan dari ketiga produk ini diantaranya adalah ukuran diameter dan tinggi kaleng. Proses produksi susu kemasan kaleng memiliki beberapa tahapan proses. Keseluruhan tahapan proses ini melibatkan tujuh orang operator, dimana jumlah ini dinilai tidak efektif oleh pihak manajemen perusahaan. Perusahaan ingin melakukan peningkatan kapasitas dan atau mengurangi jumlah operator pada proses tersebut sehingga dapat dialihkan pada proses produksi lainnya. Untuk mengatasi permasalahan ini pada dasarnya telah

banyak metode dan alternatif solusi yang dapat dilakukan. Salah satu upaya peningkatan kapasitas produksi adalah dengan melakukan *planning capacity* seperti yang dilakukan oleh [1]. Peningkatan kapasitas produksi dapat pula dilakukan dengan melakukan pengumpulan data proses produksi dengan metode Stopwatch Time Studi (STS) untuk langkah inisiasi pengumpulan dan pengolahan data kemudian melakukan simulasi dan pemodelan untuk mendapatkan solusi line balancing seperti yang dilakukan oleh [2]. Beberapa solusi pada permasalahan upaya peningkatan efisiensi produksi banyak dilakukan dengan menggunakan metode *lean manufacturing* seperti yang dilakukan oleh [3], [4]. Proses proses yang tidak memiliki nilai tambah atau proses yang tidak berguna diupayakan untuk diminimalkan. Namun demikian, pada penyelesaian permasalahan dalam artikel ini akan dilakukan dengan cara melakukan perancangan sebuah sistem alat bantu atau mesin dengan mengidentifikasi proses yang penting atau kritis sehingga dapat mengurangi jumlah operator dan meningkatkan kapasitas produksi seperti pada [5].

**METODE PENELITIAN**

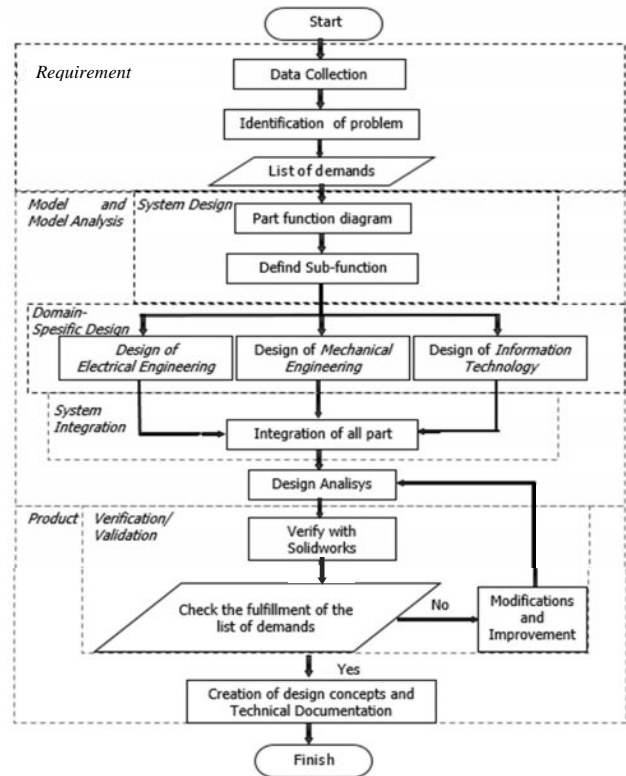
Perancangan mesin palletizing pada penelitian ini akan dilakukan dengan menerapkan metode perancangan VDI 2206 (*Verein Deutscher Ingenieure 2206*) seperti pada [6]. Agar fokus penyelesaian permasalahan fokus pada permasalahan yang ingin diselesaikan maka langkah-langkah yang dilakukan dapat dilihat seperti pada diagram alir pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. V-shaped model VDI 2206

Langkah-langkah proses perancangan yang dilakukan sesuai dengan tahapan seperti pada **Error!**

**reference source not found..** Mulai dari menentukan kebutuhan (*requirement*), *System Design*, *part spesific design*, hingga menghasilkan produk atau mesin yang diharapkan.



Gambar 2 Tahapan proses VDI 2206

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Requirement**

Pada tahapan requirement terdapat diagram alir yang mengacu pada tahapan merencana dari metodologi VDI 2222 untuk menghasilkan daftar tuntutan, berikut ini diagram alir tahapan requirement yang ditunjukkan pada Gambar 8. Pada tahapan ini dihasilkan daftar tuntutan yang dapat dilihat pada Tabel 1.



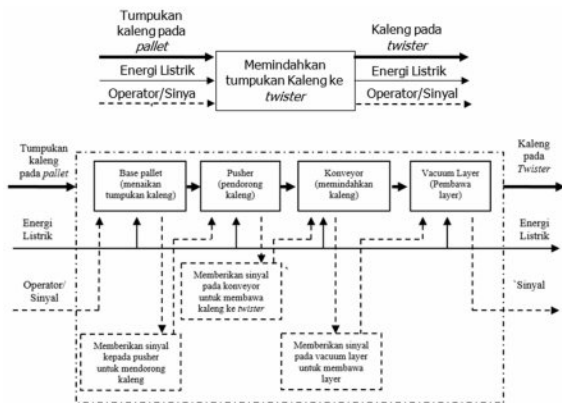
Gambar 8. Diagram alir proses VDI 2222

Tabel 1 Daftar tuntutan

No	Deskripsi Tuntutan	Nilai
1	Tinggi Mesin Palletizing	2950 mm
2	Beban minimal yang diangkat	170 Kg
3	Kapasitas produksi kaleng jenis 400 gram	1200 Pcs/jam
4	Kapasitas produksi kaleng jenis 600 & 800 gram	600 Pcs/jam

System Design

Setelah mengidentifikasi kebutuhan dengan menghasilkan daftar tuntutan, selanjutnya pada tahapan ini dibuat diagram fungsi bagian seperti pada Gambar 9 dan pendefinisian sub-sub fungsi berdasarkan urutan proses cara kerja mesin palletizing.



Gambar 9. Diagram fungsi dan sub fungsi Mesin Palletizing

Domain-Specific Design

Tahap selanjutnya adalah *Domain-Specific Design*. Pada tahap ini dilakukan perancangan yang lebih rinci dari masing-masing sub fungsi untuk memenuhi fungsi keseluruhan. Domain-spesific terdiri atas *domain* mekanik (*Mechanical engineering*), *domain* elektrik (*Electrical engineering*) dan *domain* teknologi informasi (*Information technology*).

Domain Mekanik

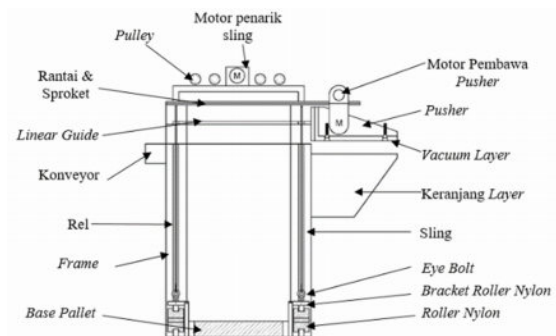
Perancangan domain mekanik dilakukan dengan cara membuat alternatif rancangan. Alternatif rancangan dibuat sebagai perbandingan antara rancangan satu dan yang lainnya. Pada tahap ini, perancangan hanya dilakukan pada bagian mekanik sehingga pemilihan komponen hanya

dilakukan pada sub-fungsi *base pallet*, *pusher*, *vacuum layer*, dan konveyor.

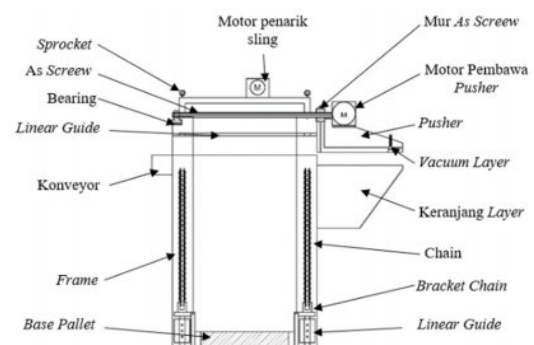
Tahap berikutnya adalah menggabungkan beberapa alternatif untuk menghasilkan variasi konsep rancangan yang optimal. Proses penentuan alternatif berdasarkan kebutuhan dan kecocokan dalam konstruksi yang akan dihasilkan. Variasi alternatif konsep yang dibuat dapat dilihat pada gambar 5, 6, 7, dan 8.

No	Fungsi Bagian	Alternatif		
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Fungsi bagian Base Pallet			
2	Fungsi bagian pusher			
3	Fungsi bagian vacuum layer			
4	Fungsi bagian konveyor			
Variasi Konsep Kombinasi (VKK)		VKK1	VKK2	VKK3

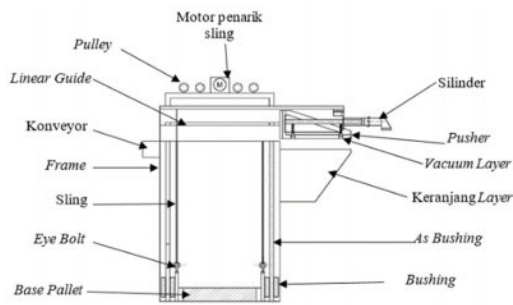
Gambar 10. Kotak Morfologi



Gambar 11. Variasi Kombinasi 1 (VKK1)



Gambar 12. Variasi Kombinasi 2 (VKK2)



Gambar 13. Variasi Kombinasi 3 (VKK3)

Tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap masing-masing variasi konsep kombinasi yang telah dibuat. Evaluasi ini dilakukan dengan menilai masing-masing variasi konsep kombinasi berdasarkan aspek teknis seperti pada Tabel 2 dan ekonomis pada Tabel 3, skala penilaian variasi konsep kombinasi ini dapat dilihat pada Tabel 4. Tahapan penilaian ini mengacu pada dilakukan untuk menentukan konsep yang paling optimal dari variasi konsep kombinasi yang telah dibuat sebelumnya.

Tabel 2 Penilaian Aspek Teknis

No	Aspek yang dinilai	Alternatif Konsep			Nilai Ideal
		1	2	3	
1	Kestabilan proses gerakan menaikkan <i>base pallet</i>	3	4	3	4
2	Kestabilan proses gerakan mendorong kaleng oleh <i>pusher</i>	4	4	3	4
3	Kestabilan proses <i>vacuum</i> pada <i>layer</i>	4	3	4	4
4	Kebisingan mesin	3	3	2	4
5	Kehigienisan konstruksi mesin terhadap produk	3	3	3	4
7	Kemudahan perakitan komponen mesin	3	2	2	4
8	Keamanan	3	3	3	4
Total		23	22	20	28
Rt = Total/28		0.821	0.786	0.714	1.000

Tabel 3 Penilaian Aspek Ekonomis

No	Aspek yang dinilai	Alternatif Konsep			Nilai Ideal
		1	2	3	
1	Kemudahan mengganti komponen	4	2	2	4
2	Kesederhanaan bentuk komponen	4	3	2	4
3	Penggunaan jumlah komponen standar	3	3	3	4
4	Proses pembuatan komponen	4	2	2	4
5	Proses perawatan komponen	3	2	2	4
Total		18	12	11	20
Re = Total/20		0.900	0.600	0.550	1.000

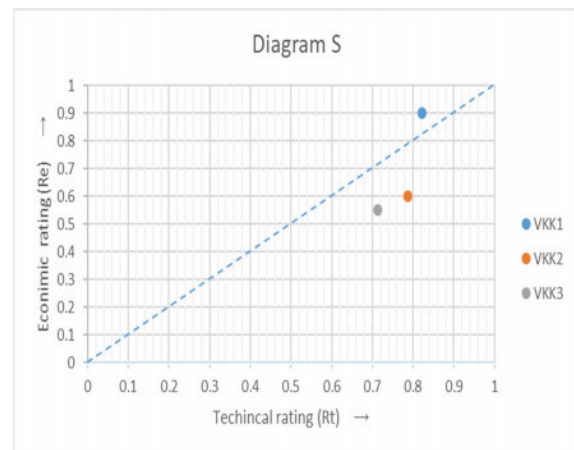
Tabel 4 Skala Penilaian

		Skala Penilaian				
Nominal		0	1	2	3	4
Kriteria		Sangat Kurang	Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik

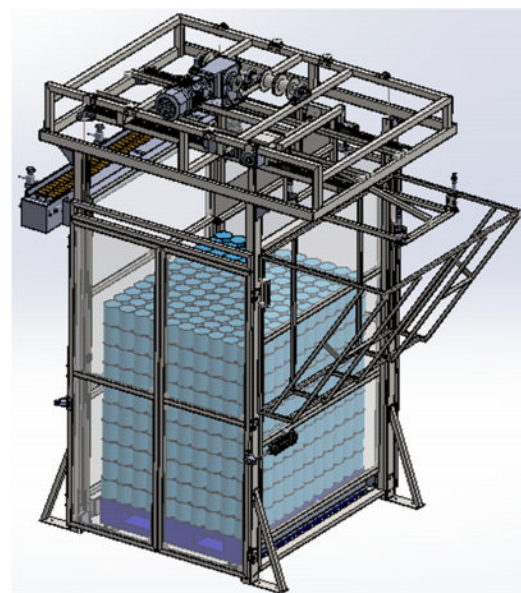
Setelah dilakukan penilaian dari aspek teknis dan ekonomis, selanjutnya dilakukan penilaian keseluruhan yang digambarkan melalui diagram s, diagram s ini menunjukkan nilai dari aspek teknis (Rt) pada koordinat sumbu x dan aspek ekonomis (Re) pada sumbu y yang dapat dilihat

pada Gambar 14. Garis diagonal pada diagram S menunjukkan nilai keseimbangan antara aspek teknis dan ekonomis, sehingga variasi konsep kombinasi yang nilainya semakin dekat dengan garis diagonal menandakan nilai dari aspek teknis dan aspek ekonomisnya lebih seimbang dan itu yang akan menjadi pilihan dalam variasi konsep kombinasi.

Berdasarkan diagram “S” yang ditunjukkan pada gambar 9, variasi konsep kombinasi 1 nilai pada aspek ekonomis dan aspek teknisnya mendekati garis diagonal dan nilainya pun lebih baik dibandingkan dengan variasi konsep kombinasi yang lain. Sehingga variasi konsep kombinasi 1 ditentukan sebagai konsep yang ideal. Selanjutnya variasi konsep kombinasi 1 dipilih untuk dilakukan perancangan selanjutnya. Hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 14. Diagram “S”



Gambar 15. Hasil Rancangan

Domain Elektrik

Perancangan domain elektronik/elektronika dilakukan apabila tahapan perancangan domain mekanik telah selesai dilakukan, pada tahap ini dipilih komponen pada bagian elektronika yang diperlukan. Komponen pada bagian elektronika digunakan untuk memenuhi fungsi otomatisasi pada komponen mekanik. Berikut ini adalah beberapa komponen utama yang digunakan untuk memenuhi fungsi pergerakan otomatis mesin palletizing yang dirancang, dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Komponen Elektrik

Domain Teknologi Informasi

Program PLC adalah suatu program yang berisi perintah-perintah untuk mengoperasikan komponen pada ranah mekanik dan elektronika. Program PLC juga digunakan untuk memproses data masukan dari sensor (*input*) menjadi suatu perintah (*output*).

*Human Machine Interface* (HMI) adalah sistem antar muka yang berfungsi untuk memudahkan operator dalam pengendalian mesin seperti merubah program, dsb. HMI juga dapat digunakan untuk menampilkan peringatan apabila terjadi kesalahan pada proses pemesinan yang dilakukan. Sehingga kesalahan dapat diatasi sesegera mungkin. HMI juga dapat diintegrasikan dengan sensor untuk menampilkan kondisi proses yang sedang dilakukan, seperti kecepatan potong, getaran, dsb.

Program HMI adalah suatu program yang dibuat untuk mengintegrasikan antara *hardware* (LCD, *push button*, dsb.) dengan *software* yang telah dibuat. Sehingga memudahkan operator dalam pengoperasian HMI.

System Integration

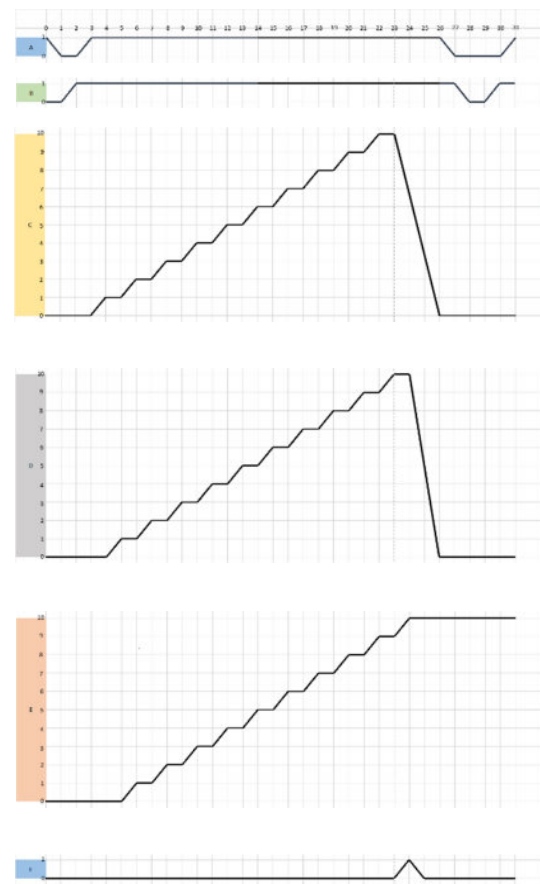
Tahapan selanjutnya dari perancangan dengan metode VDI 2206 adalah *system integration*. Pada tahapan ini dilakukan penggabungan antara ketiga bagian yang telah dilakukan perancangan pada tahapan sebelumnya.

Pada tahapan ini dibuat diagram sekuensial yang dimana menjelaskan prinsip kerja mesin palletizing yang dapat dilihat pada Gambar 17, dimulai dengan mengidentifikasi enam aktuator

yang digunakan beserta kondisi awalnya yang dapat dilihat pada Gambar 18.

Berikut dapat dilihat konsep penempatan posisi sensor mesin palletizing pada gambar 14 Top View (a), Isometrik View (b).

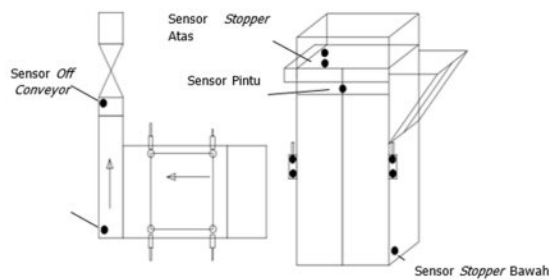
Sensor pintu berada pada bagian depan mesin dan terletak pada rangka bagian atas pintu, sensor tersebut mendeteksi adanya manusia yang membawa tumpukan kaleng, ketika sensor tersebut aktif maka pintu mesin secara otomatis terbuka dan operator siap memasukan tumpukan kaleng, ketika operator meninggalkan mesin dan sensor mendeteksi bahwa tidak ada keberadaan manusia maka pintu secara otomatis tertutup.



Gambar 17. Diagram Sekuensial

No	Aktuator	Simbol	Keterangan
1	A = Pintu	A+	Pintu terbuka
		A-	Pintu tertutup
2	B = Operator	B+	Memasukan tumpukan kaleng
		B-	Mengeluarkan tumpukan kaleng
3	C = Base Pallet	C+	Base pallet naik
		C-	Base pallet turun
4	D = Pusher	D+	Pusher maju
		D-	Pusher mundur
5	E = Konveyor	E+	Konveyor maju
		E-	Konveyor mundur
6	F = Vacuum Layer	F+	Vacuum layer maju
		F-	Vacuum layer mundur

Gambar 18. Tipe Aktuator



Gambar 19. Posisi Sensor

Sensor stopper atas berada pada bagian atas rangka mesin, yang dimana ketika base pallet yang membawa tumpukan kaleng dinaikan dan kaleng terdeteksi oleh sensor stopper atas, maka base pallet akan berhenti. Sensor stopper atas juga memberikan sinyal kepada pusher untuk mendorong kaleng menuju konveyor. Sensor on conveyor berada pada bagian idler conveyor dengan tujuan mendeteksi keberadaan kaleng yang telah didorong oleh pusher. Ketika sensor aktif maka konveyor akan bergerak sehingga memindahkan kaleng menuju twister, apabila konveyor selesai memindahkan kaleng ke twister dan sensor mendeteksi ketidakhadiran kaleng, maka konveyor berhenti dan pusher diperintahkan untuk mendorong kaleng berikutnya.

Perhitungan cycle time

Dalam perhitungan cycle time mesin palletizing harus menentukan pergerakan apa saja yang dilakukan oleh mesin dan membagi pembobotan waktu untuk asumsi dalam proses perhitungan. Adapun proses pergerakan mesin dan perkiraan waktu dapat dilihat pada Gambar 20 yang menjelaskan tentang proses pergerakan mesin untuk memindahkan kaleng menuju twister dalam 1 pallet.

No	Proses	Jumlah gerakan	Perkiraan Waktu	Satuan
1	Membuka pintu mesin	1x Proses	1	Menit
2	Memasukan tumpukan kaleng	1x Proses	2	Menit
3	Menutup pintu mesin	1x Proses	1	Menit
4	Menaikan Kaleng (Base Pallet)	10x Proses	1	Menit
5	Mendorong Kaleng (Pusher)	100x Proses	20	Menit
6	Memindahkan kaleng oleh konveyor	100x Proses	10	Menit
7	Vacuum layer menuju keranjang	10x Proses	5	Menit
8	Menurunkan pallet kosong	1x Proses	2	Menit
9	Membuka Pintu Mesin	1x Proses	1	Menit
10	Mengeluarkan pallet kosong	1x Proses	2	Menit
11	Memasukan tumpukan kaleng baru	1x Proses	2	Menit
12	Menutup Pintu mesin	1x Proses	1	Menit
TOTAL WAKTU dalam 1 Pallet			48	Menit

Gambar 20. Perhitungan Waktu Total

Apabila dilihat pada Gambar 20, bahwa ada empat proses yang harus menjadi perhatian utama dalam perhitungan cycle time yaitu proses menaikan kaleng, mendorong kaleng, memindahkan kaleng oleh konveyor dan proses vacuum layer menuju

keranjang. Untuk mempermudah proses perhitungan cycle time, dikarenakan dalam 1 pallet terdapat 10 tumpukan kaleng maka dilakukan perhitungan per 1 layer, berikut tabel yang menjelaskan tentang empat proses utama pergerakan mesin untuk memindahkan kaleng menuju twister dalam 1 layer yang dapat dilihat pada Gambar 21.

No	Proses	Jumlah gerakan	Perkiraan Waktu	Satuan
1	Menaikan Kaleng (Base Pallet)	1x Proses	6	Detik
2	Mendorong Kaleng (Pusher)	10x Proses	120	Detik
3	Memindahkan kaleng oleh konveyor	10x Proses	60	Detik
4	Vacuum layer menuju keranjang	1x Proses	30	Detik
TOTAL WAKTU dalam 1 Layer			216	Detik

Gambar 21. Perhitungan waktu pemindahan 1 layer

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, maka didapatkan beberapa kecepatan komponen yang harus dipenuhi.

1. Kecepatan base pallet

$$n_{bp} = \frac{V_{bp} \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot r} = 36,537 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan dorong pusher

$$n_p = \frac{V_p \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot r} = 34,083 \text{ rpm}$$

3. Kecepatan konveyor

$$n_k = \frac{V_k \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot r} = 33,879 \text{ rpm}$$

4. Kecepatan vacuum layer :

$$V_{vcl} = \frac{S}{t} = \frac{1,2 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 0,04 \text{ m/s}$$

Perhitungan Komponen Kritis

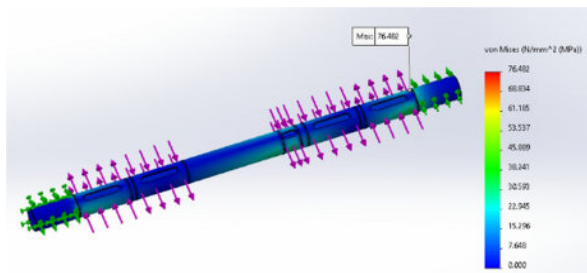
Tahapan selanjutnya dilakukan analisis komponen kritis pada mesin palletizing,

Berdasarkan perhitungan manual didapatkan data-data berikut ini:

Kontrol kegagalan von mises [7]

$$\begin{aligned} \sigma_n &= 0 \\ \sigma_x &= \sigma_n = 0 \\ \sigma_x &= \sigma_{bmax} = 76,819 \text{ MPa} \\ \tau_{xy} &= \tau_{geser} + \tau_{torsi} = 2,815 \text{ MPa} \\ \sigma_y &= 0 \\ \sigma_1 &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = 76,922 \text{ MPa} \\ \sigma_2 &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = -0,103 \text{ Mpa} \\ \sigma_{Gab} &= \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 + \sigma_2^2} = 76,973 \text{ MPa} \\ \sigma_{Gab} &\leq \sigma_{bizin} \text{ (AMAN)} \\ SF &= \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{Gab}} = 3,833 \end{aligned}$$

Berdasarkan analisis dengan perangkat lunak CAE didapatkan data seperti pada Gambar 22.



Gambar 22. Simulasi Tegangan pada Poros

Maka diperoleh hasil perbandingan perhitungan manual dengan perangkat lunak CAE seperti pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil perhitungan manual dan CAE

Poros	Manual	Software	Selisih	Persentase
Tegangan	76,973 MPa	76,482 MPa	0,491	0,638%
Safety factor	3,833	3,596	0,237	6,183%

Faktor keamanan yang terjadi masih lebih besar dari faktor keamanan minimum kasus pembebanan dinamis berganti, dimana faktor keamanan minimum adalah 3 seperti pada [8].

## KESIMPULAN

Hasil rancangan Mesin *Palletizing* perlu ditinjau dari segi keterpenuhan daftar tuntutannya. Dari proses perancangan tersebut, telah dihasilkan rancangan mesin yang mampu memindahkan kaleng menuju *twister* sebanyak 1500 pcs/jam untuk jenis kaleng susu 400 gram dan 810 pcs/jam untuk jenis kaleng susu 600 dan 800 gram. Konstruksi dari mesin *palletizing* dinyatakan sangat aman karena beberapa komponen telah dianalisis dan memiliki faktor keamanan minimal 3,8 sehingga rancangan mesin *palletizing* sangat aman. Hasil ketercapaian daftar tuntutan dapat di lihat pada Gambar 23 berikut

No	Keterangan	Tuntutan	Aktual	Hasil
1	Tinggi Mesin <i>Palletizing</i>	≤ 2950 mm	2901 mm	✓
2	Beban minimal yang diangkat	170 Kg	245,96 Kg	✓
3	Kapasitas produksi kaleng jenis 400 gr	≥ 1200 Pcs/Jam	1500 Pcs/Jam	✓
4	Kapasitas produksi kaleng jenis 600&800 gr	≥ 600 Pcs/Jam	810 Pcs/Jam	✓

Gambar 23. Ketercapaian Daftar Tuntutan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Rani, "Meningkatkan Kapasitas Produksi dengan Capacity Planning (Studi pada PT XYZ)," *J. Manaj. dan Bisnis Performa*, vol. 16, no. 1, hal. 39–49, 2019, doi: 10.29313/performa.v16i1.4571.
- [2] A. Alfredo dan S. Raharjo, "Upaya Peningkatan Kapasitas Produksi & Koeifisien Efisiensi Improvement di Proses K-Contactor Backend pada PT X," vol. 11, no. 2, hal. 273–280, 2023.
- [3] Z. Zuryensi dan M. Asrol, "Improving the Efficiency of the Production Process in the Surface Mount Technology (Smt) Industry With a Lean Manufacturing Approach," *J. Darma Agung*, vol. 30, no. 3, hal. 253–271, 2022, doi: 10.46930/ojsuda.v30i3.2451.
- [4] S. A. Putri, A. Witonohadi, dan A. D. Akbari, "Production Process Improvement Design to Eliminate Waste in 428H Chain Products Using Lean Manufacturing at PT ABC," *Ops*, vol. 15, no. 2, hal. 246, 2022, doi: 10.31315/ops.v15i2.7714.
- [5] V. Chauhan, T. Kärki, dan J. Varis, "Design of tooling system and identifying crucial processing parameters for NFPC manufacturing in automotive applications," *J. Compos. Sci.*, vol. 5, no. 7, 2021, doi: 10.3390/jcs5070169.
- [6] J. Gausemeier dan S. Moehringer, "VDI 2206-A New Guideline for the Design of Mechatronic Systems," *IFAC Proc. Vol.*, vol. 35, no. 2, hal. 785–790, 2002, doi: 10.1016/s1474-6670(17)34035-1.
- [7] Russell Hibbeler, *Mechanics of Material*, 10th Editi. 2015.
- [8] H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch, dan J. Voßiek, *Roloff/Matek Maschinenelemente*. 2009.

## ANALISA PERAWATAN INTAKE PUMP DENGAN MENGGUNAKAN METODE RISK BASED MAINTENANCE (RBM)

Rizky Brilliant Yuliandi<sup>1</sup>, Ozkar F. Homzah<sup>1\*</sup>, Ella Sundari<sup>1</sup>, Femi Permata Sari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan (DIV) Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: [ozkarhomzah@polsri.ac.id](mailto:ozkarhomzah@polsri.ac.id)

### Abstrak

*Intake Pump* merupakan salah satu *equipment* penting pada Pembangkit Tenaga Uap dengan 3x10 MW yang berfungsi untuk men-supply bahan baku air untuk memproduksi air demin, air domestik dan air servis. Dalam proses produksi air melalui *intake pump* terdapat beberapa komponen *intake pump* yang sering mengalami kerusakan, Ini bisa menjadi kerugian bagi perusahaan, oleh karena itu memerlukan pemrosesan tambahan. Pada penelitian ini menggunakan metode *Risk Based Maintenance* (RBM) untuk mencapai perawatan yang optimal untuk mengetahui dampak dan resiko kegagalan menurut komponen penting *intake pump* yaitu *impeller*, *bearing* dan *shaft*. Berdasarkan hasil studi menggunakan RBM, konsekuensi dan resiko yang dialami perusahaan sebesar Rp 221.498.196,507 atau 0.13% dari kapasitas produksi per tahun. Hasil tersebut melebihi toleransi resiko penerimaan sebesar 0.13% yang telah menjadi ketentuan perusahaan yaitu sebesar 0.05%. Hasil analisis memberikan rekomendasi bahwa perlu dilakukan perencanaan jangka waktu perawatan yang diusulkan dari kebijakan yang sudah ada yaitu dilakukan perawatan preventif sebanyak 48 kali dalam setahun untuk setiap komponen kritis yaitu mengurangi jumlah konsekuensi dan resiko menjadi Rp 198.002.597 atau 0.01%.

**Kata kunci:** *Pompa Intake*, *Risk Based Maintenance* (RBM), Komponen kritis, interval perawatan.

### Abstract

*Intake Pump* is one of the important equipment in the steam power plant of 3x10 MW electrical generator which functions to supply raw water to production of demin water, domestic water and service water. In the process of producing water through the intake pump there are several components of the intake pump that often experience damage, this can be a loss for the company, therefore requiring additional processing. In this study, the *Risk Based Maintenance* (RBM) method was carried out to achieve optimal maintenance by knowing the impact and risk of failure according to important intake pump components, namely *impeller*, *bearing* and *shaft*. Based on the analysis results of the RBM calculation, the consequences of risks accepted is low to 0.05% by the company that achieved to 221,498,196.507 Indonesian rupiah it's to 0.13% of production capacity per year. This value exceeds the acceptance risk tolerance of 0.13% which has become a company provision. Therefore, it is necessary to plan the proposed maintenance period from the existing policy, which is carried out 48 times a year for each critical component such to reducing the number of consequences and risks to 198,002,597 Indonesian Rupiah or equal to 0.01%.

**Keywords:** *Intake Pump*, *Risk Based Maintenance* (RBM), *Critical Components*, *Maintenance Intervals*.

### PENDAHULUAN

Mesin merupakan bagian penting dari suatu perusahaan sebagai sarana penunjang produksi. Perusahaan sering melakukan investasi dengan mempertimbangkan efisiensi mesin dalam produk manufaktur. Saat mesin *down*, produktivitas perusahaan terganggu karena *down time* mempengaruhi volume produksi, meningkatkan

biaya operasi dan pelayanan pelanggan [6]. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin– mesin produksi dalam melaksanakan tugasnya. Untuk mencapai hal itu diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik [14]. Menurut [8] Perawatan merupakan kegiatan yang penting dilakukan untuk mencegah kerusakan suatu mesin. Menurut [13] mendefinisikan perawatan menjadi bentuk aktivitas yang dilakukan buat mencapai

output yang sanggup mengembalikan item atau mempertahankannya dalam syarat yang selalu bisa berfungsi.

Salah satu bahan baku utama yang digunakan PLTU 3x10 MW adalah air yang berasal dari sungai enim, dimana proses air tersebut akan ada pompa yang berfungsi untuk memompakan air menuju tempat satu ke tempat yang lain, seperti pada pompa *Intake Pump* yang berfungsi sebagai *supply* bahan baku air untuk PLTU untuk memproduksi air demin, air domestik dan air servis.

Berdasarkan [12] pompa yang ada di PLTU 3x10 MW, *intake pump* memiliki jumlah kerusakan tertinggi dibandingkan dengan pompa lainnya. Karenanya, diperlukan langkah-langkah perawatan atau pemeliharaan asset dari perusahaan, termasuk perbaikan, konfigurasi, atau penggantian, agar setiap komponen dapat berfungsi maksimal dan kegiatan produksi dapat berjalan sesuai jadwal yang sudah ditetapkan.

Hasil penelitian [3], metode yang digunakan yaitu *Risk Based Maintenance* (RBM). Metode ini diperkenalkan sang Faisal Khan & Mahmoud Haddara, dimana metode ini bisa menaruh usulan berupa perencanaan perawatan mesin yang optimal, menggunakan mempertimbangkan resiko-resiko yang bisa terjadidampak kegagalan berdasarkan mesin.

Tujuan utama dari metode *Risk Based Maintenance* (RBM) adalah untuk menilai tingkat resiko yang ditanggung perusahaan jika komponen tidak berfungsi, dengan mempertimbangkan hasil penilaian, jika resiko melebihi batas toleransi resiko yang ditetapkan oleh perusahaan, berarti perlu untuk membuat rencana pemeliharaan.

## METODE PENELITIAN

Dalam sebuah studi, langkah-langkah penelitian sangat peran penting, karena tahap penelitian ini menggambarkan proses sistematis dalam memecahkan masalah yang diteliti. Langkah yang ada dalam penelitian ini terbagi menjadi lima, yaitu:

### 1. Tahap Pendahuluan

Pada pendahuluan berisi tentang langkah awal yang dilakukan sebelum menuju ke langkah selanjutnya. Di mana pada tahap ini berisi Pengantar (mulai), identifikasi masalah, perumusan masalah dan tujuan, Studi Literatur, serta tinjauan pustaka.

### 2. Tahap pengumpulan Data

Pada tahap ini, data yang dipakai merupakan data utama dan data sekunder. Data yang diperoleh secara tatap muka merupakan data utama. Sedangkan data sekunder yaitu data komponen

mesin, data frekuensi kerusakan komponen mesin, & data perawatan komponen mesin. Data yang diharapkan pada penelitian terdiri dari: Data Deskripsi Data kegiatan *Intake Pump*, Data perawatan *Intake Pump* Data *downtime Intake Pump*, Data *Time To Failure*, Data *Time To Repair*, Data harga komponen, Data biaya material, Data biaya mekanik.

### 3. Tahap Pengolahan Data

Dilakukan pengolahan data dimulai dari penentuan komponen kritis, Perhitungan *Mean Time to Failure*, *Mean Time to Repair* dan *Mean Downtime*, Perhitungan *Risk Based Maintenance* (RBM).

### 4. Tahap Analisa dan Pembahasan

Setelah dilakukannya pengolahan data, diketahui hasil menurut pengolahan data menggunakan metode RBM yaitu mengetahui komponen kritis dan resiko dalam mesin pompa, Mengetahui perkiraan resiko dan mengevaluasi resiko kerusakan dalam mesin *intake pump*. Memberikan usulan waktu perawatan komponen *intake pump*.

### 5. Kesimpulan dan saran.

Dalam tahap ini, setelah data hasil penelitian telah selesai diolah dan dari Analisa yang dibuat, diperoleh konklusi yang akan menjawab tujuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Komponen Kritis

Tabel 1 dan 2 merupakan langkah penentuan komponen kritis dipakai untuk memeriksa komponen apa saja yang termasuk kedalam kategori kerusakan tertinggi. Penentuan komponen kritis bertujuan untuk mengetahui komponen yang termasuk kedalam komponen yang menjadi prioritas untuk dilakukannya perawatan secara berkala dengan jangka waktu yang panjang. Untuk memperjelaskan komponen apa saja yang termasuk kedalam kategori kerusakan seperti komponen kritis, komponen yang paling besar atau sering terjadi kerusakan dan yang paling terkecil di ilustrasikan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Interval Kerusakan Komponen Intake Pump

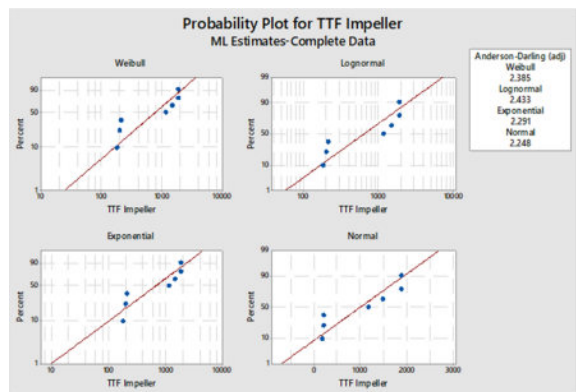
No	Komponen													
	Impeller		Sealing		Shaft		Coupling		Auxiliary Impeller		Housing Pump		Pressure Gauge	
	Waktu	Interval (hari)	Waktu	Res-off (hari)	Waktu	Res-off (hari)	Waktu	Res-off (hari)	Waktu	Res-off (hari)	Waktu	Res-off (hari)	Waktu	Res-off (hari)
1	17:00 2022	-	00:00 2022	-	00:00 2022	-	01:00 2022	-	00:00 2022	-	07:00 2022	-	17:00 2022	-
2	0:00 2022	48	0:00 2022	9	08:00 2022	9	0:00 2022	39	14:00 2022	44	01:00 2022	147	14:00 2022	33
3	23:00 2022	72	10:00 2022	3	10:00 2022	39	01:00 2022	140	19:00 2022	127				
4	11:00 2022	8	10:00 2022	33	10:00 2022	100								
5	07:00 2022	-	12:00 2022	20	01:00 2022	13								
6	14:00 2022	9	08:00 2022	58										
7	14:00 2022	61												
8	00:00 2022	10												

Tabel 2 Hasil penentuan komponen kritis

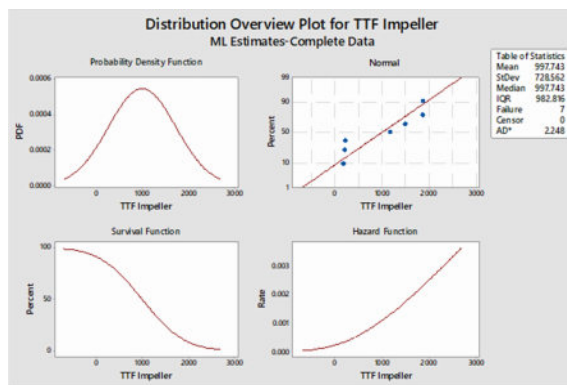
No	Komponen	Frekuensi Kerusakan	Kumulatif	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Impeller	8	8	27,586%	27,586%
2	Bearing	6	14	20,689%	48,275%
3	Shaft	5	19	17,241%	65,517%
4	Coupling	3	22	10,344%	75,862%
5	Auxiliary Impeller	3	25	10,344%	86,206%
6	Housing Pump	2	27	6,896%	93,103%
7	Pressure Gauge	2	29	6,896%	100%

**Penentuan Parameter Distribusi Time To Failure (TTF), Time To Repair (TTR), dan Down Time (DT)**

Penentuan distribusi data *Time To Repair* (TTR), *Time To Failure* (TTF) dan *Down Time* (DT) dikerjakan menggunakan software minitab. Uji distribusi ini bertujuan Tujuan dari uji distribusi ini adalah untuk menentukan pola kegagalan komponen yang terpilih menggunakan distribusi normal dengan dua parameter yaitu parameter Mean ( $\mu$ ) dan Standar Deviasi ( $\sigma$ ), eksponensial satu parameter yaitu laju kerusakan ( $\lambda$ ), weibull dengan dua parameter yaitu parameter skala ( $\beta$ ) dan parameter bentuk ( $\eta$ ) dan Lognormal dengan dua parameter yaitu parameter scale (s) dan parameter lokasi (tmed). Tabel 3 menunjukkan hasil penentuan distribusi *Time To Repair* (TTR), *Time To Failure* (TTF) dan *Down Time* (DT). Contoh Hasil penentuan Parameter TTF, TTR dan DT. Mencari Parameter TTF komponen impeller menggunakan software minitab. Dari Gambar 1 untuk menentuakan nilai parameter dilihat nilai terkecil Anderson-Darling yaitu yang terkecil adalah Distribusi Normal dengan nilai 2.248. Pada Dari gambar 2 diketahui nilai parameter Mean ( $\mu$ ) = 997.743 dan Standar deviasi ( $\sigma$ ) = 728.562.



Gambar 1 Grafik Anderson-Darling untuk TTP Impeller



Gambar 2 Grafik estimasi ML TTF Impeller

Tabel 3 Hasil Distribusi TTF, TTR dan DT

Komponen	Distribusi					
	TTF	Parameter	TTR	Parameter	DT	Parameter
Impeller	Normal	$\mu$ 997.743	Weibull	$\eta$ 1.16030	Normal	$\mu$ 15.5625
		$\sigma$ 728.562		$\beta$ 1.75156		$\sigma$ 7.72450
Bearing	Lognormal	s 1.01527	Lognormal	tmed 0.398266	Lognormal	s 1.20566
		tmed 5.74759		tmed 1.63895		
Shaft	Exponensial	$\lambda$ 0.4166	Weibull	$\eta$ 0.931871	Lognormal	s 1.62071
				$\beta$ 2.07176		tmed 2.86490

**Penentuan Mean Time To Failure (MTTF), Mean Time To Repair (MTTR) dan Mean Down Time (MDT)**

Penentuan Mean *Time To Failure* (MTTF), *Mean To Repair* (MTTR) dan *Mean Down Time* (MDT) dilakukan sesuai dengan distribusi yang mewakili dari setiap komponen kritis *intake pump*. Tabel 4, 5 dan 6 merupakan hasil penentuan MTTF, MTTR dan MDT dihitung dengan menggunakan rumus:

*Distribusi Normal*

$$MTTF/MTTR/MDT = \mu \dots \dots \dots (1)$$

*Distribusi Lognormal*

$$MTTF/MTTR/MDT = tmed \cdot e^{\frac{s^2}{2}} \dots \dots \dots (2)$$

*Distribusi Ekponensial*

$$MTTF/MTTR/MDT = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (3)$$

*Distribusi Weibull*

$$MTTF/MTTR/MDT = \dots \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

$\eta$  = Parameter Skala

$\beta$  = Parameter Bentuk

$\lambda$  = Laju Kerusakan

$\mu$  = Rata-rata

$\Gamma$  = Nilai menunjukkan fungsi gamma yang nilainya diperoleh dari tabel fungsi

s = Parameter Bentuk

tmed = Location Parameter

contoh perhitungan MTTF  
 Impeller MTTF Distribusi Normal=  $\mu$

= 997.743 atau 41 hari

Bearing MTTF Distribusi Lognormal =  $t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$

= 5.74759 · 2.718  $\frac{1.01527^2}{2}$

= 805.217 atau 33 hari

Tabel 4 Hasil perhitungan MTTF

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTF (Jam)	MTTF (Hari)
Impeller	Normal	$\mu$	997.743	41
		$\sigma$	728.562	
Bearing	Lognormal	s	1.01527	33
		Tmed	5.74759	
Shaft	Exponensial	$\lambda$	0.4166	2400.384

Tabel 5 Hasil perhitungan MTTR

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTR (Jam)	MTTR (Hari)
Impeller	Weibull	$\eta$	1.16030	0.04304
		$\beta$	1.75156	
Bearing	Lognormal	s	0.667063	0.01003
		tmed	0.398266	
Shaft	Weibull	$\eta$	0.931871	0.03439
		$\beta$	2.07176	

Tabel 6 Hasil perhitungan MDT

Komponen	Distribusi	Parameter	MDT (Jam)	MDT (Hari)
Impeller	Normal	$\mu$	15.5625	0.64843
		$\sigma$	7.72450	
Bearing	Lognormal	S	1.20566	0.13490
		Tmed	1.63895	
Shaft	Lognormal	S	1.62071	0.42611
		tmed	2.86490	

**Perhitungan Risk Based Maintenance (RBM) Estimasi Resiko**

1. Skenario kegagalan pada intake pump

Penyusunan skenario kegagalan dari masing – masing komponen kritis berdasarkan hasil wawancara dengan pihak *engineering* dan bagian teknik *maintenance* sehingga pada bagian ini masih termasuk kedalam estimasi *probability of failure* karena hanya berdasarkan hasil dari wawancara.

2. Penilaian konsekuensi

Menentukan konsekuensi yang terjadi karena adanya probabilitas kegagalan dari skenario kegagalan. Kegagalan yang terjadi pada komponen kritis tidak menimbulkan dampak lingkungan, kesehatan manusia maupun merusak fasilitas perusahaan. Pada bagian ini masih termasuk

kedalam estimasi *probability of failure* karena penilaian konsekuensi masih berdasarkan hasil wawancara pihak *engineering*.

3. Analisa Kegagalan Probabilitas

Dari Analisa yg dibuat, diperoleh konklusi yg akan menjawab tujuan sehingga pada bagian ini masih termasuk kedalam *probability of failure* . Penentuan Kegagalan di ilustrasikan pada tabel 6 dan dihitung menggunakan rumus :

Distribusi Normal

$$R(T) = 1 - \left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \dots\dots\dots (5)$$

Distribusi Lognormal

$$R(T) = 1 - \left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \dots\dots\dots (6)$$

Distribusi Ekponensial

$$R(T) = e^{-\lambda r} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

R(T)= Keandalan (Reliability)

e= Bilangan Eurel (2,718)

T= Total waktu operasi

$\eta$ = Parameter Skala

$\beta$ = Parameter Bentuk

= Laju Kerusakan

r= Jumlah Kerusakan

$\sigma$ = Standar deviasi

Tabel 7 Nilai Kegagalan komponen kritis

No	Komponen	Down time	MTTR	Loss of revenue	Biaya Teknisi	Biaya Material	Harga Komponen	System Performance Loss
1	Impeller	0.64843	0.04304	Rp 900.000.000	Rp 500.000	Rp 1.360.000	Rp 20.731.000	Rp 605.699.520
2	Bearing	0.13490	0.01003	Rp 900.000.000	Rp 500.000	Rp 1.360.000	Rp 2.397.437	Rp 125.172.452
3	Shaft	0.42611	0.03439	Rp 900.000.000	Rp 500.000	Rp 1.360.000	Rp 15.858.000	Rp 49.946.889

Tabel 8 Nilai Konsekuensi System Performance Loss

Komponen	Distribusi	Parameter	T(hari)	R(T)	Q(T)
Impeller	Normal	$\mu$	997.743	0.9131	0.0869
		$\sigma$	728.562		
Bearing	Lognormal	s	1.01527	182,5	0.00028
		tmed	5.74759		
Shaft	Exponensial	0.4166		0.12456	0.87544

4. Perkiraan Konsekuensi dan resiko

Pada bagian ini masih termasuk kedalam estimasi *probability of failure* karena masih memperkirakan atau memungkinkan kosekuensi dan resiko yang diterima perusahaan. Tabel 8 memperlihatkan hasil perhitungan SPL diperoleh berdasarkan rumus :

$System\ performance\ loss = (Loss\ of\ Revenue \times Downtime) + (MTTR \times biaya\ teknisi) + biaya\ material + harga\ komponen$  (8).

#### 5. Menghitung nilai resiko

Pada bagian ini akan terlihat estimasi konsekuensi atau resiko yang diterima perusahaan dan masih termasuk kedalam *probability of failure*. Resiko diperoleh dengan mengalihkan probabilitas kerusakan dengan nilai *System performance loss* pada tabel 8. Resiko =  $Q(T) \times System\ performance\ loss$  (9).

Tabel 9 Resiko Biaya Yang Diterima Perusahaan

Komponen	Q(T)	Resiko
Impeller	0.0869	Rp 52.635.288,288
Bearing	0.99972	Rp 125.137.403,713
Shaft	0.87544	Rp 43.725.504,5062
Total		Rp 221.498.196,507

### Evaluasi Resiko

Pada tahap ini menjelaskan bahwa evaluasi resiko merupakan bagian dari proses evaluasi terhadap *consequence of failure* yang diketahui pada bagian estimasi resiko.

#### 1. Penyusunan batas toleransi resiko

Tabel 10 menjelaskan batas toleransi resiko sangat bervariasi dan tidak terdapat metodologi khusus buat memilih batas toleransi. Penyusunan batas toleransi ini dilakukan melalui wawancara menggunakan asisten manager bagian *maintenance*. Perusahaan memutuskan kriteria penerimaan resiko sebanyak 0.05% berdasarkan kapasitas produksi. Kapasitas produksi dihitung berdasarkan nilai pendapatan perhari selama satu tahun.

#### 2. Membandingkan nilai resiko dan batas toleransi

Hasil perbandingan antar resiko dan kriteria menerangkan bahwa resiko melebihi menurut kriteria perusahaan, sebagai akibatnya perlu dilakukan perencanaan perawatan.

Persentase 0.13% didapat dari total *risk* dibagi dengan Kapasitas produksi mesin selama 1 tahun.

Tabel 10 Nilai resiko dan batas toleransi resiko

Periode 1 tahun	Pendapatan perhari	Kapasitas Produksi / tahun	Total Risk	Persentase	Batas Toleransi risk
182,5	Rp 900.000.000	Rp 164.250.000.000	Rp 221.498.196,507	0.13%	0.05%

### Maintenance Planning

Pada bagian ini merupakan bagian dimana mencari solusi dari resiko yang diterima perusahaan dan dipilih Optimasi interval perawatan usulan dan ini sudah termasuk kedalam evaluasi *consequence of failure*.

Untuk menentukan interval perawatan usulan dilakukan perhitungan konsekuensi dan resiko, dengan mempertimbangkan biaya perawatan preventif menurut peralatan yang digunakan dan resiko umum yang diamati menurut *system performance loss*. Persentase 0,12% dan 0,01% merupakan total resiko dibagi dengan kapasitas produksi mesin selamatahun. Resiko total adalah penjumlahan dari risiko setiap komponen kritis dan biaya pemeliharaan preventif dari penjumlahan semua komponen kritis. Konsekuensi dan resiko dihitung di bawah ini sesuai dengan interval perawatan yang disarankan. Tabel 11 hasil perhitungan konsekuensi dan resiko menurut interval perawatan usulan:

Tabel 11 Rekomendasi RBM

Kondisi	Jumlah perawatan	Biaya Perawatan	Kapasitas produksi / tahun	Total Risk	Persentase	Toleransi Risk
Usulan I	24	Rp 3.915.936	Rp 164.250.000.000	Rp 209.750.971	0.12%	0.05%
Usulan II	48	Rp 7.831.872	Rp 164.250.000.000	Rp 198.002.597	0.01%	0.05%

Setelah Dari hasil tabel 11 merupakan hasil *Risk Based Maintenance (RBM)* dengan melakukan perbandingan perawatan antara *existing* dan usulan didapatkan bahwa usulan I dengan perawatan 24 kali dalam setahun biaya perawatan lebih besar daripada sebelum dilakukan perawatan, tetapi untuk total resiko yang diterima oleh perusahaan lebih kecil dan *Persentase* resiko yang di peroleh sebesar 0.12% nilai tersebut masih melebihi kriteria penerimaan dari perusahaan yaitu 0.05% akan tetapi *persentase* resiko dari sebelum adanya perawatan dan setelah adanya perawatan 24 kali selama setahun berkurang 0.01% sedangkan interval perawatan usulan II dengan perawatan 48 kali setahun atau 1 kali dalam satu minggu untuk biaya perawatan lebih besar daripada sebelum perawatan dan usulan I, tetapi untuk total resiko yang diterima oleh perusahaan semakin kecil dan *Persentase* resiko yang di peroleh sebesar 0.01% nilai tersebut berada dibawah toleransi penerimaan resiko yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 0.05%.

### KESIMPULAN

Hasil Berdasarkan hasil penelitian diatas Komponen kritis yang diambilada tiga komponen kritis *Impeller*, *Bearing* dan *Shaft*. Hasil Perhitungan konsekuensi dari resiko yang diterima oleh

perusahaan sebesar Rp 221.498.196 dan *Persentase* resiko yang di peroleh sebesar 0.13% nilai tersebut melebihi toleransi penerimaan resiko yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga perlu perawatan perencanaan. Untuk *Maintenance Planning* yang digunakan adalah optimasi Interval perawatan usulan, Berdasarkan hasil perhitungan maka perawatan usulan *intake pump* yaitu 48 kali dalam setahun atau satu minggu satu kali perawatan. Dimana untuk usulan perawatan 48 kali biaya perawatan lebih besar yaitu sebesar Rp 7.831.872 , akan tetapi resiko yang diterima oleh perusahaan lebih kecil yaitu senilai Rp 198.002.597 dengan persentase resiko yang diperoleh sebesar 0.01% dan nilai tersebut berada dibawah toleransi penerimaan resiko yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 0.05%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada bapak Hengky Saputra sebagai Assistant Manager Pemeliharaan dan Perawatan PT Bukit Energi Servis Terpadu (BEST) dalam membantu dan arahan dalam proses memberikan data-data penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agnaputi SY., Alhilman J., & Atmaji FTD (2020). Usulan Kebijakan Pemeliharaan dan Umur Ekonomis Untuk Pompa Penyerap Larutan CO Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (RBM) DAN Remaining Life Assessment PT XYZ. e-Proceeding of Engineering., 7(2). <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/1339>
- [2] Ahmad, GN (2022). Manajemen Operasi. Bumi Aksara. <https://doi.org/10.31219/osf.io/s5feu>
- [3] Astuti, DD, Alhilman, J, & Sutrisno (2015). Optimasi Interval Perawatan Mesin Rotari Strok Dengan Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (RBM) Di PT Kharisma Printex Bandung. e-Proceeding of Engineering., 2(2). <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/>
- [4] Aviva, WH, Atmaji, FTD, & Alhilman J (2019). Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA. Ilmiah Teknik Industri, 18(2) 213-223. <https://doi.org/10.23917/jiti.v18i2.8551>
- [5] Efendi, A (2022). Pompa & Kompresor. Penerbit Andi.
- [6] Giffari F & Yudha P (2020). Perancangan Aktivitas Perawatan Pada Conveyer System Batu Bara dengan Metode Risk Based Maintenance (RBM) dan Reliability Centered Maintenance II. Teknik ITS, 9(2) F304 – F309, <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.5603>
- [7] Mainten Khan, FI, & Haddara, MM (2003). Risk Based Maintenance (rbm): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 16(6) 561-573. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2003.08.011>
- [8] Hakiki, SHA, & Dwisetiono (2021). Analisa Sistem Pelumas Menggunakan Metode FMEA Guna Mengetahui Kegagalan Sistem. Teknik Sistem Perkapan Universitas Hang Tuah. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/zonalaut>.
- [9] Maharani A., Wahyuni I., Supriyadi., Nalhadi A., & Fathurohman (2021). Analisa Biaya Perawatan Sistem Pneumatic Dengan Menggunakan Metode Risk Based Maintenance Dan Cost Of Unreliability. Inovasi dan Kreativitas (JIKA), 2(1) 10-19, doi: :10.30656/jika.v2i1.4722
- [10] Mahardika, M., Sudiarso A., & Prihandana GS (2021). Perancangan dan Manufaktur Pompa Sentrifugal. Universitas Gadjah Mada Press.
- [11] Mentari, D, Lie, D, Efendi, Sherly (2017). Analisis Pelaksanaan Kegiatan Pemeliharaan (Maintenance) Terhadap Kualitas Produk Pada CV Green Perkasa Pematangsiantar. MAKER, 3(1) 40-48. <https://media.neliti.com/media/publications/315002-analisis-pelaksanaan-kegiatan-pemeliharaan-50712.pdf>
- [12] Ponidi (2022). Metode Penentuan Komponen Kritis. UM Surabaya.
- [13] PT.BEST.2022.Dokument Root Cause Failure Analisis (RCFA) Tanjung Enim 13X10MW. TanjungEnim:PLTU3X10 MW.
- [14] Tulloh, R, Sodikin, & Khasanah, R (2019). Usulan Perawatan Bouy Tsunami Dengan Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (RBM). REKAVASI, 7(1) 56-61. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/rekavasi>

/article/view/1328/1043. ance II. Teknik ITS,  
9(2) F304 – F309 <https://ejurnal.its.ac.id>

- [15] Utomo, MRW, Arbiantara, H, & Nurkoyim M (2018). Perencanaan Perawatan Mesin Pump 107 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PT. Petroki,ia Gresik. Energi dan Teknologi Manufaktur, 2(1) 33-38, <https://doi.org/10.33795/jetm.v1i02.13>.

## VARIASI SUDUT POTONG DAN KECEPATAN POTONG TERHADAP LAJU PEMAKANAN MATERIAL SCM 440

Arianda Pratama<sup>1</sup>, Zaldy Kurniawan<sup>2</sup>, Husman<sup>3</sup>, Ilham Ary Wahyudie<sup>4</sup>

<sup>2</sup>Ketua Peneliti

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Jl. Timah Raya, Air Kantung – Sungailiat Bangka

Email : [ariandapratama3107@gmail.com](mailto:ariandapratama3107@gmail.com)

### Abstrak

Saat proses pembubutan benda kerja, ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akhir benda kerja, seperti sudut potong dan kecepatan potong. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material SCM 440. Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu *Response Surface Methodology* (RSM), dengan desain dua parameter yang masing-masing memiliki tiga level untuk setiap variasi parameter. Hasil analisis data memperoleh *eigen value* berbeda tanda (positif dan negatif) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk *saddle point* dengan nilai *stationary point*  $x_1$  (sudut potong) sebesar -1,686 dan  $x_2$  (Vc) sebesar 0,199. Dari proses *uncode* didapatkan nilai optimal untuk faktor pada MRR yaitu sudut potong sebesar 10,64° dan Vc sebesar 15,28 m/menit. Laju pemakanan material optimal pada material SCM 440 diperoleh pada nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut potong sebesar 10,64° dan Vc sebesar 15,28 m/menit dengan area MRR nya bernilai 300-400 mm<sup>3</sup>/menit.

**Kata kunci:** SCM 440, MRR, *Response Surface Methodology*, sudut potong, kecepatan potong.

### Abstract

*During the workpiece turning process, several factors affect the final workpiece, such as the cutting angle and cutting speed. The purpose of this study was to determine the effect of variations in cutting angle and cutting speed on the material consumption rate of SCM 440. The method used in this study is the Response Surface Methodology (RSM), with a two-parameter design, each of which has three levels for each parameter variation. . The results of data analysis obtained eigen values with different signs (positive and negative) which indicated that the stationary point values were in the form of saddle points with a stationary point values of  $x_1$  (cutting angle) of -1.686 and  $x_2$  (Vc) of 0.199. From the uncoded process, the optimal value for the MRR factor is obtained, namely the cut angle of 10.64° and Vc of 15.28 m/min. The optimum feed rate for SCM 440 material is obtained at an optimal value of neither minimum nor maximum or a saddle point shape at a cutting angle cut of 10.64° and Vc of 15.28 m/min with an MRR area of 300-400 mm<sup>3</sup>/minute.*

**Keywords:** SCM 440, MRR, *Response Surface Methodology*, cutting angle, cutting speed.

### PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan inovasi semakin bertambahnya waktu semakin berkembang dengan cepat, terutama dalam dunia industri manufaktur. Industri manufaktur sendiri tidak lepas dari adanya proses pemesinan. Salah satu contoh perkembangan teknologi dalam dunia industri manufaktur adalah proses industri dengan menggunakan mesin bubut. Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang

membuat benda kerja sesuai pada spesifikasi geometri yang telah ditetapkan (umumnya berwujud silinder atau poros dan terbuat dari bahan logam) dengan bentuk dan ukuran yang diharapkan melalui cara membuang/memotong bagian dari benda kerja menjadi geram memakai mata potong *single point* yang umumnya material mata potong lebih keras dari material benda kerja yang dikerjakan [1]. Pekerjaan pemotongan logam merupakan salah satu kegiatan yang banyak dilakukan dalam industri manufaktur, kira-kira 80% dari setiap jenis aktivitas

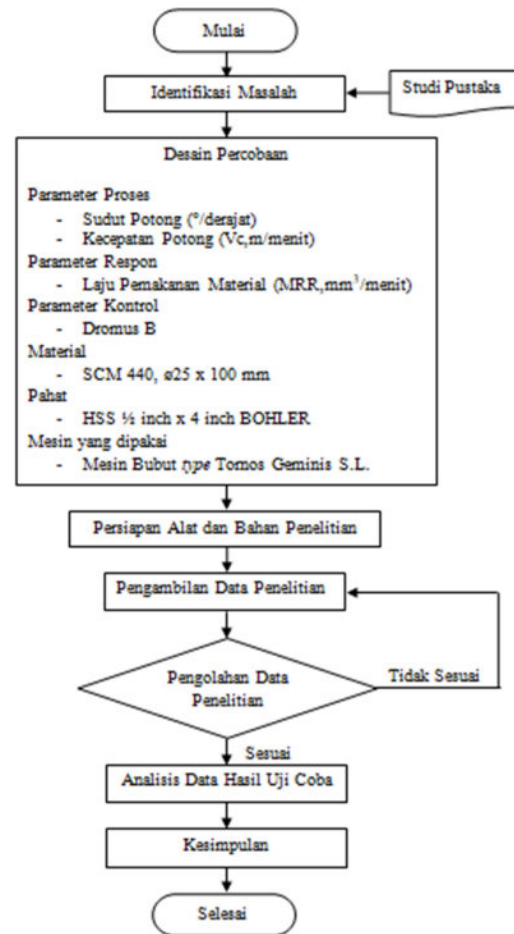
dalam proses pemotongan logam memakai proses bubut [2]. Kesuksesan industri manufaktur global dalam meningkatkan proses produksi paling dipengaruhi oleh peralatan mesin produksi yang dipakai [3].

Karakteristik kualitas yang penting dalam proses pembubutan adalah kekasaran permukaan material dan laju pemakanan material, karakteristik kualitas ini dipengaruhi oleh parameter proses pemesinan seperti kecepatan potong, gerak pemakanan, kedalaman potong dan jenis pendingin [4]. Sudut potong dan kecepatan potong yang merupakan parameter pemesinan dapat mempengaruhi hasil kualitas kekasaran permukaan dan nilai laju pemakanan material atau *material removal rate* (MRR) pada proses pembubutan. Parameter pemesinan seperti sudut potong, kecepatan potong, dan kecepatan pemakanan menentukan MRR dari proses bubut dan jika terlalu banyak penentuan parameter pemesinan justru akan menyebabkan produk harus dikerjakan ulang (*reworked*), sehingga mengurangi produktivitas [5]. Memilih parameter sudut potong yang benar untuk dipakai sangat penting agar mencapai kualitas permukaan yang diinginkan [6]. Kualitas permukaan benda kerja bubut dipengaruhi oleh besarnya kecepatan potong, gerak pemakanan dan kedalaman potong [7].

Berdasarkan penjelasan dan uraian di atas, untuk menjawab rasa penasaran penulis, maka penulis akan melaksanakan penelitian tentang pengaruh variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material SCM 440. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material SCM 440 dan mengetahui *setting* parameter pemesinan yang tepat pada proses pemesinan bubut agar mendapatkan hasil laju pemakanan material optimal.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini tersedia prosedur penelitian untuk mempermudah peneliti dalam melangsungkan dan mencapai tujuan penelitian ini. Prosedur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 1. Alat dan Bahan

Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah HSS  $\frac{1}{2}$  inch x 4 inch BOHLER, mesin bubut *type* Tornos Geminis S.L., dan timbangan digital *type* OHAUS. Masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2., Gambar 3., dan Gambar 4. berikut:



Gambar 2. Pahat HSS  $\frac{1}{2}$  inch x 4 inch BOHLER.



Gambar 3. Mesin Bubut *type* Tornos Geminis S.L.



Gambar 4. Timbangan Digital type OHAUS

Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah material SCM 440 dengan ukuran dimensi material adalah  $\phi 25 \times 100$  mm. Ditunjukkan pada Gambar 5. berikut:



Gambar 5. Material SCM 440

## 2. Desain Percobaan

Jumlah parameter penelitian atau k yaitu 2, dimana jumlah *factorial point* yaitu  $2^k = 4$ , *axial point* sejumlah  $2k = 4$ , dan 3 eksperimen *center point* sebagai penambah ketelitian atas respon yang diharapkan dengan 2 parameter pada penelitian proyek akhir ini. Adapun desain percobaan penelitian proyek akhir ini yang berbentuk kode level parameter ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Percobaan Penelitian

No	Kode Level	
	Parameter 1	Parameter 2
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-1,40	0
6	1,40	0
7	0	-1,40
8	0	1,40
9	0	0
10	0	0
11	0	0

Nilai level dari variasi untuk 2 parameter ditambah dengan nilai level dari *axial point* ditunjukkan pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Nilai Level dari Variasi Parameter

Level Parameter	-1,40	-1	0	1	1,40
Sudut Potong ( $^{\circ}$ /derajat)	11,60	12	13	14	14,40
Kecepatan Potong (VC,m/menit)	13,60	14	15	16	16,40

## 3. Analisis Data Hasil Uji Coba

Analisis dilakukan menggunakan metode *response surface* dengan *central composite design*, setelah pengolahan data akan dilakukan perhitungan serta pengujian data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan dan perhitungan laju pemakanan material (MRR) ditunjukkan pada Tabel 3., Tabel 4., dan Tabel 5. berikut:

Tabel 3 Data Hasil Percobaan Laju Pemakanan Material

Percobaan	Parameter		Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Waktu proses Pengerjaan (menit)
	Sudut Potong ( $^{\circ}$ /derajat)	Kecepatan Potong (VC,m/menit)			
1	12	14	391,37	388,32	1,764
2	14	14	392,30	389,18	1,738
3	12	16	392,05	389,13	1,329
4	14	16	391,79	386,67	1,345
5	11,60	15	392,39	388,44	1,338
6	14,40	15	391,65	388,35	1,326
7	13	13,60	391,82	389,54	1,754
8	13	16,40	392,36	387,84	1,306
9	13	15	392,78	389,03	1,322
10	13	15	391,78	388,49	1,340
11	13	15	392,73	389,75	1,325

Hasil percobaan

Tabel 4. Data Hasil Selisih Berat Awal dan Akhir Benda Kerja

Percobaan	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Selisih (gram)
1	391,37	388,32	3,05
2	392,30	389,18	3,12
3	392,05	389,13	2,92
4	391,79	386,67	5,12
5	392,39	388,44	3,95
6	391,65	388,35	3,30
7	391,82	389,54	2,28
8	392,36	387,84	4,52
9	392,78	389,03	3,75
10	391,78	388,49	3,29
11	392,73	389,75	2,98

Hasil percobaan dan perhitungan

Tabel 5. Hasil Perhitungan MRR

Percobaan	Selisih (gram)	Massa Jenis (g/mm <sup>3</sup> )	Volume Material yang Terbuang (mm <sup>3</sup> )	Waktu Proses Pengerjaan (menit)	MRR (mm <sup>3</sup> /menit)
1	3,05	0,00785	388,535	1,764	220,26
2	3,12	0,00785	397,452	1,738	228,68
3	2,92	0,00785	371,975	1,329	279,89
4	5,12	0,00785	652,229	1,345	484,93
5	3,95	0,00785	503,185	1,338	376,07
6	3,30	0,00785	420,382	1,326	317,03
7	2,28	0,00785	290,446	1,754	165,59
8	4,52	0,00785	575,796	1,306	440,89
9	3,75	0,00785	477,707	1,322	361,35
10	3,29	0,00785	419,108	1,340	312,77
11	2,98	0,00785	379,618	1,325	286,50

Hasil percobaan dan perhitungan

Pendekatan regresi dilakukan untuk mendapatkan *Second-order* model yang terdiri dari  $x_2$ (sudut potong),  $x_1$  (Vc),  $x_1^2$  (sudut potong pangkat 2),  $x_2^2$  (Vc pangkat 2), dan  $x_1x_2$  (sudut potong dikali Vc), jadi persamaan *Second-order* modelnya adalah  $= 320,4949 + 16,51581X_1 + 88,54676X_2 + 7,799236X_1^2 + 14,2994X_2^2 + 49,15315X_1X_2$

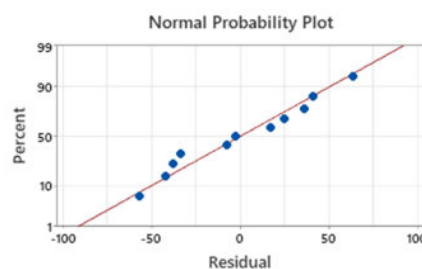
Analisis ragam (ANOVA) dipakai untuk menganalisis model permukaan respon laju pemakanan material. Hasil analisis ragam bertujuan untuk melihat pengaruh faktor-faktor terhadap respon. Nilai *p-value* yang diperoleh digunakan sebagai statistik uji untuk menyimpulkan hipotesis null ( $H_0$ ) ditolak atau gagal ditolak. Hasil analisis ragam ditunjukkan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Analisis Ragam (ANOVA) MRR

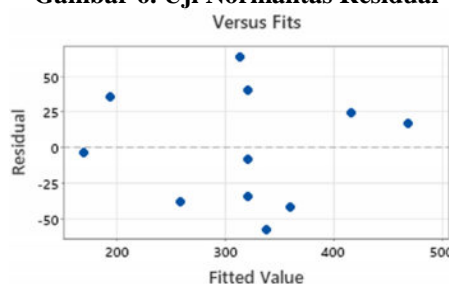
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	75887,9	15177,6	4,89	0,053
Linear	2	64257,3	32128,7	10,36	0,017
Sudut potong	1	2160,4	2160,4	0,70	0,442
Vc	1	62097,0	62097,0	20,02	0,007
Square	2	1966,4	983,2	0,32	0,742
Sudut potong*Sudut potong	1	334,3	334,3	0,11	0,756
Vc*Vc	1	1123,8	1123,8	0,36	0,573
2-Way Interaction	1	9664,1	9664,1	3,12	0,138
Sudut potong*Vc	1	9664,1	9664,1	3,12	0,138
Error	5	15509,6	3101,9		
Lack-of-Fit	3	12625,4	4208,5	2,92	0,266
Pure Error	2	2884,1	1442,1		
Total	10	91397,5			

Berdasarkan uji anova yang telah dilakukan dan didapatkan nilai *p-value* untuk sudut potong sebesar 0,442 berarti  $H_0$  gagal ditolak dengan kata lain bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut potong terhadap laju pemakanan material karena *p-value* > 0,05. Didapatkan nilai *p-value* untuk kecepatan potong sebesar 0,007 berarti  $H_0$  ditolak dengan kata lain bahwa ditemukan pengaruh signifikan dari kecepatan potong terhadap laju pemakanan material karena *p-value* < 0,05. Dan nilai *p-value* untuk interaksi antara sudut potong dan kecepatan potong sebesar 0,138 berarti  $H_0$  gagal ditolak dengan kata lain tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut potong terhadap laju pemakanan material karena *p-value* > 0,05.

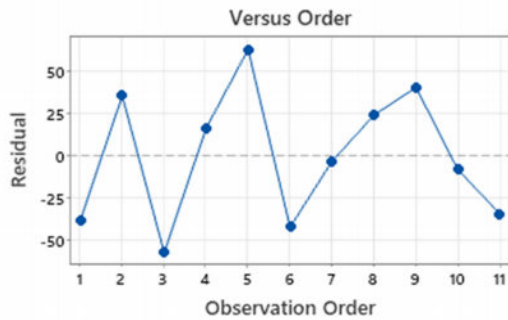
Uji normalitas merupakan uji untuk melihat apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Ada 3 hal yang harus diperhatikan dalam analisis residual yaitu memeriksa kenormalan residual, plot hasil residual dengan taksiran respon, dan plot antara residual dengan order. Hasil plot uji normalitas residual untuk laju pemakanan material ditunjukkan pada Gambar 6., 7., dan 8. berikut:



Gambar 6. Uji Normalitas Residual



Gambar 7. Plot Hasil Residual dengan Taksiran Respon



Gambar 8. Plot antara Residual dengan Order

Pada Gambar 6., Gambar 7., dan Gambar 8. terlihat bahwa titik pada plot membentuk pola linear atau garis lurus dan data tersebar secara normal yang berarti residual data memenuhi asumsi distribusi normal, sehingga analisis data dapat dilanjutkan. Dilakukan analisis data untuk mendapatkan nilai *stationary point* dan *eigen value*. Persamaan *stationary point* ditunjukkan sebagai berikut:

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 7,799236 & \frac{1}{2}(49,15315) \\ \frac{1}{2}(49,15315) & -14,2294 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 16,51581 \\ 88,54676 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} -1,686 \\ 0,199 \end{bmatrix}$$

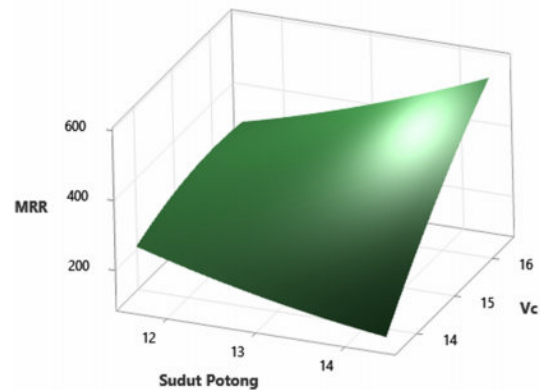
Untuk *eigen value* ditentukan dari *model canonical* berikut:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + 7,799236\omega_1^2 - 14,2994\omega_2^2 \dots\dots\dots(1)$$

Sehingga didapatkan *eigen value* ( $\lambda_i$ ) berbeda tanda (positif dan negatif) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk *saddle point*.

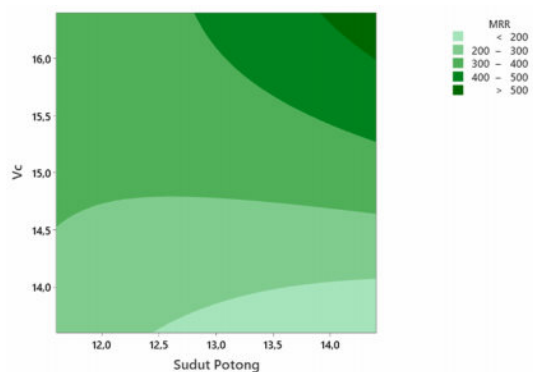
Dari nilai di atas maka nilai *stationary point*  $x_1$  (sudut potong) sebesar -1,686 dan  $x_2$  (Vc) sebesar 0,199. Untuk nilai sebenarnya perlu dilakukan proses *uncode*. Dari proses *uncode* didapatkan nilai optimal untuk faktor pada MRR yaitu sudut potong sebesar 10,64° dan Vc sebesar 15,28 m/menit.

Berikut ini adalah grafik *plot* MRR terhadap sudut potong dan kecepatan potong (Vc) yang terdiri dari *surface plot* dan *contour plot*. Grafik *surface plot* dapat dilihat pada Gambar 9. berikut:



Gambar 9. Grafik *surface plot* MRR vs Sudut Potong dan Vc

Grafik *contour plot* dapat dilihat pada Gambar 10. berikut:



Gambar 10. Grafik *Contour Plot* MRR vs Sudut Potong dan Vc

Didapatkan bentuk *saddle point* pada grafik *surface plot* berdasarkan *model canonical* sehingga nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut potong sebesar 10,64° dan Vc sebesar 15,28 m/menit yang bisa dilihat pada grafik *contour plot* dengan area MRR nya bernilai 300-400 mm<sup>3</sup>/menit.

Grafik *contour plot* menunjukkan pengaruh dari variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material. Pada sudut potong 14° dan kecepatan potong 14 m/menit dihasilkan nilai MRR 200-300 mm<sup>3</sup>/menit. Sedangkan pada sudut potong 14° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai MRR 400-500 mm<sup>3</sup>/menit.

**KESIMPULAN**

Variasi sudut potong dan kecepatan potong mempengaruhi laju pemakanan material SCM 440. Pada sudut potong 14° dan kecepatan potong 14 m/menit dihasilkan nilai MRR 200-300 mm<sup>3</sup>/menit,

sedangkan pada sudut potong  $14^\circ$  dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai MRR 400-500  $\text{mm}^3/\text{menit}$ . *Setting* parameter pada proses pembubutan untuk menghasilkan laju pemakanan material optimal pada material SCM 440 yaitu dengan nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut potong sebesar  $10,64^\circ$  dan  $V_c$  sebesar 15,28 m/menit dengan area MRR nya bernilai 300-400  $\text{mm}^3/\text{menit}$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan pertama-tama kepada Allah SWT dan kedua orang tua saya serta Bapak Zaldy Kurniawan selaku dosen pembimbing utama saya. Terima kasih juga saya ucapkan kepada seluruh dosen teknik mesin POLMAN BABEL dan juga kepada teman-teman semua yang telah membantu saya selama penelitian ini..

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochim, Taufiq. 2007. Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan. Bandung: ITB.
- [2] Azib, F. B. Al. (2017). Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Gerak Makan, Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Keausan Pahat HSS *Effect*.
- [3] Fachrezi, R., Kurniawan, Z., & Aswin, F. (2022). Analisis Variasi Parameter Proses Permesinan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Material SKD 11 Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis. 9–14.
- [4] Wahid, M. A., P, D. R., Rohman, A., & P, G. S. (2017). Optimasi Multi Respon Menggunakan Metode Taguchi - Weighted Principal Component Analysis (WPCA) Pada Proses Bubut Material ST 60 Dengan Pendinginan Minimum Quantity Lubrication ( MQL ). 4, 47–53.
- [5] Gultom, P. I., & Kiswandono. (2020). Pengaruh Kecepatan Potong , Kecepatan Pemakanan Dan Sudut Potong Utama Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Medium Carbon Steel. 11 (September), 13–18.
- [6] Susarno, A., Herdrawan, M. A., & Supriyono. (2012). Studi Pengaruh Sudut Potong Pahat Hss pada Proses Bubut dengan Tipe Pemotongan Orthogonal terhadap Kekasaran Permukaan. 1-14.
- [7] Afringga, R., Prayitnoadi, R. P., & Erafeli, B. (2017). Pengaruh Gerak Pemakanan (*Feeding*) Pada Proses Pemotongan Benda Kerja S45C Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Menggunakan Pahat Bubut HSS ASSAB 17 Di Mesin Bubut Konvensional. 3(2).

## PENGEMBANGAN MESIN PEMISAH KULIT POLONG KACANG HIJAU UNTUK PENINGKATAN KAPASITAS DAN EFISIENSI PEMISAHAN BIJI

Ahmad Nurul Muttaqin<sup>1</sup>, Uswatul Hasanah Mihdar<sup>1</sup>, Arfandy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar 90245, Indonesia

e-mail: ahmadnurulmuttaqin@poliupg.ac.id

### Abstrak

Mesin pemisah kulit polong kacang hijau sangat penting untuk pengolahan kacang hijau setelah panen, yang merupakan tanaman budidaya yang sangat penting di wilayah tropika. Kacang hijau, tanaman polong-polongan yang kaya manfaat, menduduki peringkat ketiga sebagai tanaman legum di Indonesia, setelah kacang tanah dan kedelai, dan sangat penting untuk menyediakan sumber bahan pangan berprotein nabati tinggi. Petani biasanya masih menggunakan teknik tradisional untuk menangani kacang hijau setelah panen, seperti menginjak-injak atau menumbuk dengan alu ataulumpung. Untuk mendapatkan kacang hijau yang bersih dari kulitnya, proses ini membutuhkan banyak waktu dan usaha. Dengan desain horizontal dan poros berbentuk slicer, mesin pemisah kulit polong kacang hijau dapat dibuat dengan lebih efisien. Mesin ini memiliki ukuran tabung 900 × 400 × 340 mm dan kapasitas 54 kg/jam. Hasil dari beberapa pengujian menunjukkan bahwa mesin bekerja dengan paling baik pada putaran 350 rpm dan waktu pengupasan 2 menit. Hasil ini, yang didapat setelah menguji variasi putaran dan waktu, menunjukkan bahwa kombinasi putaran 350 rpm dan waktu 2 menit memberikan hasil pengupasan yang ideal dan merata.

**Kata kunci:** kacang hijau, mesin pemisah kulit, modifikasi, kapasitas, efisiensi.

### Abstract

*The green bean pod skin separating machine is very important for the processing of green beans after harvest, which is a very important cultivated crop in tropical regions. Green beans, a legume plant that is rich in benefits, is ranked third as a legume crop in Indonesia, after peanuts and soybeans, and is very important to provide a source of food with high vegetable protein. Farmers usually still use traditional techniques to process green beans after harvest, such as stomping or pounding with a pestle or mud. To get green beans that are clean from the skin, this process requires a lot of time and effort. With a horizontal design and a slicing shaft, the green bean pod skin separating machine can be made more efficiently. This machine has a tube size of 900×400×340 mm and a capacity of 54 kg/hour. The results of several tests show that the machine works best at 350 rpm and a stripping time of 2 minutes. These results, obtained after testing variations in rotation and time, show that the combination of 350 rpm rotation and 2 minutes provides ideal and even stripping results.*

**Keywords:** green mung bean, husk separating machine, modification, capacity, efficiency

## PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara agraris tropis, dianugerahi dengan tanah yang subur yang sangat sesuai untuk berbagai kegiatan pertanian. Pertanian ini mencakup budidaya berbagai jenis tanaman seperti padi, kedelai, jagung, kopi, sayuran, buah-buahan, dan lainnya [1], [2]. Musim hujan dan kemarau yang bergantian memberikan fleksibilitas bagi para petani untuk menanam berbagai jenis tanaman sesuai dengan kondisi cuaca. Tanaman polong-polongan, termasuk berbagai variasi kacang, memainkan peran sentral dalam lanskap pertanian ini. Dalam konteks ini, upaya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi adalah suatu keharusan, dan salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah dengan memaksimalkan hasil olahan tanaman perkebunan[3], [4].

Salah satu jenis kacang-kacangan yang menjadi konsumsi utama di masyarakat adalah kacang hijau. Kacang hijau merupakan tanaman legum yang banyak dibudidayakan dan sangat diakui di wilayah tropis[5], [6]. Terletak dalam keluarga polong-polongan (Fabaceae), kacang hijau berperan sebagai sumber utama bahan pangan nabati berkualitas tinggi dalam kehidupan sehari-hari. Di Indonesia, kacang hijau menempati peringkat ketiga dalam pentingnya sebagai tanaman pangan legum, setelah kedelai dan kacang tanah[7]–[10].

Salah satu komponen paling berharga dari kacang hijau adalah bijinya[11], [12]. Kacang hijau yang dimasak hingga lembut umumnya dikonsumsi sebagai bubur atau makanan ringan. Kacang hijau yang sudah matang dan digiling sering digunakan sebagai isian dalam berbagai makanan lezat seperti onde-onde, bakpau, atau gandas turi. Tunas kacang hijau, yang disebut "tauge," merupakan sayuran yang sangat populer dalam masakan Asia Timur dan Asia Tenggara. Ketika direbus, kacang hijau pecah dan pati di dalamnya akan mengental, menciptakan jenis bubur kental. Tepung biji kacang hijau, yang dikenal sebagai "tepung hunkue" di pasaran, digunakan dalam produksi makanan manis dan seringkali membentuk gel. Tepung ini juga dapat diolah menjadi mie tipis yang dikenal sebagai "soun."

Penanganan pasca panen kacang hijau pada tingkat petani umumnya masih mengandalkan metode tradisional seperti menginjak-injak atau menumbuk dalam lesung dan alu. Proses ini memerlukan banyak tenaga dan waktu untuk mendapatkan biji kacang hijau yang bersih dari kulitnya. Memisahkan kulit kacang hijau dari bijinya biasanya memakan waktu sekitar 1 jam untuk 6 kg kacang hijau dan memerlukan setidaknya 3-4 pekerja. Namun, biji kacang hijau yang dihasilkan

sering mengalami kerusakan sekitar 15% akibat proses penumbukan. Data ini didasarkan pada pengalaman Bapak Syamsuddin Daeng Tata, seorang petani kacang hijau dari Desa Palangga, Kecamatan Palangga, Gowa[13].

Mesin pengupas dan pemisah kulit kacang hijau dengan kapasitas 30 kg/jam[13], serta mesin pengupas kulit polong kacang hijau yang telah dimodifikasi sebelumnya[14], telah terbukti efektif dengan menghasilkan sekitar 42,6 kg/jam. Namun, mesin-mesin ini masih memiliki beberapa kekurangan, termasuk konstruksi yang kaku dan tidak ergonomis, serta sistem transmisi yang kurang optimal. Selain itu, desain poros yang digunakan masih mengandalkan pelat spiral sebagai penggerak, dengan pisau pemotong menggunakan sirip yang terlalu panjang dan rapat sehingga sering mengakibatkan penjepitan dan kerusakan biji kacang hijau yang sudah terpisah karena kecepatan putaran yang tinggi, dan ujung sirip yang tajam. Mengingat keterbatasan-keterbatasan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain mesin pemisah kulit polong kacang hijau yang lebih kompak, praktis, dan ergonomis. Desain poros pemisahan akan berbentuk lingkaran dengan variasi ukuran, dan beberapa komponen yang dapat dilepas akan memudahkan perawatan dan pemindahan mesin. Penggunaan puli yang lebih besar akan mengurangi kecepatan rotasi poros, dan penambahan kipas atau blower akan membantu memisahkan serpihan kulit kacang hijau dari bijinya selama proses pengeluaran, meningkatkan tingkat kebersihan.

Berdasarkan tantangan-tantangan di atas, penelitian ini memiliki tujuan utama untuk menghasilkan "Pengembangan Mesin Pemisah Kulit Polong Kacang Hijau untuk Peningkatan Kapasitas dan Efisiensi Pemisahan Biji." Harapannya adalah bahwa peralatan yang dikembangkan melalui proyek ini akan mengalami peningkatan yang signifikan dalam hal kualitas dan kapasitasnya.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Bengkel las melakukan sebagian besar pekerjaan dengan metode las listrik, tetapi beberapa bagian lain diselesaikan di Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Rangka, bak penampung, dan slincer adalah beberapa komponen yang dibuat. Pekerjaannya memakan waktu sekitar lima bulan.

### Alat dan Bahan yang digunakan

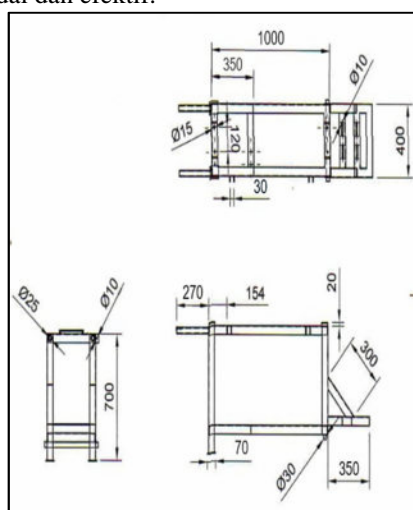
Perangkat lunak Autodesk Fusion 360 (Lisensi Pendidikan) digunakan untuk membuat desain komponen Mesin Pemecah Kulit Kemiri [15]–[17]. Mesin pemecah kulit kemiri dibuat dengan menggabungkan komponen standar yang tersedia di pasar dan komponen yang dirancang khusus. Bahan-bahan yang digunakan untuk komponen yang dirancang khusus dan standar ini adalah sebagai berikut: (1) besi siku (profil L 50x50); (2) plat besi; (3) as; (4) baut dan mur; (5) elektroda las; (6) puli dan sabuk-V; (7) bantalan; (8) motor penggerak; (9) engsel; dan (10) baut.

Mesin gerinda, mesin las listrik, mesin bor, mistar siku, jangka sorong, tang, palu, kaca mata las, dan peralatan lainnya digunakan.

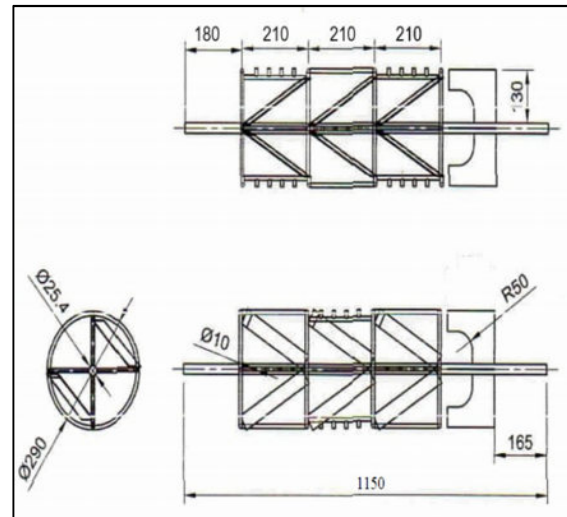
### Proses Perancangan Mesin Pemisah Kulit Polong Kacang Hijau

Perangkat lunak Autodesk Fusion 360 digunakan untuk membuat desain mesin pemisah kulit polong kacang hijau [15]–[17]. Komponen mesin pemisah kulit polong kacang hijau diukur dalam milimeter (mm), seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

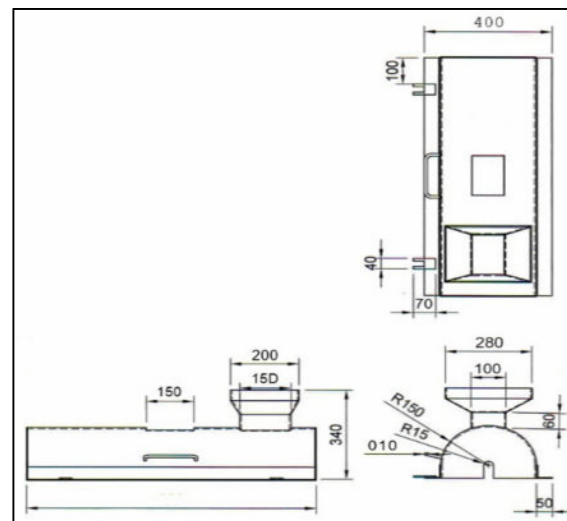
Gambar 1 menunjukkan desain beberapa komponen utama mesin, yaitu rangka mesin, pisau perontok, tabung atas, blower, tabung bawah, dan penutup tabung atas. Perancangan ini mengacu pada prinsip-prinsip desain teknik dan memperhatikan ergonomi, fungsionalitas, dan kemudahan perakitan dan pemeliharaan mesin. Ini mencakup proporsi dan spesifikasi teknis yang diperlukan untuk memastikan mesin bekerja dengan optimal. Hasil desain ini digunakan sebagai dasar untuk pembuatan prototipe mesin pemisah kulit polong kacang hijau yang memadai dan efektif.



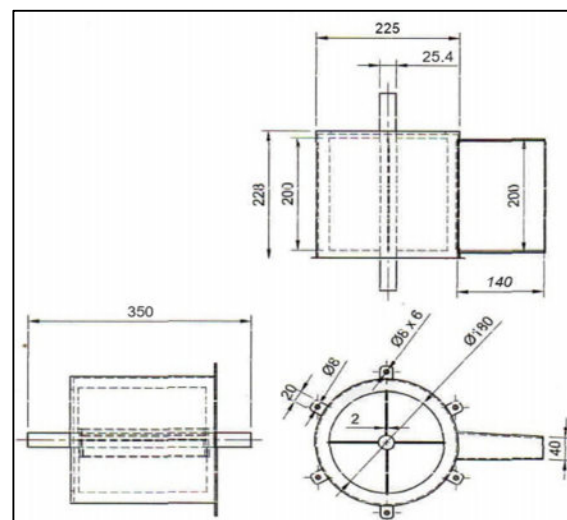
(1)



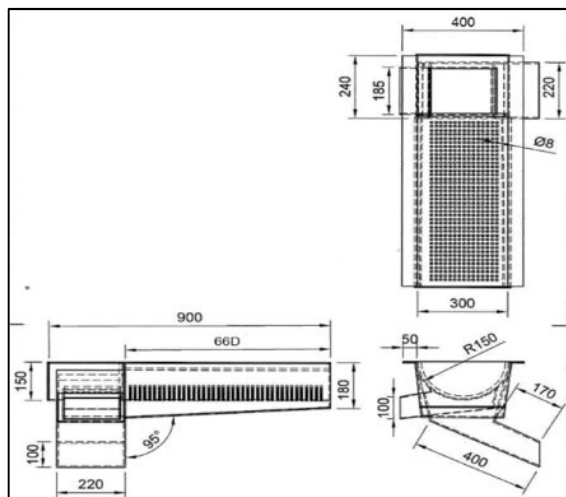
(2)



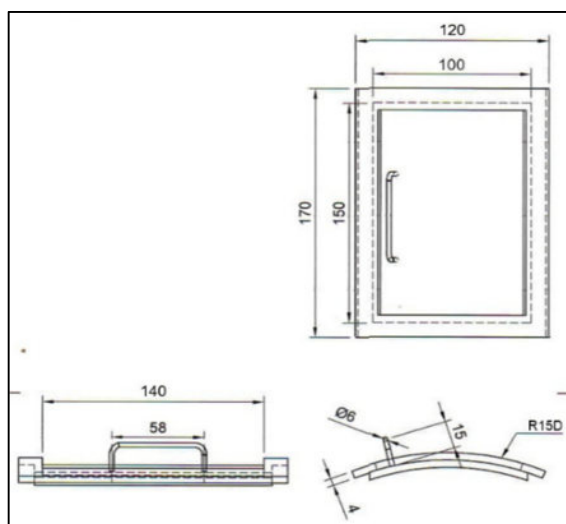
(3)



(4)

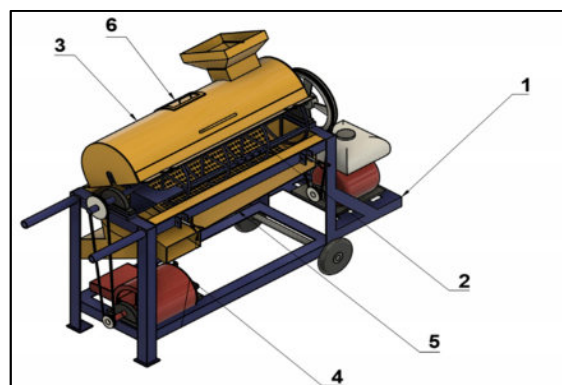


(5)



(6)

Gambar 1 Desain (1) rangka mesin, (2) pisau perontok, (3) tabung atas, (4) blower, (5) tabung bawah, (6) penutup tabung atas.



Gambar 2 Desain Pengembangan Desain Konstruksi Mesin Pengupas Kulit Polong Kacang Hijau

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Pembuatan

Proses pembuatan mesin pemisah kulit polong kacang hijau mencakup berbagai tahapan, mulai dari pembuatan komponen hingga proses penyatuan atau perakitan mesin. Berikut adalah tahapan yang harus dilakukan.

#### 1. Rangka

Pembuatan rangka mesin dimulai dengan memotong besi berbentuk L dengan mesin gerinda. Mesin las listrik digunakan untuk menyatukan profil L yang telah dipotong sesuai dengan gambar 1 desain rangka mesin. Selanjutnya, rangka tersebut dilubangi dengan mesin bor tangan untuk tempat dudukan mesin dan bantalan. Terakhir, bekas pengelasan dibersihkan menggunakan mesin gerinda halus. Proses ini melibatkan alat seperti mesin las, gerinda, dan bor, serta alat ukur dan spidol warna untuk memastikan akurasi. Hasil akhirnya adalah rangka mesin yang kokoh, teratur, dan siap untuk tahap berikutnya dalam pengembangan mesin pemisah kulit polong kacang hijau.

#### 2. Tabung

Besi plat 2,5 mm dipotong sesuai ukuran untuk bagian kulit dan kacang hijau. Ini termasuk corong masukan, penutup atas bak, dan corong keluaran. Proses pemotongan ini dilakukan menggunakan mesin pemotong plat dan disesuaikan dengan dimensi sesuai gambar 1 bagian tabung atas dan bawah. Bentuk persegi diperoleh dari bagian tabung dengan menggunakan mesin gerinda potong. Mesin las listrik digunakan untuk menyatukan plat yang dipotong, membuat corong masukan, dan menghasilkan keluaran yang tepat. Selanjutnya, sesuai dengan gambar desain, corak ini dimasukkan ke dalam tabung. Untuk pemasangan, engsel dilas pada tabung, dan kemudian sisa las dan pengelasan dibersihkan untuk hasil akhir yang rapi dan siap digunakan.

#### 3. Blower

Pekerjaan dimulai dengan memotong plat dengan gerinda hingga diameter sesuai dengan gambar 1 bagian blower, kemudian dilas. Kemudian, lubang dibuat di salah satu sisi tabung dengan memperhatikan arah putaran mesin, dan corong keluaran blower dibuat berlawanan dengan arah putaran. Plat dipotong sesuai ukurannya dan dilas pada bagian yang sudah dilubangi sebelumnya. Empat plat untuk sirip blower juga dipotong, dan semuanya dilas pada besi poros seperti yang ditunjukkan pada gambar. Proses diakhiri dengan mesin gerinda

halus untuk membersihkan sisa pengelasan, yang menghasilkan produk yang rapi dan siap digunakan.

**Proses Perakitan**

Pada tahap ini, langkah-langkah penggabungan komponen dilakukan untuk membentuk alat dengan mekanisme kerja sesuai rencana yang telah disusun sebelumnya. Tahap ini melibatkan beberapa proses penting sebagai berikut: Pertama, poros dimasukkan ke dalam tabung yang telah disiapkan. Tahap ini mengharuskan poros masuk dengan pas dan terpasang secara stabil untuk mendukung pergerakan alat dengan baik. Kemudian, penutup tabung dipasang untuk melindungi dan menjaga kebersihan dari bagian dalam alat. Setelah penutup terpasang, baut digunakan untuk memeratkan penutup dengan tabung secara aman. Selanjutnya, tabung yang telah dilengkapi dengan penutupnya dipasang pada rangka alat. Penempatan yang tepat diperlukan agar tabung tetap stabil dan sejajar dengan rangka. Tabung diikat dengan rangka menggunakan baut untuk memastikan kekokohan struktur alat. Proses pengikatan ini penting untuk mencegah pergeseran yang tidak diinginkan selama penggunaan. Selain itu, mesin yang akan menggerakkan alat dipasang pada rangka. Proses ini melibatkan pemasangan mesin dengan aman dan sesuai dengan spesifikasi teknis yang direncanakan sebelumnya. Terakhir, alat mungkin juga memerlukan pemasangan beberapa komponen tambahan sesuai dengan fungsinya. Langkah ini mencakup pemasangan elemen-elemen yang mendukung operasional alat secara keseluruhan.



**Gambar 3 Proses pembuatan dan perakitan Mesin Pengupas Kulit Polong Kacang Hijau**

Tahap-tahap di atas adalah bagian integral dari perakitan alat dan memastikan bahwa setiap komponen terhubung dengan benar dan sesuai dengan desain yang direncanakan. Keterampilan presisi dan perhatian terhadap detail sangat

diperlukan dalam proses penggabungan ini guna memastikan alat berfungsi sebagaimana mestinya.



**Gambar 4 Mesin Pengupas Kulit Polong Kacang Hijau**

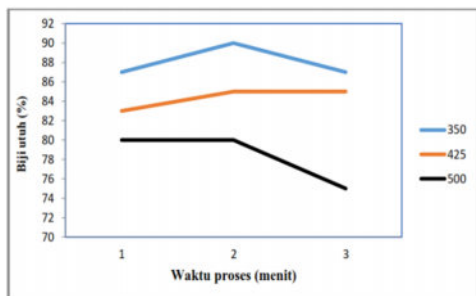
**Proses Pengujian**

Sebelum pengujian hasil pemisahan, pengujian awal dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas kacang hijau yang dapat diolah dalam satu kali proses. Dalam metode ini, kacang hijau dibiarkan bergerak di dalam tabung, memberikan volume ruang bebas untuk kapasitas pemisahan satu kali proses sebesar 3/4 volume tabung. Proses pergerakan sirkulasi pemisahan kacang hijau diperhatikan dengan cermat, sehingga diperoleh.

Terlebih dahulu, mesin kulit polong kacang hijau dihidupkan. Setelah itu, menggunakan tachometer untuk mengukur rpm poros pemisah, bahan baku yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam corong masukan bersama dengan waktu pemisahan. Setelah itu, pengujian dilakukan berulang kali. Hasil tes ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 6 Data Presentase Hasil Pengujian

No	Putaran	Waktu (Menit)	Kondisi Kacang Hijau		
			Utuh dan terpisah dari kulit polong	Terca mpur kulit polong	Pecah
1	350	1	87	10	3
		2	90	6	4
		3	87	7	6
2	425	1	83	11	6
		2	85	6	9
		3	85	5	10
3	500	1	80	7	13
		2	80	6	14
		3	75	5	20



**Gambar 5** Grafik presentase biji utuh dan terpisah dari kulit polong

Kami menjalankan tiga pengujian pada mesin pemisah kulit polong kacang hijau ini, masing-masing dengan takaran bahan baku 2 kg dan variasi waktu proses selama satu, dua, dan tiga menit, masing-masing dengan tiga putaran mesin yang berbeda. Pengujian pertama dilakukan pada putaran 350 rpm. Hasil terbaik dicapai dalam waktu 2 menit, dengan kapasitas biji kacang hijau yang utuh dan terpisah dari kulit polong 1,8 kilogram, biji kacang hijau yang tercampur dengan kulit polong 0,12 kilogram, dan biji kacang hijau yang pecah 0,08 kilogram. Presentase hasil pengujian ditampilkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Biji kacang hijau utuh

$$\frac{\text{Hasil Pengujian}}{\text{Jumlah Total}} \times 100\% = \frac{1,8}{2} \times 100\% = 90\%$$

Selanjutnya, biji kacang hijau yang tercampur dengan polong kacang hijau dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7** Biji kacang hijau tercampur dengan polong

$$\frac{\text{Hasil Pengujian}}{\text{Jumlah Total}} \times 100\% = \frac{0,12}{2} \times 100\% = 6\%$$

Setelah itu, biji kacang hijau yang pecah dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8** Biji kacang hijau pecah

$$\frac{\text{Hasil Pengujian}}{\text{Jumlah Total}} \times 100\% = \frac{0,08}{2} \times 100\% = 4\%$$

Pengujian pada putaran 425 dan 500 rpm masing-masing menghasilkan hasil biji terpisah dari kulit polong 85%, biji tercampur kulit polong 6%, dan biji kacang hijau yang pecah 9%. Pengujian ketiga dilakukan pada putaran 500 rpm dengan waktu dua menit dengan berat bahan 2 kg, yang menghasilkan hasil biji terpisah dari kulit polong 80%, biji tercampur kulit polong 6%, dan biji kacang hijau yang pecah 14%.

Hasil pengujian terbaik dicapai pada putaran 350 dengan waktu 2 menit, seperti yang ditunjukkan dalam hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1. Kapasitas alat pemisah kulit polong kacang hijau dalam waktu satu jam adalah sebagai berikut: Hasil biji kacang hijau yang utuh dan terpisah dari kulit polong adalah 90%, biji kacang hijau yang tercampur dengan kulit polong adalah 6%, dan biji kacang hijau yang pecah adalah 4%.

$$\text{Waktu} = 2 \text{ menit} = 120 \text{ detik}$$

$$\text{Biji Kacang Hijau yang utuh} = 90\% \text{ dari } 2 \text{ Kg}$$

$$\text{Maka, } 120 \text{ detik/g}$$

$$120 \text{ detik} = 1800 \text{ gram}$$

$$= \frac{1800}{120}$$

$$= 15 \text{ gram/detik}$$

$$3600 \text{ detik} = 1 \text{ jam, dimana:}$$

$$15 \text{ gram/detik} \times \frac{3600}{1000} = 54 \text{ kg/jam}$$

Oleh karena itu, alat pemisah kulit polong kacang hijau dapat menghasilkan 54 kilogram per jam.

## KESIMPULAN

Berdasarkan diskusi sebelumnya, beberapa kesimpulan dapat dibuat tentang perubahan pada mesin pemisah kulit polong kacang hijau ini. Mesin sebelumnya memiliki kapasitas 42,6 kg/jam dan proses berjalan lebih cepat. Ketiga pengujian menunjukkan kapasitas produksi 54 kg/jam, dengan kinerja terbaik pada putaran mesin 350 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin ini dapat menghasilkan kulit polong kacang hijau dengan lebih baik. Pada kondisi ini, biji kacang hijau dapat terpisah dari kulit polong sebesar 90%, tercampur dengan kulit polong sebesar 6%, dan pecah sebesar 4%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bengkel Mekanik dan Bengkel Las dari Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, serta semua orang yang tidak dapat disebutkan namanya atas bantuan mereka dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Pasandara and M. Syakir, *Sinergi Inovasi Memperkuat Pertanian Rakyat Berbasis Tanaman Pangan Dan Hortikultura*. 2018.
- [2] R. A. Sikora, E. R. Terry, P. L. G. Vlek, and J. Chitja, *Transforming agriculture in southern Africa : constraints, technologies, policies and processes*. 2020.
- [3] N. A. Ulya et al., "Coffee agroforestry as an alternative to the implementation of green economy practices in Indonesia: A systematic review," *AIMS Agriculture and Food*, vol. 8, no. 3. AIMS Press, pp. 762–788, 2023. doi: 10.3934/agrfood.2023041.
- [4] N. Nurcayah, A. Asriani, and W. Embe, "Agricultural Sector and Processing Industry Sector Implications: Increasing Economic Growth," *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis) : Jurnal Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 8, no. 1, pp. 57–64, May 2023, doi: 10.37149/jia.v8i1.106.
- [5] J. Mott, O. Abaye, M. Reiter, and R. Maguire, "Evaluating Effects of Bradyrhizobium and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation on Yield Components of Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) and Nitrogen Fixation," *Agronomy*, vol. 12, no. 10, Oct. 2022, doi: 10.3390/agronomy12102358.
- [6] W. Dikr, "Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Production Status and Challenges in Ethiopia," *Global Academic Journal of Agriculture and Biosciences*, vol. 5, no. 02, pp. 13–22, May 2023, doi: 10.36348/gajab.2023.v05i02.002.
- [7] F. M. Nasution, Y. Hasanah, and M. Mariati, "Production Response of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) on the Application of Phosphorus Fertilizer and Oil Palm Bunch Ash," *Indonesian Journal of Agricultural Research*, vol. 3, no. 1, pp. 48–55, May 2020, doi: 10.32734/injar.v3i1.3839.
- [8] F. Dyah Arianti, E. Nurwahyuni, S. Minarsih, and A. Faizal Amri, "Analysis of Peanut Farming in the 3rd Planting Season in Pemalang District, Indonesia," in *E3S Web of Conferences, EDP Sciences*, Jan. 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202123202004.
- [9] Aldio Fresyelin Lolowang, Berty H. Assa, and Henny V. G. Makal, "INCIDENCE OF LEAF SPOT (*Cercospora* Spp.) ON PLANTS PEANUTS *ARACHIS HYPOGAEA* L.) IN KAWANGKOAN DISTRICT WEST," *JURNAL AGROEKOTEKNOLOGI TERAPAN*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2022.
- [10] M. S. , Ph. D. Ir. Winarso Drajad Widodo and M. Si. Ir. Ludivica Endang Setijorini, "Tanaman Pangan Utama Di Indonesia," 2018.
- [11] E. N. Aquino-Bolaños et al., "Physicochemical characterization and functional potential of phaseolus vulgaris l. And phaseolus coccineus l. landrace green beans," *Agronomy*, vol. 11, no. 4, 2021, doi: 10.3390/AGRONOMY11040803.
- [12] A. H. R. Awad, A. Parmar, M. R. Ali, M. M. El-Mogy, and K. F. Abdelgawad, "Extending the shelf-life of fresh-cut green bean pods by ethanol, ascorbic acid, and essential oils," *Foods*, vol. 10, no. 5, 2021, doi: 10.3390/foods10051103.
- [13] Duochaveryus, Muh. Ikbal, and A. R. Kasim, "PENGEMBANGAN DESAIN KONSTRUKSI MESIN PEMISAH KULIT POLONG KACANG HIJAU," 2021.
- [14] L. Sonda et al., *MODIFIKASI MESIN PEMISAH KULIT POLONG KACANG HIJAU*. 2019
- [15] A. N. Muttaqin, H. Mihdar, and R. Nur, "Optimalisasi dan pengembangan mesin penggembur tanah inovatif untuk meningkatkan produktivitas lahan kering," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 18, no. 2, pp. 48–55, 2023.
- [16] Tutorial Books, *Autodesk\_Fusion\_360\_For\_Beginners\_June\_2*. 2021.
- [17] G. Verma and S. Malik, *Autodesk\_Fusion\_360\_Black\_Book*. 2018.

## PENGARUH PERLAKUAN SERAT SABUK KELAPA (SSK) TERHADAP MORFOLOGI DAN SIFAT AKUSTIK KOMPOSIT BERPENGUAT SSK

Mukhlis Muslimin<sup>1</sup>, Kifli Umar<sup>1</sup>, Ahmad Seng<sup>1</sup>, Kadri Daud<sup>1</sup>, Samsul Bahri LM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Khairun, Ternate

Email: mukhlis@unkhair.ac.id

### Abstrak

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh perlakuan SSK dengan asap cair terhadap morfologi dan sifat akustik komposit berpenguat SSK. Metode penelitian berupa metode eksperimental dengan variasi perlakuan serat dengan perendaman asap cair 1, 2, dan 3 jam. Selanjutnya setelah perendaman serat di panaskan pada oven dengan suhu 40°C selama 30 menit, lalu serat hasil perlakuan dilakukan pengamatan morfologi dengan alat SEM JEOL JCM 6000 lalu di lakukan pembuatan komposit berpenguat SSK sebagai material penyerap suara, Koefisien penyerapan bunyi ( ) didapatkan dengan pengujian menggunakan box yang dilengkapi dengan sound level meter, pembuatan spesimen di lakukan dengan menyiapkan resin dan serat dengan panjang serat 1 cm, komposisi resin 60% dan SSK 40%, setelah mengering lalu dibuat spesimen uji koefisien peyerapan bunyi komposit berpenguat SSK. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan SSK dengan asap cair meningkatkan morfologi serat mejadi kasar dan berpori, sehingga komposit berpenguat SSK memiliki nilai koefisien penyerapan bunyi pada komposit SSK TP sebesar 0.1175 db, sedangkan komposit SSK P1J, P2J, dan P3J sebesar 0.1304, 0.1199, dan 0.1181 db, ini menunjukkan komposit SSK P1J yang lebih baik dalam penyerapan suara sebesar 10.92 % bila di dibandingkan dengan SSK TP, sehingga dapat direkomendasikan sebagai material akustik yang ramah lingkungan.

**Kata kunci:** Serat Sabuk Kelapa, Morfologi, koefisien bunyi, komposit.

### Abstract

*The research aims to determine the effect of SSK treatment with liquid smoke on the morphology and acoustic properties of SSK-reinforced composites. The research method is an experimental method with variations in fiber treatment by soaking in liquid smoke for 1, 2, and 3 hours. Furthermore, after soaking the fiber, it was heated in an oven at 40°C for 30 minutes, then the treated fiber was subjected to morphological observation using a JEOL JCM 6000 SEM tool and then SSK reinforced composites were made as a sound-absorbing material. The sound absorption coefficient ( ) was obtained by testing using a box equipped with a sound level meter, specimen making was carried out by preparing resin and fiber with a fiber length of 1 cm, resin composition of 60% and SSK 40%, after drying, a sound absorption coefficient test specimen was made for the SSK reinforced composite. The results show that SSK treatment with liquid smoke increases the fiber morphology to become rough and porous, so that the SSK reinforced composite has a sound absorption coefficient value for the SSK TP composite of 0.1175 db, while the SSK P1J, P2J, and P3J composites have a sound absorption coefficient value of 0.1304, 0.1199, and 0.1181 db. , this shows that the SSK P1J composite is better in sound absorption by 10.92% when compared to SSK TP, so it can be recommended as an environmentally friendly acoustic material.*

**Keywords:** Coconut Fiber, Morphology, sound coefficient, composite

**PENDAHULUAN**

Material komposit berpenguat serat alam telah berkembang untuk digunakan sebagai material yang dapat menyerap suara[1], dimana material komposit tersebut dapat di masa datang dapat digunakan pada sebagai partisi ruangan, sehingga material komposit berpenguat serat alam menjadi pilihan material yang ramah lingkungan, salah satu serat alam yang memiliki potensi untuk di kembangkan yaitu serat sabuk kelapa.

Serat sabuk kelapa merupakan bahan serat alam yang melimpah di maluku utara, serat sabuk kelapa merupakan bahan komposit ramah lingkungan menarik diteliti sebagai material akustik, dimana serat sabuk kelapa adalah serat alam, serat alam memiliki sifat akustik yang baik[2]. Komposit terdiri dua unsur, serat sebagai pengisi dan resin sebagai bahan pengikat. Pembuatan komposit dibutuhkan perlakuan mengubah sifat micro dan macro serat. Penelitian terdahulu melakukan metode perlakuan perendaman larutan (NaOH, Kunyit, Air laut, dan asap cair), dan pengasapan[3][4][5][6][7][8][9].

Penelitian sebelumnya mengubah sifat serat. lignin pada serat tergerus akibat direndam terlebih dahulu kurang lebih 24 jam dalam larutan NaOH 0,5%. Perlakuan serat ijuk dengan perendaman air laut memberikan pengaruh terhadap morfologi serat, dimana lapisan lignin pada serat terdegradasi sehingga permukaan serat lebih kasar[10]. Perlakuan pemanasan serat pelepah Akaa dengan larutan kunyit menaikkan senyawa selulosa dan menurunkan kadar lignin sehingga morfologi serat menjadi lebih kasar[4]. Pengasapan serat daun nanas raja berpengaruh terhadap morfologi permukaan serat menjadi lebih kasar dan beralur dan meningkatkan *interfacial sheer stress* antar serat-matriks[11]. Perlakuan serat pelepah sagu dengan asap cair membentuk morfologi[6][12][13][7].

Sehingga diperlukan bahan perlakuan ramah lingkungan seperti asap cair greed 3, sedangkan serat yang dipilih yaitu serat sabuk kelapa (SSK). SSK di peroleh dari kota ternate. Melihat potensi SSK maka di upayakan untuk meningkatkan peran menjadi bahan penguat komposit menjadi material akustik.

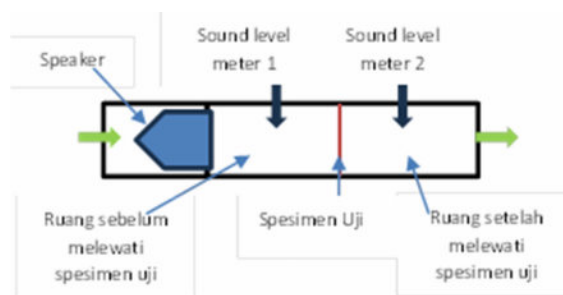
**METODE PENELITIAN**

Bahan yang di gunakan adalah serat sabuk kelapa (SSK) sebagai bahan penguat komposit, asap cair sebagai bahan perlakuan, dan resin yucalak 157 sebagai matrik.



**Gambar 1. Serat sabuk kelapa**

Metode penelitian yakni serat direndam dengan asap cair selama 1, 2, 3, dan 4 jam. Selanjutnya panaskan pada suhu 40°C selama 30 menit, lalu di lakukan pengamatan morfologi dengan alat SEM JEOL JCM 6000, lalu di lakukan pembuatan komposit berpenguat SSK sebagai material penyerap suara, Koefisien penyerapan bunyi ( ) didapatkan dengan pengujian menggunakan box yang dilengkapi dengan sound level meter, pembuatan spesimen di lakukan dengan menyiapkan resin dan serat dengan panjang serat 1 cm, komposisi resin 60% dan SSK 40%, setelah mengering lalu dibuat spesimen uji koefisien peyerapan bunyi komposit berpenguat SSK, adapun skema pengujian seperti pada gambar berikut:



**Gambar 2. Skema pengujian**

Adapun persamaan nilai koefisien penyerapan bunyi dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$a = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \dots\dots\dots (1)$$

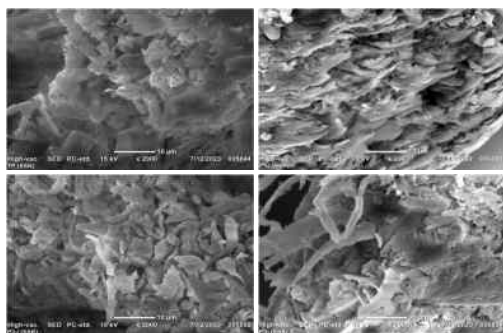
Keterangan:

- a = Koefisien penyerapan bunyi
- n<sub>0</sub> = Total intensitas bunyi mula-mula
- n<sub>1</sub> = Total intensitas bunyi setelah melewati spesimen

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Perlakuan Asap Cair Terhadap Morfologi Serat

Bentuk permukaan SSK dari pengamatan SEM ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2a merupakan morfologi tanpa perlakuan, Gambar 2b, 2c, dan 2d merupakan morfologi serat dengan perlakuan.



**Gambar 2 . Permukaan SSK TP, P1J , P2J dan P3J**

Gambar 2 menunjukkan perbedaan morfologi serat, dimana serat TP masih terlihat lapisan lignin, sedangkan serat P1J, P2J, dan P3J menunjukkan bahwa lignin sudah berkurang sehingga terlihat pola garis persegi dan pori-pori serat terlihat jelas. Hal ini disebabkan terkikisnya lignin pada serat oleh asap cair. Menurut penelitian sebelumnya [6], asap cair dapat mempengaruhi proses pengerusan lignin dan kekasaran pada permukaan serat. Semakin lama waktu perendaman, semakin banyak lignin yang terkikis. sesuai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa serat dengan perlakuan asap meningkatkan mengubah morfologi serat[14], sehingga dapat digunakan sebagai penguat komposit akustik.

### 2. Pengaruh Perlakuan Asap Cair Terhadap sifat akustik Material komposit berpenguat SSK

Pembuatan Pada pengujian peredam suara yang menggunakan suara sirine terhadap komposit serat sabuk kelapadengan presentasi serat 40%, resin yukalac 157 60% dan katalis 1% dengan variasi perlakuan 1,2,3 jam dan tanpa perlakuan yang menggunakan alat uji sound level meter yang dapat dilihat pada tabel hasil uji peredam suara. Pengujian penyerap suara dilakukan dengan menggunakan 3 spesimen pada setiap variasi perlakuan, dari pengujian tersebut didapatkan bahwa dengan adanya komposit sebagai bahan pemisah ruang box dan akustik terjadi penerunan nilai penyerap suara pada ruang akustik (ouput) dibandingkan pada ruang box (input). Pengujian

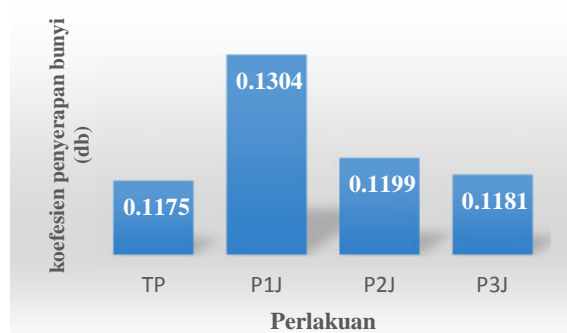
penyedap suara dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

**Tabel 1. Rata-Rata Nilai koefisien penyerapan bunyi**

No	Variasi Perlakuan	Rata-Rata Nilai Tertinggi Koefisien Penyerapan Bunyi (db)
1	TP	0,1175
2	P1J	0,1304
3	P2J	0,1199
4	P3J	0,1181

Sumber: Olah data

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa pada tanpa perlakuan rata-rata nilai tertinggi yang didapatkan sebesar 0,1175 db, untuk perlakuan 1 jam di dapatkan rata-rata nilai tertinggi koefisien penyerapan bunyi dengan rata-rata nilai tertinggi sebesar 0,1304 db sedangkan pada perlakuan 2 jam rata-rata nilai tertinggi yang didapatkan nilai yang tertinggi sebesar 0,1199 db dan pada perlakuan 3 jam rata-rata nilai koefisien penyerapan bunyi didapatkan sebesar 0,1181 db. Dari rata-rata nilai tertinggi yang didapatkan pada tabel diatas dapat dilihat pada gambar grafik berikut:



**Gambar 3. Hubungan Koefisien Penyerapan Bunyi Variasi Perlakuan Dan Tanpa Perlakuan**

Pada Pada grafik hubungan nilai koefisien penyerapan bunyi dengan variasi perlakuan dan tanpa perlakuan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan penyerapan bunyi pada P1J, P2J, dan P3J sebesar 10.92%, 1.97%, dan 0.52%. Adapun komposit yang paling signifikan dapat menyerap bunyi terjadi pada komposit berpenguat SSK dengan perlakuan 1 jam.

Berdasarkan perbandingan komposit nilai koefisien penyerapan bunyi yang didapatkan pada variasi perlakuan serat sabuk kelapa, 1, 2, 3 jam dan tanpa perlakuan diketahui dengan adanya perlakuan SSK dengan menggunakan asap cair yang didapatkan dengan nilai yang tertinggi terjadi pada

perlakuan 1 jam dengan nilai koefisien penyerapan bunyi sebesar 0,1304 db sedangkan perlakuan 2 dan 3 jam dan tanpa perlakuan lebih rendah dari perlakuan 1 jam dan nilai yang terendah untuk koefisien penyerapan bunyi didapatkan pada tanpa perlakuan dengan nilai sebesar 0,1175 db yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan 1, 2, dan 3 jam.

## KESIMPULAN

Pengaruh perlakuan SSK dengan Asap cair dapat mengubah morfologi serat menjadi kasar dan berpori sehingga dalam pembuatan komposit akan mempengaruhi sifat akustik komposit, perlakuan SSK dengan menggunakan asap cair yang paling rendah terjadi pada SSK tanpa perlakuan sebesar 0,1175 db, sedangkan yang paling signifikan terjadi pada perlakuan 1 jam dengan nilai koefisien penyerapan bunyi sebesar 0,1304 db, dengan persentase peningkatan sebesar 10.92%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Di ucapkan kepada pimpinan fakultas teknik atas pembiayaan PKUPT tahun 2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. H. Sari, I. N. G. Wardana, Y. S. Irawan, and E. Siswanto, "Physical and Acoustical Properties of Corn Husk Fiber Panels," *Adv. Acoust. Vib.*, vol. 2016, 2016.
- [2] N. H. Sari, I. N. G. Wardana, Y. S. Irawan, and E. Siswanto, "Corn husk fiber-polyester composites as sound absorber: Nonacoustical and acoustical properties," *Adv. Acoust. Vib.*, vol. 2017, 2017.
- [3] M. Arsyad, I. N. G. Wardana, Pratikto, and Y. Surya Irawan, "The morphology of coconut fiber surface under chemical treatment," *REVISTAMATERIA*, vol. 20, no. 11585, pp. 169–177, 2015.
- [4] I. Renreng, R. Soenoko, pratikto, and Y. Surya Irawan, "Effect Of Turmeric (Curcuma) Solution Treatment Toward The Interfacial Shear Stress And Wettability Of A Single Fiber Akaa (Corypha) On Epoxy Matrix," *Int. J. Appl. Eng. Res. ISSN*, vol. 10, no. 10, pp. 973–4562, 2015.
- [5] M. Husen, M. Balfas, and K. Kamil, "Surface morphology and interfacial bonding between palm fiber treated with sea water and sago matrix," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 23, pp. 13681–13685, 2016.
- [6] M. Muslimin, Kusno Kamil, S. A. S. Budi, and I. Wardana, "Effect of liquid smoke on surface morphology and tensile strength of Sago Fiber," *J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 13, no. 4, pp. 6165–6177, 2019.
- [7] I. N. G. W. Mukhlis Muslimin, Kusno Kamil, "Cross-sectional texture of sago fiber due to liquid smoke treatment," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021, pp. 1–3.
- [8] B. Sukiman, I. Junaidy, A. Karim, and M. Mukhlis, "Analisis Pengaruh Internal Geometri Terhadap Properti Mekanik Material Dental Resin Menggunakan SLA 3D Printer Tipe Anycubic," vol. 6, pp. 34–38, 2021.
- [9] A. S. Mekar *et al.*, "Analisis Pengaruh Komposisi Lapisan / Laminat Terhadap Kekutan Impak pada Komposit Hybrid Serat Jute , Glass dan Resin Yukalac 157 Katalis," vol. 6, pp. 39–43, 2021.
- [10] Mardin, I. N. G. Wardana, K. Kusno, and S. Wahyono, "Sea Water Effects on Surface Morphology and Interfacial Bonding of Sugar Palm Fiber to Sago Matrix," vol. 724, pp. 39–42, 2016.
- [11] M. bondaris palungan, S. Rudy, S. Yudy, and A. P. Irawan, "The Effect Of Fumigation Treatment Towards Agave Cantala Roxb Fibre Strength And Morfology," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 1399–1414, 2017.
- [12] M. Muslimin, K. Kamil, S. A. S., and W. I. N. G., "Effects of Liquid Smoke on the Chemical Composition and Thermal Properties of Sago Fiber," *J. SOUTHWEST JIAOTONG Univ.*, vol. 54, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [13] M. Muslimin, S. A. S., W. I. N. G., and K. Kamil, "Liquid Smoke Potential Solution on Texture and Bonding Sago Fiber- Matrix," vol. 494, 2019.
- [14] M. Muslimin, M. Rahim, A. Seng, and S. Rais, "Liquid Smoke Treatment for Natural Fibers : The Effect on Tensile Properties , Surface Morphology , Crystalline Properties , and Functional Groups of Banana Stem Fibers," *Appl. Syst. Innov.*, vol. 5, no. 94, pp. 1–12, 2022.

## Petunjuk Umum

Panjang maksimal sebuah jurnal ilmiah adalah 6 - 8 halaman dengan penulisan spasi tunggal, *justify*, huruf Times New Roman ukuran 10 point *regular* dan format penulisan kolom *double*. Artikel ilmiah menggunakan kertas ukuran A4 (210 x 297 mm) dengan penulisan batas tepi kiri, atas, kanan, dan bawah, secara berurutan masing-masing adalah 3 cm, 2.5 cm, 2.5 cm, dan 2.5 cm. Batas kepala dan kaki area tulisan (*header* dan *footer*) adalah 1.5 cm dan 1.3 cm. Permulaan alinea ditulis menjorok ke dalam 1 cm. Semua istilah asing dicetak miring (*italic form*).

## Petunjuk Penulisan

Petunjuk penulisan antara lain sebagai berikut:

### 1. Judul Jurnal Ilmiah

Memberi gambaran penelitian yang telah dilakukan. Berisi maksimal 15 kata. Times New Roman 11, spasi 1, spacing after 6 pt dan ditebalkan (*Bold*) (Style Judul)

### 2. Nama penulis

- Nama penulis tanpa menggunakan gelar, ditulis di bawah judul. Jarak antara judul dan nama penulis diberi satu spasi kosong, dengan ukuran huruf Times New Roman 11 pt, Bold (Style Penulis)
- Nama program studi dan fakultas (nama lembaga) ditulis di bawah nama penulis. Jarak antara nama penulis dan lembaga diberi satu spasi kosong, dengan ukuran huruf Times New Roman 11 pt, spacing after 6 pt (Style Keterangan Penulis).
- Email penulis pertama ditulis di bawah nama lembaga. Email ditulis dengan ukuran huruf Times New Roman 10 pt dan dicetak miring (*italics*). Jarak antara nama lembaga dan email spacing after 6 pt., dengan ukuran huruf Times New Roman 11 pt (Style Keterangan Penulis)..

### 3. Abstrak

Abstrak hanya satu paragraf maksimum 250 kata, memuat uraian singkat mengenai masalah dan tujuan penelitian, metode yang digunakan, dan hasil penelitian. Tekanan penulisan abstrak terutama pada hasil penelitian. Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Kata kunci perlu dicantumkan untuk menggambarkan ranah masalah yang diteliti dan istilah-istilah pokok yang mendasari pelaksanaan penelitian. Kata-kata kunci dapat berupa kata tunggal atau gabungan kata. Jumlah kata kunci 3-5 kata. Kata kunci ini diperlukan untuk komputerisasi. Pencarian judul penelitian dan abstraknya dipermudah dengan kata-kata kunci tersebut. Pengetikan abstrak dilakukan dengan spasi tunggal, huruf Times New Roman 10, spacing before 12 pt, after 2 pt (Style Abstrak).

### 4. Pendahuluan

Pendahuluan memuat latar belakang penelitian secara ringkas dan padat, dan tujuan. Dukungan teori tidak perlu dimasukkan pada bagian ini, tetapi penelitian sejenis yang dilakukan dapat dinyatakan. Pengetikan menggunakan huruf Times New Roman 10, spasi 1, spacing before 12 pt, after 2 pt.

### 5. Metode penelitian

Pada dasarnya bagian ini menjelaskan bagaimana penelitian itu dilakukan. Materi pokok bagian ini adalah : (1) rancangan penelitian; (2) populasi dan sampel (sasaran penelitian); (3) teknik pengumpulan data dan pengembangan instrumen; (4) dan teknik analisis data. Untuk penelitian menggunakan alat dan bahan, perlu dituliskan spesifikasi alat dan bahannya. Spesifikasi alat menggambarkan kecanggihan alat yang digunakan sedangkan spesifikasi bahan menggambarkan bahan yang digunakan.

Untuk penelitian kualitatif seperti penelitian tindakan kelas, etnografi, fenomenologi, studi kasus dan lain-lain, perlu ditambahkan kehadiran peneliti, subjek penelitian, informan yang ikut membantu beserta cara-cara menggali data-data penelitian, lokasi dan lama penelitian serta uraian mengenai pengecekan keabsahan hasil penelitian.

### 6. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini memuat data (dalam bentuk ringkas), analisis data dan interpretasi terhadap hasil. Pembahasan dilakukan dengan mengaitkan studi empiris atau teori interpretasi. Jika dilihat dari proporsi tulisan, bagian ini harusnya mengambil proporsi terbanyak bisa mencapai 50% atau lebih.

### 7. Penutup

Bagian ini memuat kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran dapat dibuat dalam sub bagian terpisah. Kesimpulan menjawab tujuan, bukan mengulang teori, berarti menyatakan hasil penelitian secara ringkas. Saran merupakan penelitian lanjutan yang dirasa masih diperlukan untuk penyempurnaan hasil penelitian supaya berdaya guna. Penelitian tentunya tidak selalu berdaya guna bagi masyarakat dalam satu kali penelitian, tapi merupakan rangkaian penelitian yang berkelanjutan.

**8. Daftar Pustaka**

Bagian ini hanya memuat referensi yang benar-benar dirujuk. Dengan demikian, referensi yang dimasukkan pada bagian ini akan ditemukan tertulis pada bagian-bagian sebelumnya. Sistematika penulisannya adalah mengikuti format Mendeley dengan menggunakan style IEEE dengan menggunakan style daftar pustaka.

**9. Penulisan persamaan**

Penulisan persamaan dalam *font* Times New Roman atau *font* Symbol menggunakan ukuran 11 point dengan menuliskan Nomor Persamaan yang diletakkan di dalam kurung pada akhir margin kanan yaitu (1), (2) dan seterusnya. Nomor persamaan harus berurutan. Penulisan persamaan diberi jarak satu spasi pada sebelum dan sesudah penulisannya.

**10. Penyajian Gambar dan Tabel**

Nama Tabel ditulis di atas tabel pada sisi kiri dan bernomor urut dengan huruf tebal (*bold*). Antara Nama Tabel dan tabel tidak ada spasi. Tabel dibuat rata tengah, hanya terdiri dari tiga garis horisontal dengan ketentuan satu garis di atas tulisan kepala tabel dan satu garis yang mengapitnya, serta satu garis lagi berada pada bagian paling bawah dari isi tabel. Antara tabel dengan teks dibawahnya diberi jarak satu spasi, demikian juga sebelumnya.

Gambar dibuat rata tengah dengan Nomor Urut dan Nama Gambar diletakkan di bawah gambar. Jarak gambar dengan Nama Gambar adalah satu spasi, demikian juga dengan jarak antara Nama gambar dengan teks dibawahnya. Penulisan Nama Gambar dengan huruf tebal dan rata tengah. Jika Tabel atau Gambar diambil dari sumber lain atau bukan hasil penelitian penulis, harus dicantumkan sumber kutipannya.

Template Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung

## JUDUL (Style Judul)

<Style normal : font 10 point, Line Spacing Single>

Nama penulis<sup>1</sup>, nama penulis<sup>2</sup> (Style Penulis)

<sup>1</sup> Program Studi, Fakultas, Universitas (Style Keterangan )

Alamat Universitas

<sup>2</sup> Program Studi, Fakultas, Universitas

Alamat Universitas

Email penulis<sup>1</sup>

<Style normal>

### Abstrak (Style Abstrak: 10 pt, Bold)

<Style normal>

Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia, terdiri dari satu paragraf, memuat tujuan, metode penelitian yang digunakan dan hasil (Style Isi Abstrak :10 pt, Line Spacing Single)

<Style normal>

**Kata kunci** : maksimum lima kata kunci. aaaa, bbbb, cccc, dddd, eeee. (Style Isi Abstrak :10 pt, Line Spacing Single)

<Style normal>

### Abstract (10 pt, Bold) (Style Abstrak: 10 pt, Bold, Italic)

<Style normal>

Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris, satu paragraf, memuat tujuan, metode penelitian yang digunakan dan hasil. (Style Isi Abstrak :10 pt, Italic, Line Spacing Single)

<Style normal>

**Key words** : maksimum lima kata kunci. aaaa, bbbb, cccc, dddd, eeee. (Style Isi Abstrak :10 pt, Line Spacing Single)

<Style normal>

## PENDAHULUAN (Semua judul bab menggunakan (Style Judul Bab))

Pendahuluan memuat latar belakang penelitian secara ringkas dan padat, dan tujuan. Dukungan teori tidak perlu dimasukkan pada bagian ini, tetapi penelitian sejenis yang sudah dilakukan dapat dinyatakan. (Isi jurnal menggunakan (Style Isi Jurnal))

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan prosedur dan teknik penelitian. Antara satu penelitian dengan penelitian yang lain, prosedur dan tekniknya akan berbeda. Kalau tidak berbeda, berarti penelitian itu hanya mengulang penelitian yang sudah ada sebelumnya. Tapi bukan berarti harus berbeda semuanya. Untuk penelitian sosial misalnya, populasi penelitian mungkin saja sama, tapi teknik samplingnya berbeda, teknik pengumpulan datanya berbeda, analisis datanya berbeda, dan lain-lain. Mohon diuraikan dengan jelas, bukan hanya mengopi dari penelitian lain. Kalau mau disertakan penelitian yang dilakukan termasuk ke dalam

kategori penelitian yang mana, mohon diperhatikan dengan baik, jangan asal mengopi. Bagian ini bisa dibagi menjadi beberapa sub bab, dengan mencantumkan penomorannya menggunakan style sub bab.

1. Perumusan masalah (Style Sub Bab)

(Style isi jurnal) Penjelasan menggunakan style isi jurnal.

2. Metode penelitian (Style Sub Bab)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memuat data (dalam bentuk ringkas), analisis data dan interpretasi terhadap hasil. Pembahasan dilakukan dengan mengkaitkan studi empiris atau teori untuk interpretasi. Jika dilihat dari proporsi tulisan, bagian ini harusnya mengambil proporsi terbanyak, bisa mencapai 50% atau lebih. Bagian ini bisa dibagi menjadi beberapa sub bab, tetapi tidak perlu mencantumkan penomorannya.

Jika menggunakan tabel, maka penulisannya seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Nama Tabel (Style Captiom)

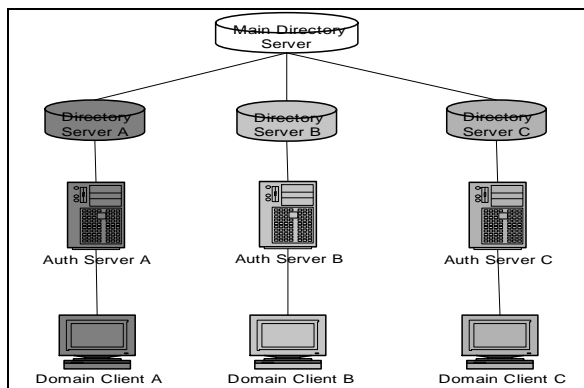
| Kolom 1 | Kolom 2 | Kolom 3 | Kolom 4 |
|---------|---------|---------|---------|
|         |         |         |         |
|         |         |         |         |

Sumber : xxxxxxxx

<Style normal>

Jika menggunakan gambar, maka penggambarannya dibuat sebagai berikut:

<Style normal>



(Style Posisi Gambar)

Gambar 1 Nama Gambar (Style Caption)

Rumus menggunakan (style Rumus) dengan bentuk sebagai berikut:

Y=ax+bx ..... (1)

1. Sitasi dan Daftar Referensi (style sub bab)

(Style isi jurnal) Penunjukan sitasi dengan menggunakan style IEEE. Tanda baca kalimat mengikuti tanda kurung [2]. Berbagai referensi [2], [3] masing-masing diberi nomor dengan kurung terpisah [1] - [3]. Saat mengutip bagian dalam buku, tolong berikan nomor halaman yang relevan. Dalam kalimat, merujuk hanya ke nomor referensi, seperti pada [3]. Jangan gunakan "Ref. [3]" atau "referensi [3]" kecuali pada awal kalimat: "Hossain [3] menunjukkan ..."

2. Catatan Kaki (style sub bab)

(Style isi jurnal) Cobalah untuk menghindari catatan kaki. Berikan semua nama penulis; jangan gunakan "et al." Gunakan spasi setelah inisial penulis. Makalah telah dikirimkan untuk publikasi atau yang belum diterima atau dipublikasikan tidak perlu dikutip. Makalah yang telah diterima untuk publikasi, tetapi belum ditentukan untuk masalah ini harus terdaftar sebagai "Dalam pers" [5]. Referensi adalah lekukan gantung 5mm.

KESIMPULAN

Berisikan kesimpulan hasil dari pembahasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diperkenankan bagi penulis dengan memberikan ucapan terima kasih kepada lembaga yang membiayai penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Moghal A. A. B., Dafalla M. A., Elkady T. Y., and Al-Shamrani M.A., Lime Leachability Studies on Stabilized Expansive Semi-Arid Soil. International Journal of GEOMATE, Vol. 9, Issue 18, 2015, pp.1467-1471.

[2] Awal A.S.M.A, Hosseini H. and Hossain M.Z., Strength, Modulus of Elasticity and Shrinkage Behaviour of Concrete Containing Waste Carpet Fiber, International Journal of GEOMATE, Vol. 9, Issue 17, 2015, pp. 1441-1446.

[3] Hossain M.Z., For Chapter in a Book, Soil Mechics, 4th ed. Vol. 2, Sakai, Ed. Sankeisha Publisher's Name, Year, pp. 11-60.

[4] Author H., A Book New York Publisher, Year, pp.1-200.

[5] Annnn B., Unpublished Work but Accepted, Vol., Issue, Year.

[6] Kimura S., Journal Paper Title, J. of Computer Science, Vol. 1, Issue 2, 1987, pp. 23-49.

[7] Islam M.R., Conference proceedings, in Proc. 2nd Int. Conf. on GEOMATE, 2011, pp. 8-13.

[8] Hossain M.Z. and Awal A.S.M.A., Experimental Validation of a Theoretical Model for Flexural Modulus of Elasticity of Thin Cement Composite, Const. Build. Mat., Vol.25, No.3, 2011, pp.1460-1465.



**MACHINE** Jurnal Teknik Mesin

**Alamat Redaksi :**

Gedung Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik  
Universitas Bangka Belitung  
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung  
Balujuk, Kab. Bangka, Prov. Kep. Bangka Belitung  
Laman : [journal.ubb.ac.id/index.php/mesin](http://journal.ubb.ac.id/index.php/mesin)  
e-Mail : [mesinubb@yahoo.com](mailto:mesinubb@yahoo.com)

