

# Jurnal Teknologi

Volume 15 Nomor 1 Juni 2022

- **Unjuk Kerja Charge Controller metode PWM Menggunakan Arduino Uno**  
*Hendi Matalata, Asnal Effendi*
- **Evaluasi Tingkat Kebisingan Di Bandar Udara Yogyakarta International Airport**  
*Dimas Indra Kusuma, Triatmi Sri Widyaningsih\*, Maria R Srah Darmanijati*
- **Proses Pembubutan Rata Bahan AISI 1010 Dengan Mesin CNC Untuk Mendapatkan Kualitas Permukaan Yang Optimum**  
*Rifki Asrul Sani, Eko Soebowo, Imam A. Sadisun*
- **Proses Pembubutan Rata Bahan AISI 1010 Dengan Mesin CNC Untuk Mendapatkan Kualitas Permukaan Yang Optimum**  
*Bena Aldi Finandika, Joko Waluyo\*, Prabuditya Bisma*
- **Efektivitas Karbon Aktif Tempurung Kemiri Dalam Menurunkan Kadar Warna Naftol Merah Limbah Cair Industri Batik**  
*Alfonsius Tripelo Fladinir, Hadi Prasetyo Suseno, Sri Sunarsih\**
- **Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Beban Kerja Mental Berbasis Ergonomi Terhadap Karyawan PT. Woneel Midas Leathers**  
*Endang Widuri Asih, Widia Marselia, Cyrilla Indri Parwati, Arie Pohandry*
- **Perancangan Arsitektur Aplikasi Web Menggunakan Data Real Time Dari Google Form Berbasis File CSV**  
*Joko Triyono, Erfanti Fatkhiyah, Haidar Ikram Ramadhan, Nizar Izzuddin Yatim Fadlan*
- **Implementasi Radio Frequency Identification (RFID) Untuk Kartu Pasien Berbasis Data Digital**  
*Evrita Lusiana Utari, Irawadi Buyung, Agus Qomaruddin Munir*
- **Pengaruh Waktu Proses dan Ukuran Bahan terhadap Efektivitas Proses Maserasi Daun Strobilantes Cusia**  
*Murni Yuniwati, Wanda Pratiwi, Bambang Kusmartono, Sri Sunarsih*
- **Usulan Penataan Ulang Tata Letak Fasilitas Dengan Metode Systematic Layout Planning (SLP) dan Class Based Storage**  
*Antonius Oksa Rizaldy Wiratama, Joko Susetyo\*, Risma Adelina Simanjuntak*
- **Perancangan Digital Prototype of Foot-Operated Handsanitizer Stand**  
*Hadi Saputra, Wahid Hasyim*
- **Perancangan Alat Otomatisasi Sistem Monitoring Dan Kontroling Tinggi Permukaan Air Sungai Sebagai Peringatan Dini Terjadinya Banjir**  
*Suparman Suparman, Eka Suhartanto, Yahya Ibnu Shina*

Jurnal  
Teknologi

Volume 15

Nomor 1

Halaman  
1 - 95

Juni  
2022

**Fakultas Teknologi Industri**  
**Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta**



# Jurnal Teknologi

## EDITORIAL BOARD

### Editor in Chief

Dr. Ir. Toto Rusianto, M.T.

### Managing Editor

Dr. Rahayu Khasanah, S.T., M.Eng.

### Editor

Andrean Emaputra, S.T., M.Sc.

Beny Firman, S.T., M.Eng.

Ir. Muhammad Yusuf, M.T.

Ir. Murni Yuniwati, M.T.

### Guest Editor

Beni Tri Sasongko, ST., M.Eng. (Universitas Negeri Yogyakarta)

Denny Hardiyanto, S.T., M.Eng. (Universitas PGRI Madiun)

Rosalia Arum Kumalasanti, S.T., M.T. (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)

### Reviewer

Daniel Oranova Siahaan, S.Kom, M.Sc., PEng (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Dr. Deendarlianto, ST., M.Eng. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Dr. Eng. Azridjal Aziz, ST., MT. (Universitas Riau)

Dr. Ir. Abdul Kadir, MT., MM. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Dr. Ir. Amir Hamzah, MT. (Universitas AKPRIND Indonesia)

Dr. Ir. Iswanjono, (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)

Dr. Moh. Hardiyanto (Institut Teknologi Indonesia)

Dr. Ratna Wardani, ST., MT. (Universitas Negeri Yogyakarta)

Dr. Romadoni Syahputra, ST., MT. (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

Ir. Ellyawan Setyo A., ST., M.Sc., Ph.D (Universitas AKPRIND Indonesia)

Ir. Ganjar Andaka, Ph.D. (Universitas AKPRIND Indonesia)

Muhammad Kusumawan Herliansyah, ST., MT., Ph.D. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Prof. Dr. Erma Utami, S.Si, M.Kom (Universitas AMIKOM).

Prof. Dr. Indarto. DEA. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

Prof. Dr. Ir. Sudarsono, MT. (Universitas AKPRIND Indonesia)

Prof. Muhammad Djaeni, ST., M.Eng. (Universitas Negeri Diponegoro)

Yuni Kusumastuti, ST., M.Eng., D.Eng. (Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)

### Focus and Scope

This journal is a scientific journal to develop knowledge in the field of Engineering & Technology. Editors invite professionals from education and researcher to write about the progress of science in the field of Engineering & Technology. The journal is published 2 (two) times in 1 year.

Topics of papers that can be published in the Journal of Technology (Jurtek) Faculty of Industrial Technology, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta are scientific topics that are in accordance with the fields of interest in the Faculty, namely: Chemical Engineering, Industrial Engineering, Mechanical Engineering, Electrical Engineering, informatics and Relevant Science and Technology

---

## Fakultas Teknologi Industri

## Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: [jurtek@akprind.ac.id](mailto:jurtek@akprind.ac.id)

<https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jurtek>

---

# Jurnal Teknologi

Volume 15 Nomor 1 Juni 2022

- |   |       |
|---|-------|
| • <b>Unjuk Kerja Charge Controller metode PWM Menggunakan Arduino Uno</b><br><i>Hendi Matalata, Asnal Effendi</i> .....   | 1-8   |
| • <b>Evaluasi Tingkat Kebisingan Di Bandar Udara Yogyakarta International Airport</b><br><i>Dimas Indra Kusuma, Triatmi Sri Widyaningsih*, Maria R Srah Darmanijati</i> .....                                       | 9-14  |
| • <b>Proses Pembubutan Rata Bahan AISI 1010 Dengan Mesin CNC Untuk Mendapatkan Kualitas Permukaan Yang Optimum</b><br><i>Rifki Asrul Sani, Eko Soebowo, Imam A. Sadisun</i> .....                                   | 15-21 |
| • <b>Proses Pembubutan Rata Bahan AISI 1010 Dengan Mesin CNC Untuk Mendapatkan Kualitas Permukaan Yang Optimum</b><br><i>Bena Aldi Finandika, Joko Waluyo*, Prabuditya Bisma</i> .....                              | 22-29 |
| • <b>Efektivitas Karbon Aktif Tempurung Kemiri Dalam Menurunkan Kadar Warna Naftol Merah Limbah Cair Industri Batik</b><br><i>Alfonsius Tripelo Fladinir, Hadi Prasetyo Suseno, Sri Sunarsih*</i> .....             | 30-37 |
| • <b>Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Beban Kerja Mental Berbasis Ergonomi Terhadap Karyawan PT. Woneel Midas Leathers</b><br><i>Endang Widuri Asih, Widia Marselia, Cyrilla Indri Parwati, Arie Pohandry</i> ..... | 38-46 |
| • <b>Perancangan Arsitektur Aplikasi Web Menggunakan Data Real Time Dari Google Form Berbasis File CSV</b><br><i>Joko Triyono, Erfanti Fatkhiyah, Haidar Ikram Ramadhan, Nizar Izzuddin Yatim Fadlan</i> .....      | 47-54 |
| • <b>Implementasi Radio Frequency Identification (RFID) Untuk Kartu Pasien Berbasis Data Digital</b><br><i>Evrita Lusiana Utari, Irawadi Buyung, Agus Qomaruddin Munir</i> .....                                    | 55-60 |
| • <b>Pengaruh Waktu Proses dan Ukuran Bahan terhadap Efektivitas Proses Maserasi Daun Strobilantes Cusia</b><br><i>Murni Yuniwati, Wanda Pratiwi, Bambang Kusmartono, Sri Sunarsih</i> .....                        | 61-67 |
| • <b>Usulan Penataan Ulang Tata Letak Fasilitas Dengan Metode Systematic Layout Planning (SLP) dan Class Based Storage</b><br><i>Antonius Oksa Rizaldy Wiratama, Joko Susetyo*, Risma Adelina Simanjuntak</i> ..... | 68-76 |
| • <b>Perancangan Digital Prototype of Foot-Operated Handsanitizer Stand</b><br><i>Hadi Saputra, Wahid Hasyim</i> .....  | 77-86 |
| • <b>Perancangan Alat Otomatisasi Sistem Monitoring Dan Kontroling Tinggi Permukaan Air Sungai Sebagai Peringatan Dini Terjadinya Banjir</b><br><i>Suparman Suparman, Eka Suhartanto, Yahya Ibnu Shina</i> .....    | 87-95 |

---

## Unjuk Kerja Charge Controller metode PWM Menggunakan Arduino Uno

Hendi Matalata<sup>1</sup>, Asnal Effendi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Listrik, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Padang

e-mail: [hendi.matalata@unbari.ac.id](mailto:hendi.matalata@unbari.ac.id)<sup>1</sup>, [asnal.effendi@gmail.com](mailto:asnal.effendi@gmail.com)<sup>2</sup>

---

### ABSTRACT

*The need for a charge controller for the use of electrical energy sourced from solar panels and DC generators is very necessary for the purposes of the battery function as electric power in the inverter which functions as a voltage source. Usually the battery is used for inverter purposes in meeting household electricity needs as a substitute for PLN. The charging process will occur if the output voltage from the DC voltage source is higher than the battery voltage to be recharged. In this study, the charging process is based on PWM settings, and consists of 2 types, namely boost mode and float mode which are distinguished from the duty cycle setting. The voltage reading on the voltage divider sensor using a resistor has an error of less than 6.22% at the source terminal, and 6.89% at the battery. However, the charging process is able to provide an average voltage of 13.14 Volts on the battery (12 Volts), so that the charging process can run well.*

**Keywords:** Arduino, Charge Controller, PWM.

### INTISARI

Keperluan *charge Controller* untuk pemanfaatan energi listrik yang bersumber dari Panel surya dan generator DC sangat diperlukan guna keperluan fungsi baterai sebagai tenaga listrik pada inverter yang berfungsi untuk sumber tegangan. Biasanya baterai digunakan untuk keperluan Inverter dalam memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga sebagai pengganti PLN. Proses *charging* akan terjadi apabila tegangan keluran dari sumber tegangan DC lebih tinggi dari tegangan baterai yang akan di isi ulang. Pada penelitian ini, proses *charging* didasarkan pada pengaturan PWM, dan terdiri dari 2 jenis, yaitu boost mode dan float mode yang dibedakan dari pengaturan *duty cyclenya*. Pembacaan tegangan pada sensor pembagi tegangan menggunakan resistor memiliki error kurang dari 6,22% pada terminal sumber, dan 6,89% pada baterai. Namun demikian Proses charging mampu memberikan tegangan rata-rata sebesar 13,14 Volt pada baterai(12 Volt), sehingga proses *charging* dapat berjalan dengan baik.

**Kata Kunci:** Arduino, Charge Controller, PWM

### PENDAHULUAN

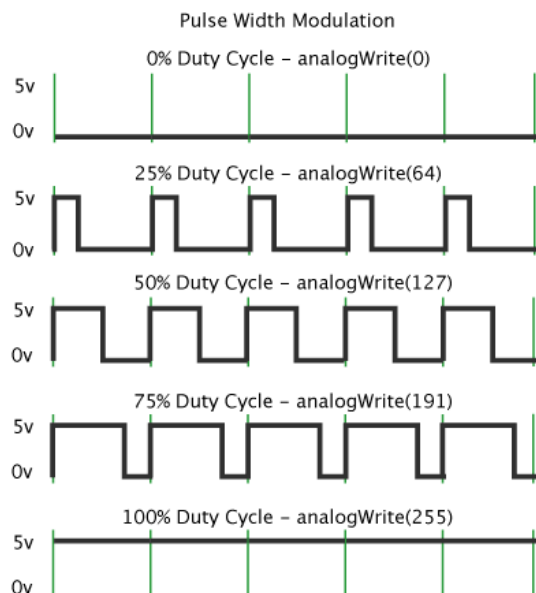
Kebutuhan akan energi listrik dewasa ini menjadi perhatian, khususnya daerah-daerah tepencil yang tidak dapat dilayani PLN. Untuk itu memanfaatkan energi baru terbarukan yang tersebar harus dapat dioptimalkan, seperti energi matahari, energi air, energi angin dll.

Pada panel surya daya listrik berbanding lurus dengan serapan intensitas cahaya matahari(Mirzazoni, 2020), intensitas matahari cenderung fluktuatif sehingga energi yang dihasilkan panel surya tidak konstan(Matalata, 2018). Energi listrik yang berasal dari panel sel surya dan generator DC adalah sumber listrik arus searah (DC) yang biasanya digunakan untuk melakukan proses *charging* ke Baterai melalui pengontrol atau regulator yang disebut *charge controller*. Proses *charging* akan terjadi apabila tegangan keluran dari sumber tegangan DC lebih tinggi dari tegangan baterai yang akan di isi ulang. dan biasanya baterai digunakan untuk keperluan Inverter dalam memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga sebagai pengganti PLN.

Penelitian ini menganalisa proses kerja *charge controller* berbasis kontroler Arduino dalam melakukan pengisian ulang atau *charging* ke baterai(Junaldy et al., 2019), didasarkan pada pengaturan sinyal PWM yang terdiri dari boost mode dan float mode (Achmad P.Sardju, 2021).

### PWM (Pulse Width Modulation)

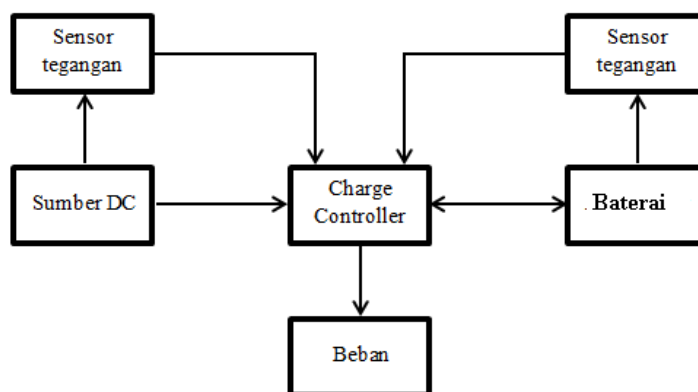
Proses *charging* pada *charge controller* berdasarkan pengaturan modulasi lebar pulsa (*pulse width modulation*). *Pulse width modulation*(PWM) merupakan sinyal digital dengan bentuk gelombang kotak yang diatur lebar pulsanya (*pulse width*) pada saat On dan Off atau durasi frekuensi pada saat *high* (5V) dan *low* (0V) dalam satu periode gelombang seperti ditunjukkan pada gambar 1 dibawah

Gambar 1. Beberapa Jenis Nilai *Duty Cycle* pada PWM

Pada metode kontrol digital perubahan PWM pada kontroler arduino dipengaruhi oleh resolusi PWM itu sendiri, misalnya pada PWM digital 8 bit, berarti PWM tersebut memiliki resolusi  $2^8$  yang nilainya sama dengan 256, yang artinya nilai ini bervariasi hingga 256 jenis, mulai dari 0 – 255 yang mewakili variasi *duty cycle* dari 0 - 100% dari keluaran PWM tersebut

#### METODE PENELITIAN

untuk mendapatkan hasil penelitian proses charging, digunakan sensor tegangan berupa resistor yang dipasang secara seri untuk membaca tegangan sumber dan tegangan baterai (Prasetyo, 2018). Dan sinyal analog yang didapat dikonversi menggunakan kontroler arduino (charge Controller) (I Gusti Ngurah A M, 2016). Blok system diperlihatkan pada gambar 2 dibawah.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

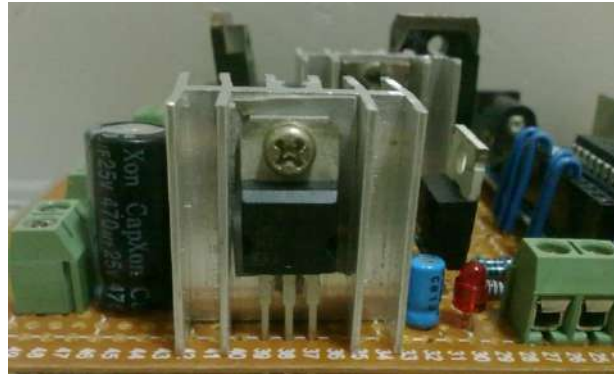
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama-tama dilakukan pada masing-masing bagian terlebih dahulu, selanjutnya masing-masing bagian tersebut diuji secara integrasi keseluruhan. Pengambilan data juga dilakukan pada saat pengujian, kemudian dilakukan analisa terhadap hasil pengujian tersebut. Seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4 dibawah.

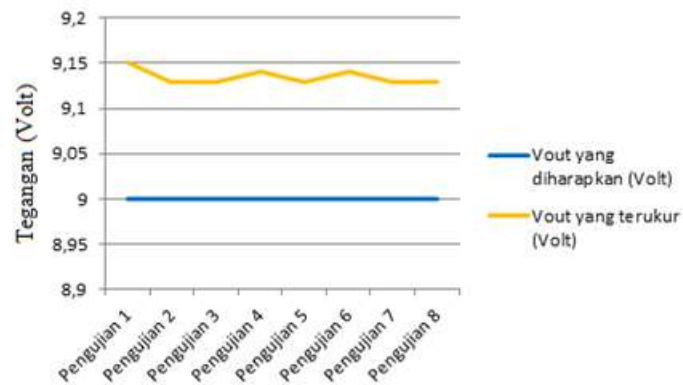
Pengujian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan, antara lain :

##### 1. Pengujian *power supply*.

pengujian *power supply* ini adalah untuk mengetahui apakah *power supply* yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan output yang diharapkan atau tidak.



Gambar 3. Power Supply



Gambar 4. Pengujian Power Supply

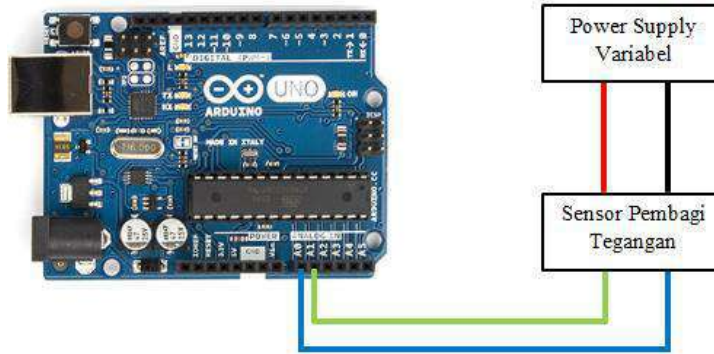
Dari hasil pengujian terlihat bahwa output dari *power supply* nilainya selalu lebih besar dari yang diharapkan, dan *power supply* ini juga tidak harus memerlukan tegangan input yang presisi, cukup dengan tegangan yang mendekati 9 Volt, terlebih lagi *power 9 Volt* ini sebenarnya akan diregulasi lagi menjadi tegangan 5 Volt yang akan digunakan untuk mikrokontroler arduino. Bentuk gelombang keluaran regulator tegangan 9 Volt ini dapat diamati menggunakan osiloskop, seperti pada gambar 5 dibawah berikut :



Gambar 5. Pengujian Oscilloscope

## 2. Pengujian sensor tegangan.

Sensor ini digunakan untuk mengukur tegangan pada suatu titik. Sensor tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan, dengan komponen berupa resistor yang dihubungkan secara seri. Pengujian pada sensor tegangan ini untuk menguji apakah sensor ini dapat mengukur tegangan dengan baik, pengujian sensor tegangan diperlihatkan gambar 6 dibawah.

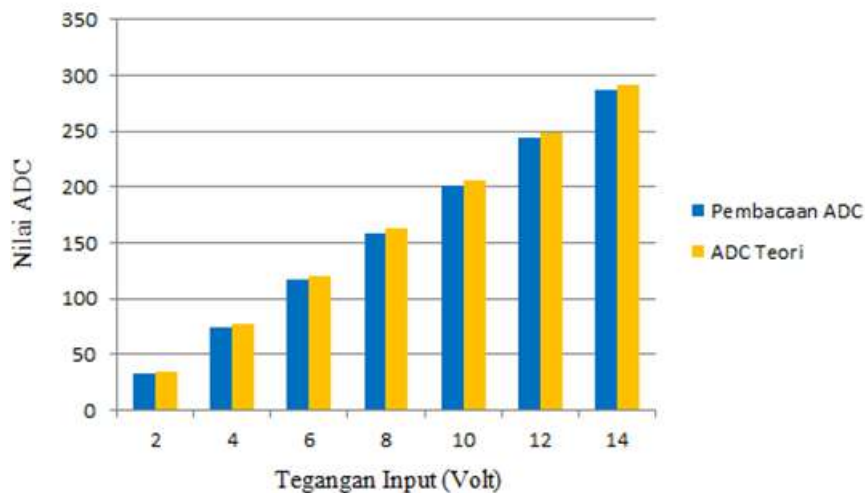


Gambar 6. Pengujian Sensor Tegangan(Johar, 2020)

Pengujian antara ADC berdasarkan teori dan ADC berdasarkan pengukuran pada setiap tegangan input variabel yang masuk di sisi sumber dan Baterai dapat dilihat pada tabel 1 dan grafik berikut :

Tabel 1. Pembacaan Tegangan dan ADC Sumber (Pin A0)

Vin (Volt)	Vsensor (Volt)	Pembacaan ADC	ADC Teori	Error (%)
2	0,172	33	35,19	6,22
4	0,379	74	77,54	4,56
6	0,587	117	120,10	2,58
8	0,795	158	162,65	2,86
10	1,008	202	206,23	2,05
12	1,217	244	249	2
14	1,428	287	292,17	1,77



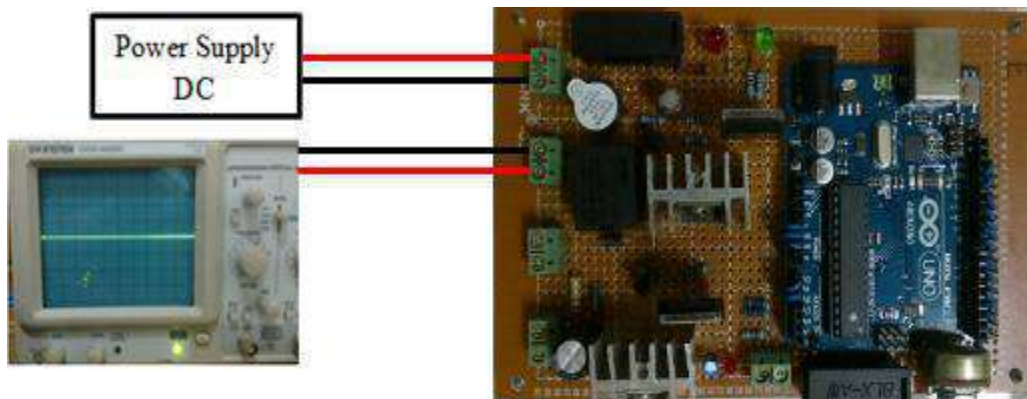
Gambar 7. Grafik Pembacaan ADC Sumber (Pin A0)

Pada data-data hasil pengujian di atas, didapatkan bahwa besarnya nilai ADC pada pengukuran dengan ADC yang berdasarkan teori tidak jauh berbeda, sehingga kesimpulannya sensor tegangan ini memiliki linearitas yang baik.

### 3. Pengujian *Pulse Width Modulation*(PWM)

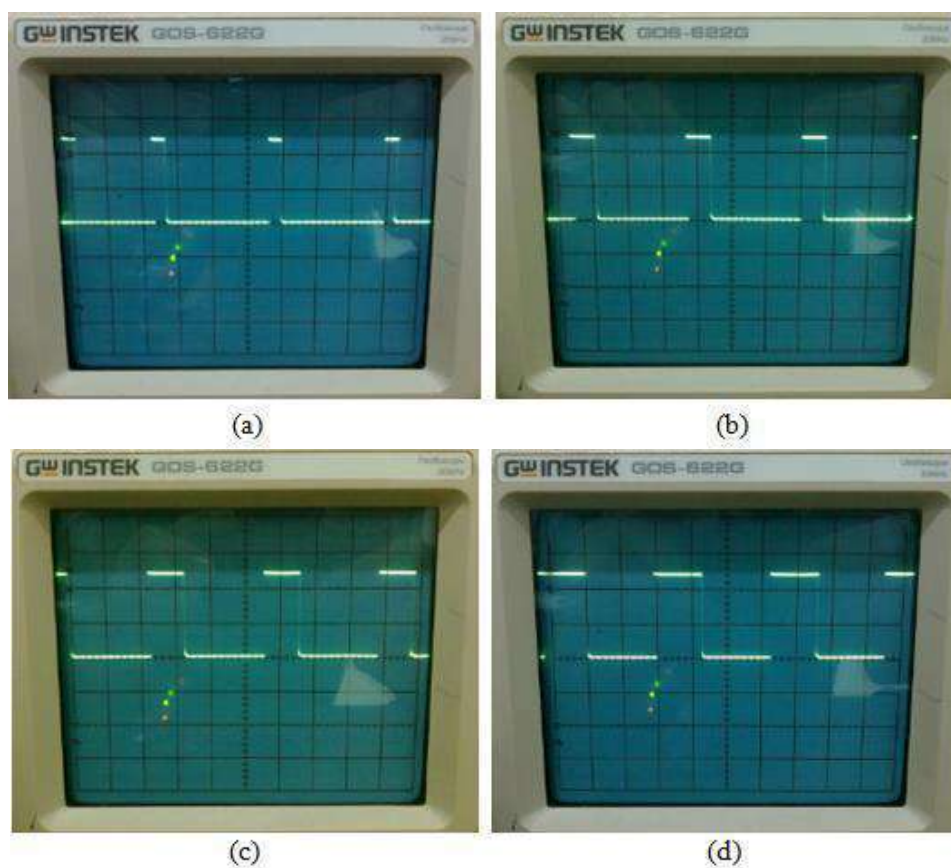
Proses *charging* berlangsung dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*). Terdapat 2 jenis *mode charging* yang digunakan, *boost mode* dengan pengaturan *duty cycle* 95% dan *float*

mode dengan pengaturan *duty cycle* 10%. Pengujian PWM ini dimaksudkan untuk melihat apakah pengaturan *duty cycle* dapat dilakukan dengan melihat gelombang keluaran hasil pengaturan PWM, seperti skema rangkaian PWM diperlihatkan gambar 8 dibawah.

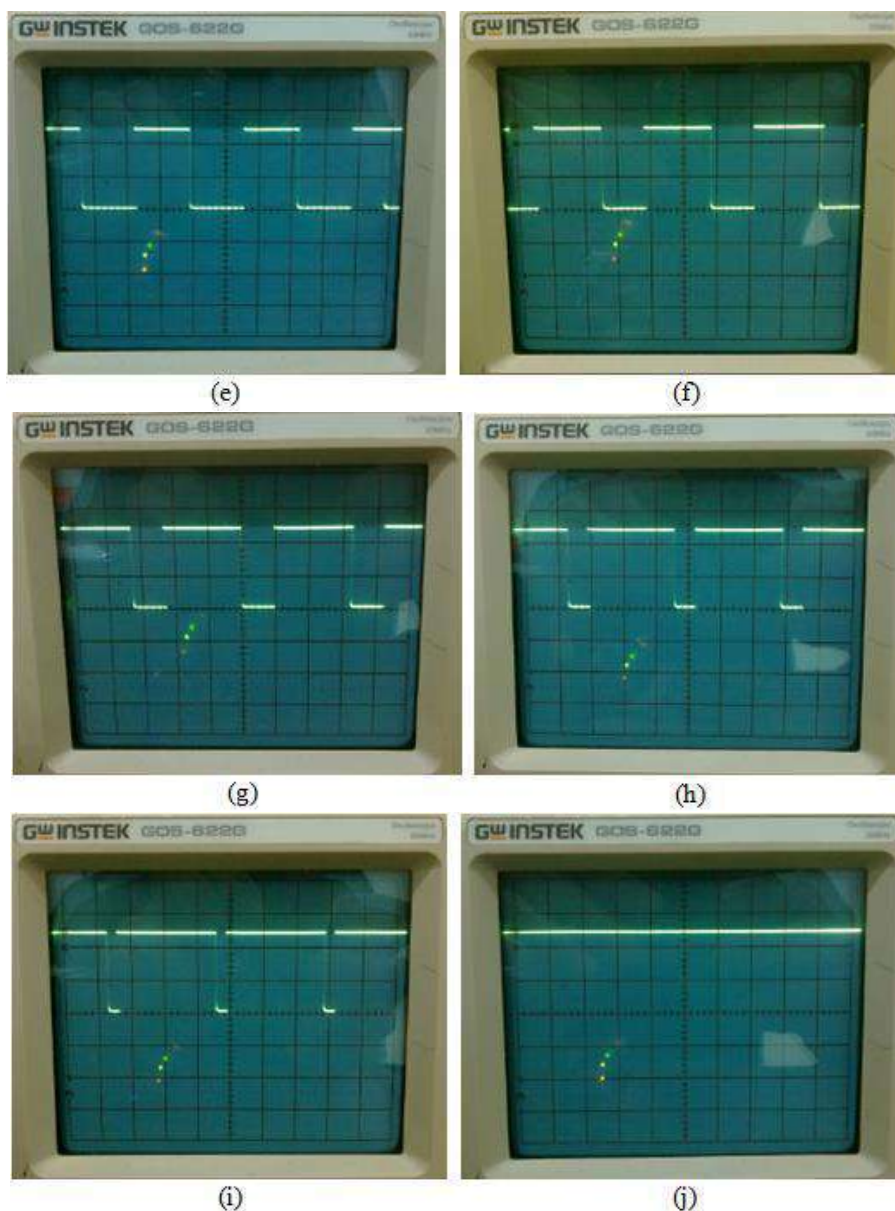


Gambar 8 . Skema Rangkaian Pengujian PWM

Pengujian dilakukan dengan melihat gelombang keluaran untuk setiap *duty cycle* yang berbeda. Pengaturan *duty cycle* menggunakan program yang ditulis melalui *software* Arduino IDE, bentuk pengujian keluaran PWM diperlihatkan masing-masing pada gambar 9 (a)(b)(c)(d)(e)(f)(g)(h)(i)(j) dibawah.







Gambar 9 . *Duty Cycle* PWM (a)10% (b)20% (c)30% (d)40% (e)50% (f)60% (g)70% (h)80% (i)90% (j)100%

Berdasarkan hasil pengujian di atas, pengaturan *duty cycle* pada gelombang PWM dapat bekerja dengan baik.

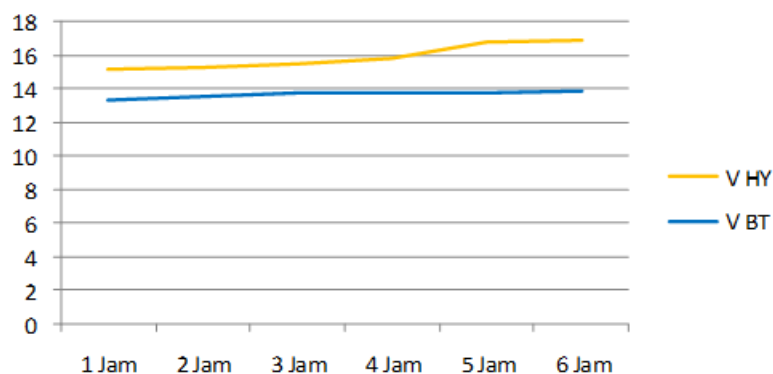
#### 4. Pengujian sistem terintegrasi.

Pada pengujian sistem terintegrasi ditujukan untuk melihat apakah keseluruhan sistem yang saling berhubungan dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini meliputi penggabungan antara komponen *charge controller* yang diletakan ke dalam panel dan Tegangan Sumber berupa Panel Surya. *Charge controller* sendiri terdiri dari *hardware* yang terdiri dari rangkaian *power supply*, rangkaian resistor pembagi tegangan, rangkaian *driver* MOSFET, dan Mikrokontroler Arduino Uno itu sendiri, keseluruhan rangkain charger diperlihatkan pada gambar 10 dibawah.



Gambar 10 . Rangkaian Charge Controller

Pengujian juga dilakukan dengan men-charge Baterai selama 6 jam, dan dilakukan pengukuran tegangan sumber (HY) dan tegangan Baterai (BT) setiap jamnya dan pengukuran arus yang mengalir antara *power supply* ke input *charge controller*, hasil pengukuran selama 6 jam diperlihatkan pada gambar 11 dibawah.



Gambar 11. Pengukuran Tegangan Sumber dan Baterai Saat Charging

Pada grafik di atas pengukuran tegangan dilakukan saat kondisi terhubung, dan arus yang dialirkan dari sumber yang masuk ke *charge controller* pada mulanya mencapai 1, 5 A yang kemudian turun hingga stabil pada 0,166 A. Arus yang kecil ini dapat disebabkan oleh karena *power supply* yang digunakan kurang mampu menyuplai dengan maksimal. Namun demikian Proses charging mampu memberikan tegangan rata-rata sebesar 13,14 Volt pada baterai (12 Volt), sehingga proses *charging* dapat berjalan dengan baik.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini, proses *charging* didasarkan pada pengaturan PWM, dan terdiri dari 2 jenis, yaitu boost mode dan float mode yang dibedakan dari pengaturan *duty cyclenya*. Pembacaan tegangan pada sensor pembagi tegangan menggunakan resistor memiliki error kurang dari 6,22% pada terminal sumber, dan 6,89% pada baterai, Prinsip kerja *charge controller* sebaiknya menggunakan metode *Buck-Boost Converter* atau MPPT sehingga naik turun tegangan

panel surya sebagai sumber tegangan untuk charger baterai memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode PWM

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad P.Sardju, M. Y. A. (2021). Perancangan Charge Controller. *Journal Of Science And Engineering*, 4(1), 47–52.
- I Gusti Ngurah A M, I. W. A. W. Dan I. W. R. (2016). Rancang Bangun Baterai Charge Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino Uno Memanfaatkan Sumber Plts. *E-Journal Spektrum*, 3(1), 26–32.
- Johar, L. W. (2020). Desain Charger Control Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Dengan Pengaturan Duty Cycle Pwm. *Journal Of Electrical Power Control And Automation (Jepca)*, 3(2), 49. <https://doi.org/10.33087/Jepca.V3i2.40>
- Junaldy, M., Sompie, S. R. U. A., Patras, S., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (2019). Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Dan Komputer*, 8(1), 9–14.
- Matalata, C. Y. S. Dan H. (2018). Perancangan Boost Converter Dengan Ldr Sebagai Pengendali Sinyal Pwm Untuk Menaikan Tegangan Panel Surya. *Journall Of Electrical Power Control And Automation*, 1(2), 39–44. <https://doi.org/10.33087/Jepca.V1i2.9>
- Mirzazoni, A. Dan I. N. (2020). Pengaruh Intensitas Cahaya Dan Temperatur Terhadap Serapan Energi Matahari Untuk Pembangkitan Daya Listrik Di Kota Padang. *Jurnal Teknologi*, 12(2), 104–108.
- Prasetyo, K. A. (2018). Pengembangan Alat Control Charging Panel Surya Menggunakan Aduino Nano Untuk Sepeda Listrik Niaga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 2(1), 50–58. <https://doi.org/10.21831/Jee.V2i1.19947>

---

## Evaluasi Tingkat Kebisingan Di Bandar Udara *Yogyakarta International Airport*

Dimas Indra Kusuma<sup>1</sup>, Triatmi Sri Widyaningsih<sup>\*2</sup>, Maria R Srah Darmanijati<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta

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

---

### ABSTRACT

*Yogyakarta International Airport is a new airport but for aircraft mobility operational activities it is very crowded and crowded. Therefore, noise is often heard from the airport due to the mobilization of aircraft taking off and landing. The noise can interfere with health if it passes the predetermined quality standards. The purpose of the study was to determine the level of noise concentration, to determine the effect of wind speed and temperature on the noise level in the apron area of Yogyakarta International Airport. To find out the noise level and other parameters that can affect noise, the writer uses the independent and dependent variable method. The independent variables are the type of aircraft, the value of temperature/temperature and wind speed. The dependent variable in this study is the noise value generated from take off and landing activities in the airside area of the airport with units of db using a sound level meter. From the results of descriptive statistical analysis, the maximum noise value is 97.7 Db and the average noise value during landing and take off is 93,512 dB and 92.80 Db. This value is still below the quality standard based on the IATA (International Air Transportation Association) document and the Decree of the Minister of Transportation No. 48 of 2002 concerning the operation of public airports. And the parameter value of temperature/temperature is 0.231 and the value of wind speed parameter is 0.089. This value has been tested for normality if the value is above 0.05 then the results are acceptable. This means that it explains that the temperature and wind speed do not affect the noise level at Yogyakarta International Airport. The possibilities that can physically affect the noise level are the pressure and speed of sound.*

**Keywords:** rated noise, temperature, wind speed.

### INTISARI

Bandar Udara Yogyakarta Internasional Airport merupakan Bandar udara baru namun untuk kegiatan operasional mobilitas pesawat udara disana sangat padat dan ramai. Oleh karena itu sering terdengar kebisingan dari Bandar udara karena adanya mobilisasi pesawat udara yang take off dan landing. Kebisingan tersebut dapat mengganggu kesehatan apabila melewati standar baku mutu yang telah ditentukan. Adapun tujuan penelitian adalah mengetahui tingkat konsentrasi kebisingan, mengetahui pengaruh kecepatan angin dan temperatur/suhu kepada tingkat kebisingan di area apron Bandar Udara Yogyakarta International Airport. Untuk mengetahui tingkat kebisingan dan parameter lainnya yang dapat berpegaruh terhadap kebisingan maka penulis menggunakan metode variabel bebas dan terikat. Variabel bebas adalah jenis pesawat udara, nilai temperatur/suhu dan kecepatan angin. Variabel terikat dalam penelitian adalah nilai kebisingan yang dihasilkan dari kegiatan take off dan landing di wilayah airside Bandar Udara dengan satuan db dengan menggunakan alat sound level meter. Dari hasil analisis statistik deskriptif di peroleh nilai kebisingan maksimal adalah 97.7 Db dan rata-rata nilai kebisingan pada saat landing dan take off adalah 93.512 dB dan 92.80 Db. Nilai tersebut masih dibawah standar baku mutu berdasarkan dokumen IATA (*International Air Transportation Association*) dan Keputusan Menteri perhubungan No 48 tahun 2002 tentang penyelenggaraan Bandar Udara umum. Serta nilai parameter temperatur/ suhu 0,231 dan nilai parameter kecepatan angin 0,089. Nilai tersebut telah diuji normalitas apabila nilai diatas 0,05 maka hasil dapat diterima. Berarti hal ini menjelaskan bahwa temperatur dan kecepatan angin tidak mempengaruhi tingkat kebisingan di Bandar Udara Yogyakarta International Airport. kemungkinan yang dapat mempengaruhi tingkat kebisingan secara fisika adalah tekanan dan kecepatan suara.

**Kata kunci:** kecepatan angin, nilai kebisingan, temperatur,

### PENDAHULUAN

Bandar udara *Yogyakarta International Airport* merupakan Bandar Udara dengan kode IATA: YIA, dan kode ICAO: WAHI adalah sebuah Bandar udara internasional yang dibangun di Kapanewon Temon, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, berdiri diatas tanah

seluas 600 hektar dan diperkirakan menelan biaya Rp 9 triliun. Bandar udara ini akan memiliki terminal seluas 210.000 m<sup>2</sup> dengan kapasitas 20 juta penumpang per tahun. Selain itu, bandar udara tersebut diperkirakan bakal memiliki hanggar seluas 371.125 meter persegi yang direncanakan bakal sanggup menampung hingga sebanyak 28 unit pesawat. Bandar udara ini juga, bisa menampung pesawat berbadan lebar, seperti B777, B747, A380. Bandar udara YIA sendiri memiliki kategori bandar udara 8 (delapan) karena sudah dicantumkan dalam dokumen AM (*Airport Manual*) Bandar udara YIA dan dalam dokumen AIP (*Aeronautical Information Publication*) (Siti Chotidjah, 2012).

Bandar udara *Internasional Yogyakarta Airport* memiliki jadwal penerbangan yang cukup padat dibandingkan dengan Bandar udara Adisutjipto sehingga terjadi peningkatan tingkat kebisingan di Bandar udara tersebut. Kebisingan merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pergerakan pesawat udara baik landing maupun take off serta saat parkir di apron (Aldian, F. 2018). Nilai tingkat kebisingan kawasan Bandar Udara sudah diatur dalam dalam Pergub DIY No 40 Tahun 2017 tentang Baku Tingkat Kebisingan yang mengatur nilai ambang batas tingkat kebisingan yang berada di Bandar Udara selain itu terdapat dalam Peraturan Menteri Perhubungan KM No 48 Tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara yang dipasalnya mengatur tentang tingkat kebisingan kawasan Bandar Udara serta didalam aturan IATA.

Masalah kebisingan yang terjadi mempunyai pengaruh luas mulai dari gangguan konsentrasi, komunikasi dan kenikmatan kerja sampai pada cacat karena kehilangan daya dengar yang menetap, kualitas kerja serta kesehatan tenaga kerja. Kebisingan juga dapat berpengaruh terhadap kenyamanan pengguna jasa transportasi udara. Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat kebisingan yang terjadi serta tindakan yang harus dilakukan agar mampu mencegah dan mengendalikan berbagai dampak negatif yang timbul selama bekerja pada lingkungan airport, sehingga akan tercipta lingkungan kerja yang sehat, nyaman, aman dan produktif.

## METODOLOGI PENELITIAN

Karena Bandar Udara *Yogyakarta International Airport* belum memiliki rencana induk Bandar Udara secara khusus yang diterbitkan melalui Surat Keputusan Kementerian Perhubungan Udara yang ditandatangani oleh Kepala Dirjen Perhubungan Udara. Untuk mengukur standar kebisingan Bandar Udara menggunakan peraturan dari dokumen IATA (*International Air Transportation Association*) yang penghitungannya menggunakan jenis pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Yogyakarta International Airport. Sementara isi dari dokumen IATA (*International Air Transportation Association*) yang membahas tentang kebisingan dikelompokkan menjadi 4 zona berdasarkan jenis pesawat udara (lihat tabel 1) yaitu:

Tabel 1. Zona kelompok kebisingan

Zona	Intensitas	Keterangan
A	150 dB	Daerah berbahaya dan harus dihindari
B	135-150 dB	Individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga (earmuff dan earplug)
C	115-135 dB	Perlu memakai earmuff
D	100-115 dB	Perlu memakai earplug

Pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 28 sampai 30 September 2021, sampel yang diambil adalah parameter kebisingan, temperatur, dan kecepatan angin. Alat yang digunakan adalah *Sound Level Meter* dan *Anemometer*. Pengambilan sampel penulis ditemani oleh satu orang personil dari unit *Airport Enviroment Bandar Udara Yogyakarta International Airport*. Sampel diambil sebanyak 10 sampai 11 kali dalam 1 titik sampel dalam sehari sesuai dengan jadwal penerbangan (*take off/ landing*). Pengambilan sampel hanya dilakukan sekali dan tidak dilakukan pengulangan dikarenakan kawasan tersebut merupakan kawasan terbatas dan merupakan daerah pergerakan pesawat udara yang merupakan daerah steril dari orang yang tidak berkepentingan yang di atur dalam undang-undang penerbangan. Pelaksanaan pengambilan sampel diawali dari parkir stand 1 pada tanggal 28 september 2021, tanggal 29 di parkir stand 5, tanggal 30 diparkir stand 10. Tahapan yang dilakukan adalah mempersiapkan kertas sampel yang berisi format pengisian data. mempersiapkan jadwal penerbangan yang telah diterima dari unit *Apron Movement Control* (AMC). Mempersiapkan alat *sound level meter* dan *anemometer*. Waktu pengamatan lapangan 1 menit sebelum pesawat *take off* ataupun *landing*, dengan menggunakan alat *sound level meter* dan *anemometer* sesuai jadwal penerbangan.

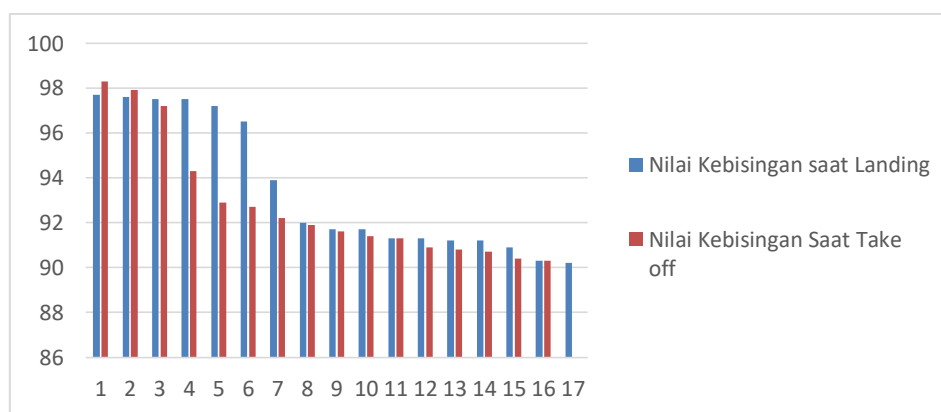
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai izin dari pihak Bandar udara YIA untuk pelaksanaan pengambilan sampel diperbolehkan pada area terbatas yaitu apron Bandar Udara YIA. Pengambilan data dilaksanakan selama 3 hari secara kontinyu, Adapun hasil pengukuran kebisingan, suhu dan kecepatan angin tersebut secara langsung dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2 Data kebisingan, temperatur, kecepatan angin di area parkir stand 1, 5 dan 10

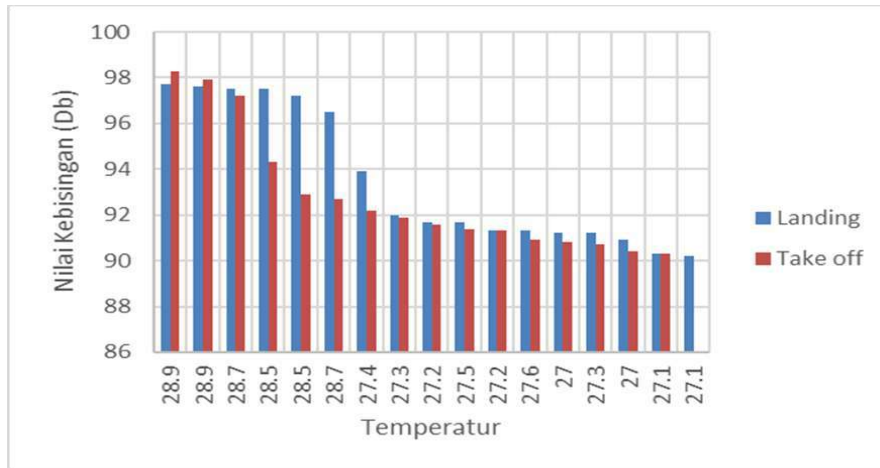
No.	Temperatur °C	Kecepatan Angin	Nilai Kebisingan (dB)	Jenis Pesawat	Maskapai	Keterangan
1.	27	4,7	91,2	B738	Lion Air	Landing
2.	27	4,3	90,9	A320	City Link	Landing
3.	27,2	5,5	91,3	A320	Batik Air	Landing
4.	27,2	5,9	91,7	A320	Batik Air	Landing
5.	28,9	6,1	97,6	A320	City Link	Landing
6.	28,9	6,2	97,7	B738	Garuda Indonesia	Landing
7.	27,1	4,7	90,3	A320	City Link	Landing
8.	27,6	5,6	91,3	A320	Batik Air	Landing
9.	27,4	5,9	93,9	B738	Lion IAR	Landing
10.	28,5	6,7	97,2	B738	Garuda Indonesia	Landing
11.	28,7	6,7	96,5	A320	City Link	Landing
12.	28,7	6,7	97,5	B738	Lion Air	Landing
13.	27,1	4,9	90,2	A320	Batik Air	Landing
14.	27,3	5,4	91,2	A320	City Link	Landing
15.	27,3	5,5	92	B738	Lion Air	Landing
16.	27,5	5,7	91,7	A320	Batik Air	Landing
17.	28,5	6,6	97,5	A320	Batik Air	Landing
18.	27	5,2	91,6	B738	Lion Air	Take off
19.	27	4,9	90,8	A320	City Link	Take off
20.	27,2	5,8	91,9	A320	City Link	Take off
21.	27,5	5,8	92,9	A320	City Link	Take off
22.	28	6,9	98,3	B738	Garuda Indonesia	Take off
23.	27,1	5,2	90,4	A320	Batik Air	Take off
24.	27,1	5,5	90,7	A320	Batik Air	Take off
25.	27,2	5,6	91,4	A320	Batik Air	Take off
26.	27,4	6,8	94,3	B738	Lion Air	Take off
27.	28,3	6,5	97,2	B738	Lion Air	Take off
28.	27,9	6,7	97,9	B738	Lion Air	Take off
29.	27,1	5,2	90,9	A320	City Link	Take off
30.	27,1	4,6	90,3	A320	City Link	Take off
31.	27,3	5,5	91,3	A320	Batik Air	Take off
32.	27,5	5,7	92,7	B738	Garuda Indonesia	Take off
33.	27,6	5,8	92,2	A320	Batik Air	Take off

Data hasil survey kemudian dipresentasikan dalam bentuk grafik (lihat Gambar 1) dengan tujuan agar memudahkan dalam pembacaan data. Data rekapitulasi nilai temperatur terhadap nilai kebisingan pada saat *take off* dan *landing* pesawat di *Yogyakarta Internasional Airport*



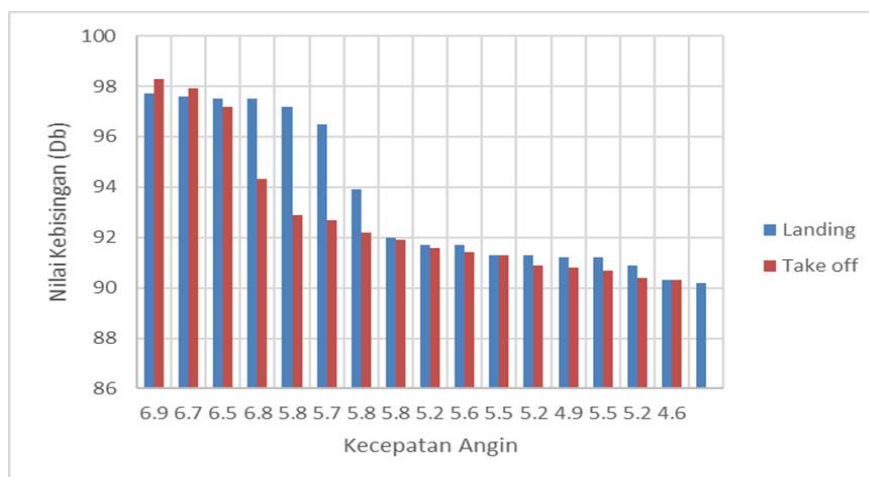
Gambar 1 Grafik perbandingan nilai kebisingan

Pada gambar 1 diketahui bahwa nilai kebisingan pada saat pesawat *take off* lebih besar dari pada pesawat *landing* di *Yogyakarta International Airport* yakni 98.3 Db dan 97.7 Db. Dengan jenis pesawat udara B 738 maskapai operator pesawat udara Garuda Indonesia memiliki nilai terbesar untuk kebisingan *take off* dan *landing*. Sedangkan pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa nilai kebisingan pada saat landing di *Yogyakarta International Airport* tertinggi terjadi pada saat suhu 28.9°C dengan nilai kebisingan sebesar 97.7 Db dan nilai kebisingan pada saat *take off* di *Yogyakarta International Airport* tertinggi terjadi pada saat suhu 28°C dengan nilai kebisingan sebesar 98.3 Db.



Gambar 2 Grafik perbandingan nilai kebisingan dan temperature

Nilai kebisingan maksimum (lihat Gambar 3) pada saat landing di *Yogyakarta International Airport* tertinggi terjadi pada kecepatan angin 6.2 m/s dengan nilai kebisingan sebesar 97.7 dB dan nilai kebisingan maksimum pada saat *take off* di *Yogyakarta International Airport* tertinggi terjadi pada kecepatan angin 6.9 m/s dengan nilai kebisingan sebesar 98.3 dB.



Gambar 3 Grafik kecepatan angin terhadap nilai kebisingan

Dari hasil analisis statistik deskriptif pada Tabel 3 di peroleh nilai kebisingan maksimal di Bandar Udara *Yogyakarta International Airport* adalah 97.7 dB dan rata-rata nilai kebisingan pada saat *landing* dan *take off* adalah 93.512 dB dan 92.80 dB. Nilai tersebut masih dibawah dari standar baku mutu nilai kebisingan untuk Bandar udara berdasarkan dokumen IATA (International Air Transportation Association) yaitu untuk Zona C : Intensitas 115-135 dB. Sementara itu menunjuk dari standar nasional berdasarkan Keputusan Menteri perhubungan No 48 tahun 2002 tentang penyelenggaraan Bandar Udara Umum berdasarkan nilai kebisingan yg diperoleh dari hasil analisis statistik deskriptif Bandar Udara *Yogyakarta International Airport* masuk dalam kategori Kawasan kebisingan tingkat 3 dan mempunyai nilai tingkat kebisingan lebih besar atau sama dengan 80

WECPNL (*Weighted equivalent continuous perceived noise level*) 4 karena mempunyai nilai kebisingan sebesar 97.7 dB.

Tabel 3 Analisa Deskriptif rekapitulasi nilai kebisingan

Data Deskriptif Rekapitulasi Nilai Kebisingan	Operasional	
	Take Off	Landing
<i>N Statistic</i>	16	17
<i>Mean</i>	92,800	93,512
<i>Standar Error of Mean</i>	0,6731	0,7331
<i>Median</i>	91,750	91,700
<i>Mode</i>	90,3	91,2
<i>Standar Deviation</i>	2,6925	3,0226
<i>Variance</i>	7,249	9,136
<i>Skewness</i>	1,270	0,504
<i>Standar Error of Skewness</i>	0,564	0,550
<i>Kurtosis</i>	0,280	-1,734
<i>Std. Error of Kurtosis</i>	1,091	1,063
<i>Range</i>	8,0	7,5
<i>Minimum</i>	90,3	90,2
<i>Maximum</i>	98,3	97,7
<i>Sum</i>	1484,8	1589,7

Berdasarkan Tabel 4 *Coefficient* kolom nilai *Sig. Shapiro Wilk* dapat diketahui nilai *Sig.* pada data temperatur di Bandar Udara Yogyakarta Internasional Airport. memiliki nilai  $< 0,05$  maka dapat disimpulkan data take off & landing Pesawat di Bandar Udara Yogyakarta Internasional Airport berdistribusi tidak normal.

Tabel 4 *Test of Normality* data temperatur

Operasional	Kolmogorov-Sminov			Shapiro - Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>TakeOff</i>	0,192	16	0,119	0,867	16	0,025
<i>Landing</i>	0,232	17	0,016	0,808	17	0,003

Diketahui pada Tabel 5 *Coefficient* kolom nilai *Sig. Shapiro Wilk* nilai *Sig.* pada data kecepatan angin di Bandar Udara Yogyakarta Internasional Airport. memiliki nilai  $> 0,05$  maka dapat disimpulkan data kecepatan angin pada saat take off & landing Pesawat di Bandar Udara Yogyakarta Internasional Airport berdistribusi normal.

Tabel 5 *Test of Normality* data kecepatan angin

Operasional	Kolmogorov-Sminov			Shapiro - Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>TakeOff</i>	0,210	16	0,058	0,933	16	0,274
<i>Landing</i>	0,116	17	0,200	0,940	17	0,314

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)*  $0,231 > 0,05$  maka  $H_0$  diterima. artinya, temperatur tidak berpengaruh terhadap nilai kebisingan pada saat *take off* maupun *landing* di Yogyakarta Internasional Airport.

Tabel 6 *Independent Samples* pengaruh temperatur terhadap nilai kebisingan

Akumulasi take off & landing	
Mann-Whitney U	102
Wilcoxon W	238
Z	-1,232
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,218
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,231

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai *Sig. (2-tailed)*  $0,089 > 0,05$  maka  $H_0$  diterima. artinya, kecepatan angin tidak berpengaruh terhadap nilai kebisingan pada saat *take off* maupun *landing* di Yogyakarta Internasional Airport.



Tabel 7 *Independent Samples Test Time* pengaruh kecepatan angin terhadap nilai kebisingan

Item		Equal Variances Assumed	Equal Variances Not Assumed
<b>Levene's Test For Equality of Variances</b>			
F		3,903	
Sig.		0.089	
<b>t-test for Equality of Means</b>			
T		1,759	1,790
df (Degree of Freedom)		31	24,457
Sig. (2-tailed)		0,89	0.86
Mean Difference		0,36507	0,36507
Std. Error Difference		0,20759	0,20392
95% Confidence Interval of The Difference	Lower	-0,5830	-0,5538
	Upper	0,78845	0,78552

Hasil *analisis statistic deskriptif* melalui metode program SPSS V.23 diperoleh bahwa nilai kebisingan pesawat pada saat *take off* dan *landing* di Bandar Udara *Yogyakarta international Airport* di peroleh nilai kebisingan maksimal adalah 97.7 dB dan rata-rata nilai kebisingan pada saat *landing* dan *take off* adalah 93.512 dB dan 92.80 dB. nilai tersebut masih aman dari standar baku mutu nilai kebisingan untuk Bandar Udara berdasarkan dokumen IATA. Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No 48 tahun 2002 tentang penyelenggaraan Bandar Udara umum nilai kebisingan dari hasil analisis Bandar Udara *Yogyakarta international Airport* masuk dalam kategori kawasan kebisingan tingkat 3 mempunyai nilai tingkat kebisingan lebih besar atau sama dengan 80 WECPNL (*Weighted equivalent continuous perceived noise level*). Sehingga untuk menjaga kesehatan pendengaran bagi orang yang bekerja di wilayah pergerakan pesawat udara dapat menggunakan *ear muff* dan *ear plug*.

Pengaruh nilai temperatur terhadap nilai kebisingan begitu juga dengan nilai kecepatan angin tidak berpengaruh terhadap nilai kebisingan hal ini terlihat dari hasil analisis keputusan uji statistic hasil Sig. (2-tailed) > 0,05 maka  $H_0$  diterima, sedangkan parameter kecepatan angin dan temperature tidak mempengaruhi besar kecilnya tingkat kebisingan di Bandar Udara *Yogyakarta International Airport*. Hal yang dapat mempengaruhi tingkat kebisingan adalah tekanan dan kecepatan suara, karena kebisingan berawal dari suara atau bunyi secara ilmu fisika dipengaruhi oleh tekanan dan kecepatan suara.

## KESIMPULAN

Berdasarkan nilai kebisingan pesawat pada saat *take off* dan *landing* di peroleh nilai kebisingan maksimal adalah 97.7 dB dan rata-rata nilai kebisingan pada saat *landing* dan *take off* adalah 93.512 dB dan 92.80 dB. nilai tersebut masih aman berdasarkan standar baku mutu nilai kebisingan untuk Bandar Udara. Sedangkan berdasarkan nilai kebisingan yg diperoleh dari hasil analisis Bandar Udara *Yogyakarta international Airport* masuk dalam kategori Kawasan kebisingan tingkat 3 mempunyai nilai tingkat kebisingan lebih besar atau sama dengan 80 WECPNL (*Weighted equivalent continuous perceived noise level*). Sebaiknya para pekerja disarankan menggunakan *earmuff* atau *earplug* untuk mengantisipasi gangguan kesehatan walaupun tingkat kebisingan saat ini masih dalam katagori aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldian, F. 2018. *Kajian Tingkat Kebisingan Pesawat Udara di Bandar Udara Sultan Thaha Jambi*, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan. Universitas Trisakti.
- Ataline Muhasari, 2010, Penentuan Kawasan Kebisingan Bandar udara Adi Sucipto Yogyakarta, *Jurnal Warta Penelitian Perhubungan*, ISSN: 2580-1824 Vol. 22 No 8.
- Kementerian Menteri Lingkungan Hidup. 1996. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan. 2002. Peraturan Menteri Perhubungan KM 48 Tahun 2002 tentang *Penyelenggaraan Bandar Udara*. Jakarta.
- Peraturan Gubernur (PERGUB) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta No. 40 Tahun 2017. *Baku Tingkat Kebisingan*
- Siti Chotidjah, 2012, Analisis Pembuatan Aerodrome Obstacle Chart Icao Type A Di Sub Direktorat Informasi Aeronautika Jakarta, *Jurnal Aviassi Langit Biru*, ISSN: 2745-8695 Vol. 4 No.10.

---

## Proses Pembubutan Rata Bahan AISI 1010 Dengan Mesin CNC Untuk Mendapatkan Kualitas Permukaan Yang Optimum

Bena Aldi Finandika<sup>1</sup>, Joko Waluyo<sup>\*2</sup>, Prabuditya Bisma<sup>3</sup>,  
Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Email: [joko\\_w@akprind.ac.id](mailto:joko_w@akprind.ac.id)

---

### ABSTRACT

Surface quality is one of the most important things in turning machining process. The use of the right turning parameters can produce optimal surface quality. The parameters used in this flat turning CNC turning process are AISI 1010 steel using three revolutions at the spindle rotation, namely 1989, 2089, and 2188 revolutions per minute and the selected feeding is 0.1 mm/put, 0.15 mm/put, and 0.25 mm/put and feed depth of 1.0, 1.5, and 2.0 mm. The optimal price can be obtained for each parameter using Taguchi method. Surface roughness was measured after the flat turning process, and then analysis of variance (ANOVA) and signal to noise ratio analysis were carried out according to Taguchi's design proposal. The results obtained from the analysis of variance, the feed rate parameter was identified as having a large effect on surface roughness at a contribution of 73,10.%, then spindle rotation at a contribution of 17.50% and infeed depth at a contribution of 7,30%. The results of the signal to noise ratio analysis to obtain the best parameters for surface roughness are at spindle rotation of 2188 rpm, feed rate 0.15 mm/put, and feed depth of 1.0 mm with an average surface roughness of 0.804  $\mu\text{m}$ .

**Keywords:** AISI 1010 steel, CNC lathe, surface roughness, taguchi method.

### INTISARI

Kualitas permukaan adalah salah satu hal yang sangat penting pada proses pemesinan pembubutan. Penggunaan parameter pembubutan yang tepat dapat menghasilkan kualitas permukaan yang optimal. Parameter yang digunakan pada proses pembubutan CNC pembubutan rata ini adalah bahan baja AISI 1010 menggunakan tiga putaran pada putaran spindle yaitu sebesar 1989, 2089, dan 2188 putaran per menit dan feeding yang dipilih adalah 0.1 mm/put, 0.15 mm/put, dan 0.25 mm/put serta kedalaman pemakanan sebesar 1.0, 1.5, dan 2.0 mm. Harga yang optimal dapat diperoleh pada setiap parameter menggunakan metode Taguchi. Kekasaran permukaan diukur setelah proses pembubutan rata, lalu dilakukan analisis varians (ANOVA) dan analisis signal to noise ratio sesuai usulan rancangan Taguchi. Hasil yang diperoleh dari analisis varians, parameter laju pemakanan teridentifikasi berpengaruh besar terhadap kekasaran permukaan pada kontribusi sebesar 73.10% kemudian putaran spindle pada kontribusi 17.50% dan kedalaman pemakanan pada kontribusi 7,30%. Hasil analisis signal to noise ratio untuk mendapatkan parameter terbaik terhadap kekasaran permukaan yaitu pada putaran spindle 2188 rpm, laju pemakanan 0.15 mm/put, dan kedalaman pemakanan 1.0 mm kekasaran rata-rata permukaan sebesar 0,804  $\mu\text{m}$ .

**Kata kunci:** Baja AISI 1010, metode taguchi, mesin bubut CNC, kekasaran permukaan

### PENDAHULUAN

Pada perkembangan proses permesinan dalam industri manufakture yang sangat pesat ini, tuntutan hasil produksi harus benar-benar sesuai dengan standar internasional yang diberlakukan dipasaran internasional. Standar internasional yang diberlakukan itu dapat dilihat dari bentuk profilnya, kepresisian ukuran, kekasaran permukaan, kekerasan, kelenturan bahan, dan masih banyak lagi hal lain yang diberlakukan pada standar internasional. Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, mesin perkakas sangat dibutuhkan untuk menunjang kualitas dan standar yang diperlukan untuk memenuhi syarat standar pasar karena mesin perkakas dapat memproduksi jenis dan benda kerja dalam jumlah yang besar dengan ukuran ketelitian yang sama dan kekasaran permukaan yang baik.

Metode Taguchi merupakan usaha peningkatan kualitas yang berfokus pada peningkatan rancangan produk dan proses dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas proses atau faktor yang dikontrol dan produk. Sasaran metode tersebut adalah menjadikan produk menjadi kokoh (*rebutst*)

terhadap variabel gangguan (*noise*), sehingga disebut sebagai *robust design*. Metode ini juga digunakan dalam perekayasaan dan peningkatan kualitas dengan cara rancangan percobaan untuk menemukan penyebab utama yang sangat dominan mempengaruhi karakteristik kualitas dalam proses, sehingga variabelitas karakteristik kualitas dapat dikendalikan.

Ardiyanto Susarno (2012), penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan potong, sudut potong, gerak makan dan kedalaman pemakanan, sebagai tolak ukur adalah kekasaran permukaan (*Surface Roughness*). Proses pemesinan dilakukan dengan kedalaman 1 mm dengan memvariasikan kecepatan potong, gerak makan dan sudut potong, dari benda kerja ST 37 yang mempunyai diameter 16 mm dengan panjang 70 mm dan dibubut sepanjang  $\pm 30$  mm menggunakan pahat HSS. Setelah benda kerja dibubut, kemudian benda kerja diukur kekasaran permukaannya dengan menggunakan alat uji kekasaran (*Roughness*).

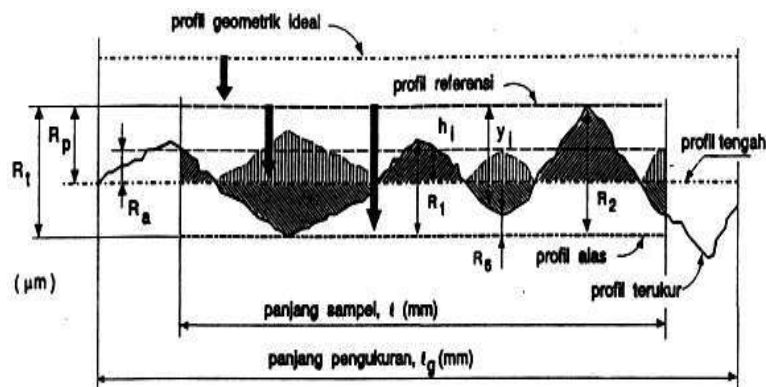
Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa putaran mesin, gerak makan, sudut potong dan kedalaman pemakanan berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan. Pada percobaan sudut potong 850, 900 dan 950, secara grafis menunjukkan kekasaran permukaan tertinggi terdapat pada sudut 850 dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $7,25 \mu\text{m}$  dan nilai kekasaran paling rendah ada pada sudut 950 dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $3,9 \mu\text{m}$ . Pada putaran 230 rpm, 490 rpm dan 650 rpm, secara grafis nilai kekasaran terendah terdapat pada putaran 650 rpm dengan nilai kekasaran permukaan  $3,9 \mu\text{m}$  dan nilai kekasaran permukaan tertinggi terdapat pada putaran 230 rpm dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $7,25 \mu\text{m}$ . Pada feeding 0,14 mm/rev dan feeding 0,21 mm/rev, secara grafis nilai kekasaran lebih rendah terdapat pada feeding 0,14 mm/rev dengan nilai kekasaran rata-rata  $4,4 \mu\text{m}$  dan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada feeding 0,21 mm/rev dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $6,9 \mu\text{m}$ .

Philip Selvaraj (2010), melakukan penelitian dengan menggunakan variasi kecepatan potong, laju pemakanan dan kedalaman pemakanan masing-masing 3 level variasi Benda kerja yang digunakan baja tahan karat AISI 304. Analisa data dengan menggunakan metode *taguchi* dengan *Orthogonal Array*  $L_9(3^3)$ . Hasil pembubutan baja tahan karat AISI 304 kemudian diukur tingkat kekasaran permukaan dan dilakukan analisis varians, *signal to noise ratio*. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut dengan analisa ANOVA di dapatkan parameter yang paling berpengaruh adalah laju pemakanan sebesar 51.84%, kecepatan potong 41.99% serta kedalaman pemakanan sebesar 1.66%.

## Dasar Teori

### 1. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan ketidak teraturan tekstur permukaan dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa gerutan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan benda kerja. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kekasaran permukaan yaitu: mekanisme parameter pemotongan, geometri pahat, dimensi pahat, cacat pada material benda kerja dan kerusakan pada aliran geram. Kualitas suatu produk yang dihasilkan dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja. Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan menganggap jarak antara puncak tertinggi dan lembah terdalam sebagai ukuran dari kekasaran permukaan. Dapat juga dinyatakan dengan jarak rata-rata dari profil ke garis tengah.



Gambar 1. Profil Permukaan  
Sumber : Rochim, 2001

Berdasarkan profil pada gambar 1 dapat didefinisikan parameter permukaan dengan dimensi pada arah tegak dan arah melintang. Angka kekasaran dapat diklarifikasikan menjadi 12 angka kelas dari kekasaran yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Standarisasi Nilai Kekasaran

Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2.5
6,3	N9	
3.2	N8	0.8
1.6	N7	
0.8	N6	
0.4	N5	
0.2	N4	0.25
0.1	N3	
0.05	N2	
0.025	N1	0.08

Sumber : Bimbing Atedi dan Djoko Agustono, 2005

## 2. Metode Taguchi

Metode taguchi merupakan metode perancangan yang berprinsip pada perbaikan mutu dengan memperkecil akibat dari variasi tanpa menghilangkan penyebabnya. Hal ini dapat diperoleh melalui optimasi produk dan perancangan proses untuk membuat unjuk kerja kebal terhadap berbagai penyebab variasi suatu proses yang disebut perancangan parameter (Belavendram, 1995). Optimasi proses yang dilakukan oleh metode taguchi adalah dengan memperhatikan nilai S/N Ratio. Prinsip dasarnya adalah pengaturan proses produksi mencapai kondisi yang optimum jika dapat memaksimalkan nilai S/N Ratio. S/N Ratio adalah suatu bilangan yang menggambarkan perbandingan antara signal dan noise dari suatu parameter kendali. Ada tiga jenis S/N Ratio yang bisa dipakai dalam optimasi permasalahan statik yaitu:

- Smaller the Better*  

$$S/N \text{ ratio} = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2$$
- Larger the Better*  

$$S/N \text{ ratio} = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2$$
- Nominal the Better*  

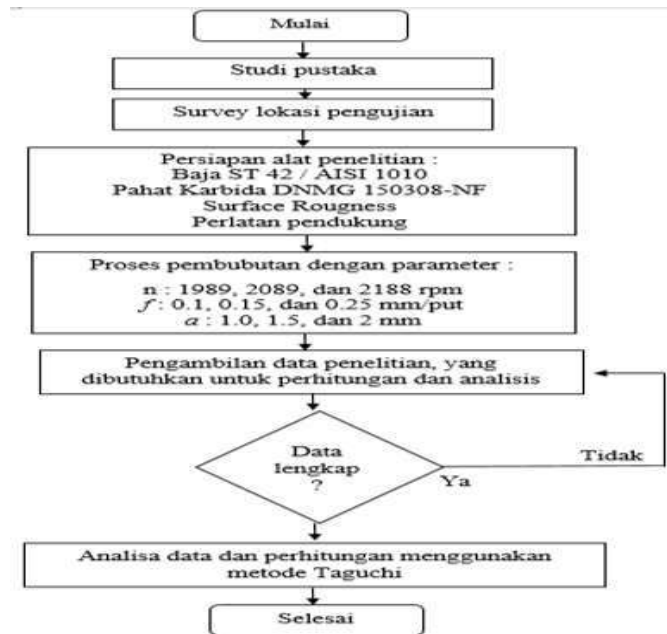
$$S/N \text{ ratio} = -10 \log \frac{y^2}{s^2}$$

Analisis varian (Anova) yang digunakan untuk mencari besarnya pengaruh dari setiap parameter kendali terhadap suatu proses. Besarnya efek tersebut dapat diketahui dengan membandingkan nilai Sum of Square dari suatu parameter kendali terhadap seluruh parameter kendali.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan judul proses pembubutan rata bahan AISI 1010 dengan mesin CNC untuk mendapatkan kualitas yang optimum dapat dilihat pada gambar 2. Menunjukkan diagram alir tahapan-tahapan proses dalam penelitian ini, tahapan tersebut dijelaskan seperti berikut:

- Studi Pustaka : pengumpulan konsep yang bertujuan untuk menentukan metode yang akan digunakan
- Survey Lokasi : Survey tempat untuk melaksanakan penelitian
- Persiapan bahan dan alat yang digunakan dalam proses pembubutan untuk mendapatkan nilai kekasaran yang optimum.



Gambar 2. Diagram alir

Bahan pengujian adalah bahan Baja AISI 1010 yang mempunyai panjang 4000 mm dan bahan tersebut dipotong dengan panjang 300 mm. Adapun bahan penelitian Baja AISI 1010 seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Baja AISI 1010

Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut yang berada di laboratorium Computer Numerical Control yaitu Mesin CNC turning Mazak Quick Turn Neus 100. Adapun mesin tersebut seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Mesin Bubut CNC

Pengujian kekasaran permukaan dilaksanakan di laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper Laboratorium Logam Ceper Klaten adapun alat uji kekasaran permukaan *Surfcorder SE 1200* seperti terlihat pada gambar 5.

Gambar 5. *Surfcorder SE 1200*

Penentuan parameter pembubutan dengan cara menentukan parameter yang akan digunakan sebagai acuan proses pembubutan dapat dilihat parameter percobaan pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter percobaan

Control Factor	Level		
	1	2	3
Putaran Spindel (rpm)	1989	2089	2188
Laju Pemakanan (mm/put)	0.1	0.15	0.25
Kedalaman Potong (mm)	1.0	1.5	2.0

Analisis Data : Menganalisis data yang telah diperoleh setelah melakukan pengujian dengan menggunakan metode *taguchi*. Pada suatu percobaan untuk melihat pengaruh 3 faktor parameter terhadap 3 level dengan menggunakan 9 percobaan serta analisis pengujian menggunakan *software Minitab16*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian nilai kekasaran pada benda kerja baja AISI 1010 pada tabel 3 berdasarkan metode Taguchi didapatkan 9 kali pengujian dengan *Orthogonal array L<sub>9</sub> (3<sup>3</sup>)*.

Tabel 3. Pengukuran kekasaran

Percobaan	Faktor			Rata-Rata Nilai Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
	n (rpm)	f (mm/put)	a (mm)	
1	1989	0.1	1.0	1.458
2	1989	0.15	1.5	1.263
3	1989	0.25	2.0	2.132
4	2089	0.1	1.5	1.167
5	2089	0.15	2.0	0.891
6	2089	0.25	1.0	1.498
7	2188	0.1	2.0	0.849
8	2188	0.15	1.0	0.804
9	2188	0.25	1.5	2.055

Selanjutnya data rata-rata kekasaran permukaan diinput ke dalam program *taguchi* untuk dilakukan *Analyze Taguchi Design* pada *software Minitab16*. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mendapatkan nilai *S/N Ratio* yang hasilnya terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. *S/N Ratio* kekasaran permukaan

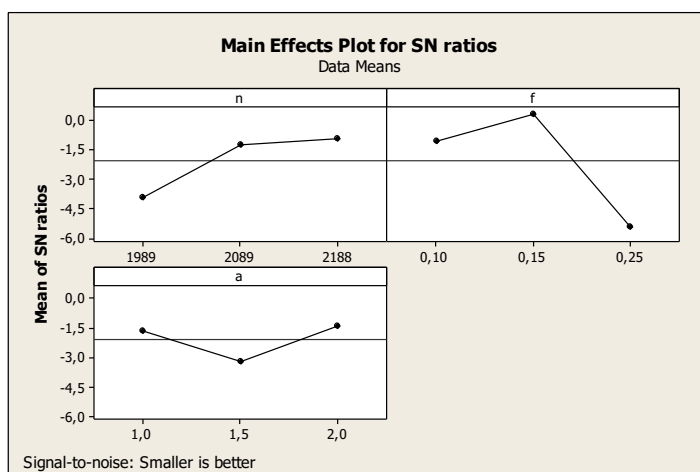
Percobaan	Faktor			SNR
	n (rpm)	f (mm/put)	a (mm)	
1	1989	0.1	1.0	-3.27515
2	1989	0.15	1.5	-2.02807
3	1989	0.25	2.0	-6.57574
4	2089	0.1	1.5	-1.34142
5	2089	0.15	2.0	1.00245
6	2089	0.25	1.0	-3.51024
7	2188	0.1	2.0	1.42185
8	2188	0.15	1.0	1.89488
9	2188	0.25	1.5	-6.25624

Dari hasil analisis *Taguchi Design* juga didapatkan hasil nilai rata-rata *S/N Ratio* kekasaran permukaan pada setiap individu faktor dan level pada tabel 5. Tabel ini juga digunakan untuk menentukan ranking setiap level, ranking tersebut menyatakan tingkat pengaruh faktor pengujian terhadap hasil pengujian.

Tabel 5. *S/N Ratio* rata-rata kekasaran permukaan setiap level

Level	n (rpm)	f (mm/put)	a (mm)
1	-3.9597	-1.0649	-1.6302
2	-1.2831	0.2898	-3.2086
3	-0.9798	-5.4474	-1.3838
Delta	2.9798	5.7372	1.8248
Rank	2	1	3

Gambar 6 menunjukkan parameter terbaik untuk mendapatkan nilai kekasaran yang optimum yaitu dengan kecepatan putar *spindel* 2188 (rpm), laju pemakanan 0.15 (mm/put), dan kedalaman pemakanan 1.0 (mm).



Gambar 6. Grafik perbandingan *S/N Ratio*.

Selanjutnya dilakukan uji ANOVA *General Linier Models* pada *software Minitab16*. Hasil yang akan didapat yaitu persen kontribusi dari setiap faktor terhadap pengujian, sehingga dapat diketahui faktor mana yang paling berpengaruh terhadap nilai kekasaran, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Presentase kontribusi setiap faktor terhadap kekasaran permukaan

No	Parameter	Presentase Kontribusi (%)
1	Kecepatan putar spindel (n)	17.5
2	Laju pemakanan (f)	73.10
3	Kedalaman pemakanan (a)	7.30
4	Error	97.90
	Total	100

Pada tabel 6 dapat diketahui presentase kontribusi paling besar adalah laju pemakanan sebesar 73.10 % kemudian urutan kedua kecepatan putar spindel dengan nilai 17.5 % dan kedalaman pemakanan dengan nilai 7,3 % dan error Presentase kontribusi dari keseluruhan faktor adalah 94.49 % sedangkan sisanya 100 % - 96,83 % = 2,1 % adalah error percobaan.

## KESIMPULAN

Hasil uji Anova faktor yang mempunyai pengaruh terhadap kekasaran permukaan yaitu laju, putaran spindel dan dalamnya pemakanan kontribusi yang dihasilkan masing-masing sebesar 72.01 %, 17,25% dan dalamnya pemakanan 5,31%, serta hasil kekasaran permukaan optimum

sebesar 0,804  $\mu\text{m}$  dengan itingkat kekasaran N6 pada putaran spindel (n) 2188 rpm, laju pemakan 0.15 mm/put dan kedalaman pemakanan 1 mm

#### DAFTAR PUSTAKA

- Susarno, Ardiyan. 2012. *Studi Pengaruh Sudut Potong Pahat HSS Pada Proses Bubut Dengan Tipe Pemotongan Orthogonal Terhadap Kekasaran Permukaan*. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Selvaraj, Philip D, 2010, *Optimization Of Surface Roughness Of AISI 304 Austenitic Stainless Steel In Dry Turning Operation using Taguchi Design Method*, Journal of Engineering Science and Technology, Vol 5 (3), 293-301.
- Rochim, Taufiq. 2001. *Spesifikasi Metalurgi & Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung. ITB.
- Atedi, Bimbing dan Agustono, Djoko. 2005. *Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut ISO R1302 dan Din 4768 Dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya*. Media Mesin.
- Belavendram, Nicolo. 1995. *Quality by Design Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. USA. Pertince Hall. USA.



## Optimalisasi Pengisian Accu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan *Solar Charge Controller* (MPPT)

Muhammad Suyanto<sup>1</sup>, Sigit Priyambodo<sup>2</sup>, Prasetyono E.P<sup>3</sup>, Ari Purnama Aji<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Email; [myanto@akprind.ac.id](mailto:myanto@akprind.ac.id)<sup>1</sup>, [sigit@akprind.ac.id](mailto:sigit@akprind.ac.id)<sup>2</sup>, [prastyono@akprind.ac.id](mailto:prastyono@akprind.ac.id)<sup>3</sup>, [aripurnama2007@gmail.com](mailto:aripurnama2007@gmail.com)<sup>4</sup>

### ABSTRACT

*The use of renewable energy is currently one of the alternative energies to support the decline in fossil energy in Indonesia. Solar energy is the right choice for now, as a solar power plant (PLTS), which is a renewable technology, which can convert solar thermal energy into electrical energy. The solar power generation system has various components, one of which is the Solar charge controller. The purpose of this research is to optimize battery charging using the MPPT Solar charge controller type. MPPT solar charge controller, has better characteristics and is able to charge the battery (accu) faster. In this study also pay attention to the effect of light intensity and temperature on the power output generated by the solar cell. The results showed that the MPPT Solar charge controller was able to work better and faster in charging the battery (accu) than other Solar charge controllers. It is proven by the results of the average voltage, current and output power of the MPPT controller of 13.79 volts, 3.06 amperes and 42.26 watts of power, for high light intensity and temperature do not always affect the results of high voltage, current and power, because environmental factors also affect the output of the solar cell.*

**Keywords:** *accu, MPPT solar charge controller, renewable energy,*

### INTISARI

Energi terbarukan saat ini, merupakan salah satu energi alternatif untuk menyokong mulai berkurangnya energi fosil yang ada di Indonesia. Energi Surya merupakan pilihan yang tepat untuk saat ini, sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), yang mana merupakan teknologi terbarukan, yang dapat menubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Pada sistem pembangkit tenaga surya memiliki berbagai komponen salah satunya adalah *Solar charge controller*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan pengisian accu menggunakan tipe *Solar charge controller MPPT*. *Solar charge controller MPPT, mempunyai karakteristik lebih baik dan mampu melakukan pengisian terhadap baterai (accu) dengan lebih cepat. Dalam penelitian ini juga memperhatikan pengaruh intensitas cahaya dan suhu terhadap output daya yang dihasilkan oleh solar cell. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Solar charge controller MPPT mampu bekerja dengan lebih baik dan lebih cepat dalam melakukan pengisian daya baterai (accu) dibandingkan Solar charge controller lainnya. Terbukti dengan hasil rata-rata tegangan, arus dan daya output controller MPPT sebesar 13,79 volt, 3,06 ampere dan daya 42,26 watt, Untuk intensitas cahaya dan suhu yang tinggi tidak selalu mempengaruhi hasil tegangan, arus dan daya yang tinggi, karena faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap keluaran dari solar cell.*

**Kata Kunci:** *accu, energi surya, energi terbarukan, solar charge controller MPPT.*

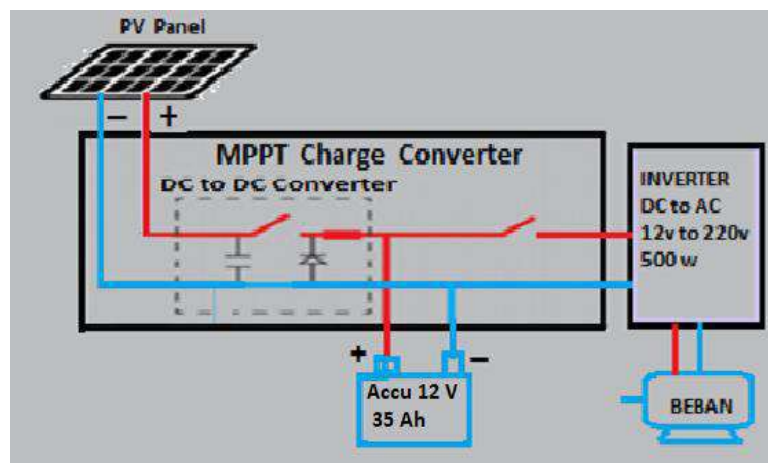
### PENDAHULUAN

Eksplorasi energi fosil di Indonesia, seperti batubara, gas bumi terutama minyak bumi mulai mengalami penurunan produksi, pemerintah mulai komitmen untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara *continue* guna menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Sesuai PP No. 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, target bauran energi baru terbarukan (EBT) pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan 31% pada tahun 2050. Potensi EBT yang dimiliki oleh Indonesia untuk ketenagalistrikan mencapai 443 GW meliputi panas bumi, air dan mikro-mini hidro, bioenergi surya, angin, dan gelombang laut. (IESR, Geny Jati.,(2021). Potensi tenaga surya diindonesia memiliki porsi terbesar, lebih dari 207 MW, disusul dengan air dan angin.

Energi surya adalah bentuk produksi listrik yang berasal dari radiasi matahari, oleh sebab itu memungkinkan untuk mencapai zona pedesaan yang tidak terjangkau oleh listrik konvensional guna membantu pemerataan jaringan listrik di daerah terpencil. Sistem fotovoltaik dapat dibagi

menjadi dua jenis, yaitu grid-terikat dan Off-grid. Grid-terikat adalah sistem tenaga surya yang terhubung ke jaringan listrik konvensional dan keduanya memiliki sistem otonom. Sedangkan sistem off-grid adalah sistem tenaga surya yang tidak terhubung ke jaringan listrik konvensional. Sistem ini berdiri sendiri atau sering disebut *stand-alone system* (M. A. Laguado-Serrano et al., 2019).

Energi listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* kemudian disuplai ke dalam baterai yang sebelumnya sudah melalui alat pengontrol arus dan tegangan alat pengontrol ini disebut dengan *solar charge controller*. Menurut (Dini Khusnul Yaqin., (2019), fungsi utama dari alat ini adalah untuk menjaga atau mempertahankan baterai dari kemungkinan tertinggi *state of charge*, melindungi baterai dari pengisian yang berlebihan (*overcharge*) dari *array*, dengan cara membatasi pengisian daya ke dalam baterai saat baterai dalam kondisi penuh dan melindungi baterai dari pengosongan yang berlebihan (*overdischarge*). Menurut (N. Wananda., (2019). MPPT atau 'pelacak titik daya maksimum' jauh lebih canggih daripada pengontrol PWM dan memungkinkan panel surya beroperasi pada titik daya maksimumnya, atau lebih tepatnya, tegangan optimal untuk keluaran daya maksimum. Dengan menggunakan teknologi pintar ini, pengontrol pengisian solar MPPT dapat lebih efisien hingga 30%, tergantung pada voltase baterai dan voltase operasi ( $V_{mp}$ ) panel surya (Arifati Fauzi et al., 2019). Alasan peningkatan efisiensi dan cara mengukur pengontrol muatan MPPT dengan benar dijelaskan secara rinci di bawah ini. Sebagai panduan umum, pengontrol muatan MPPT harus digunakan pada semua sistem daya yang lebih tinggi menggunakan dua atau lebih panel surya, atau kapan pun voltase panel ( $V_{mp}$ ) adalah 8V atau lebih tinggi dari voltase baterai-lihat penjelasan lengkap sebagai berikut.



Gambar 1. Solar Charge Controller MPPT

Tegangan pada panel surya dapat menghasilkan daya maksimum adalah "titik daya maksimum". Daya maksimal yang dihasilkan oleh panel surya bervariasi dengan keadaan, yaitu radiasi matahari, suhu lingkungan, dan juga suhu sel surya. *Maximum Power Point Tracking* bekerja dengan mengekstraksi daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya dan membuat tegangan yang paling efisien yang diterima oleh baterai. *Solar charge controller* (SCC) jenis ini dapat dikatakan lebih efisien dibandingkan tipe *pulse width modulation* karena dapat memaksimalkan arus yang dihasilkan oleh panel surya. *Solar charge controller MPPT* ini dapat bekerja secara efektif apabila bekerja pada kondisi cuaca dingin dan berawan, pada kasus tertentu modul PV akan jauh bekerja lebih baik pada suhu dingin dan *MPPT* mampu mengekstraksi daya maksimum yang diperoleh dari *solar cell*. (<http://www.sj-ses.com/solar-charge-controller/>).

Berdasarkan jenisnya *Solar charge controller* ini terdapat dua tipe yang pertama ialah *pulse width modulation* (*PWM*) dan *Maximum Power Point Tracker* (*MPPT*). Kedua tipe *solar charge controller* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk menentukan *solar charge controller* yang dapat bekerja secara baik dalam sistem PLTS dan sesuai dengan kebutuhan beban masyarakat. Berdasarkan permasalahan di atas maka dalam penelitian ini dipilih SCC tipe *MPPT*, sebagai alat pengisian *accu* yang dimungkinkan dapat bekerja dengan baik, Selama melakukan pengamatan pengaruh intensitas cahaya terhadap keluaran panel surya, serta lama waktu pengisian daya baterai dari *solar charge controller* tersebut. Serta pengaruh intensitas cahaya dan suhu terhadap *Output solar charge controller*. Menurut (Jaganthan S, Gao W. (2009). Pelacak titik daya maksimum, atau *MPPT*, pada dasarnya adalah konverter DC ke DC yang efisien yang digunakan untuk

memaksimalkan output daya tata surya. SCC MPPT pertama ditemukan oleh perusahaan kecil Australia bernama AERL pada tahun 1985, dan teknologi ini sekarang digunakan di hampir semua inverter surya yang terhubung ke jaringan dan semua pengontrol pengisian solar MPPT.

Prinsip fungsi *SCC tipe MPPT* agak sederhana-karena jumlah sinar matahari (iradiasi) yang bervariasi pada panel surya sepanjang hari, tegangan dan arus panel terus berubah. Untuk menghasilkan daya paling besar, MPPT menyerap tegangan dari panel surya untuk menemukan 'sweet spot' atau kombinasi tegangan dan arus terbaik untuk menghasilkan daya maksimum. SCC MPPT terus melacak dan menyesuaikan tegangan PV untuk menghasilkan daya paling besar, tidak peduli jam berapa atau kondisi cuaca. Menurut Suyanto et al., 2017 dengan menggunakan teknologi pintar ini, efisiensi pengoperasian meningkat dan energi yang dihasilkan dapat mencapai 30% lebih banyak dibandingkan dengan *Solar charge controller* PWM. Oleh karena itu, peneliti mengambil pengontrol tegangan dalam penelitian dipilih menggunakan *SCC MPPT*.

Tabel 1. Perbedaan *Solar charge controller* PWM dan MPPT

Keterangan	PWM Charge Controller	MPPT Charge Controller
Kapasitas sistem	Direkomendasikan digunakan pada kapasitas sistem kecil, dimana MPPT tidak dapat bekerja ideal.	Kapasitas sistem diatas 200W akan lebih ideal menggunakan SCC MPPT.
Off-Grid/Grid-Tie	Disarankan digunakan sistem off-grid dengan tipe tegangan panel surya ( $V_{mp}$ ) berada pada $\approx 17$ hingga 18 Volts untuk setiap nominal tegangan baterai 12V.	Dapat digunakan pada tipe sistem grid-tie, walaupun dengan kapasitas kecil. Karena mampu beradaptasi dengan baik pada jenis panel yang tidak memiliki susunan seri 36 sel.
Metode kapasitas Array	Susunan panel surya dihitung pada Ampere (berdasarkan arus yang dihasilkan saat solar panel bekerja sesuai dengan tegangan baterai).	Susunan panel surya dihitung berdasarkan watt (berdasarkan maksimum <i>Charging Current x Battery Voltage</i> )
Tegangan Array	PV array & tegangan baterai harus sama.	Tegangan PV array dapat lebih tinggi dibandingkan tegangan baterai.

Sumber: Made A, Satwiko S. (2011)

## METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan setelah melakukan perakitan komponen pendukung PLTS serta mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan pengujian peralatan system pengisian accu dengan SCC MPPT. Dari *output solar charge controller MPPT*, kemudian masuk kedalam baterai (*accu*) dengan kapasitas 35Ah. Dalam melakukan pengujian arus dan tegangan kaluran panel dan *solar charge controller* dicari daya keluaran dari pengujian, menggunakan persamaan (1).

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out} \quad \dots \quad (1)$$

dimana:

$P_{out}$  = Daya panel surya (*watt*)

$V_{out}$  = Tegangan output (*volt*)

$I_{out}$  = Arus output (*ampere*)

Selanjutnya menganalisis lama waktu pengisian baterai dengan arus charging tiap percobaan maka dilakukan perhitungan dengan persamaan (2): (N Wananada., 2019)

$$\text{Lama Waktu Pengisian (h)} = \frac{\text{Kapasitas Baterai (Ah)}}{\text{Output Arus Charge (A)}} \quad \dots \quad (2)$$

dimana:

Lama Waktu Pengisian(h) = Waktu Pengisian(h)

Kapasitas Baterai = Kapasitas Baterai (Ah)

Output Arus Charge = arus keluaran (Ampere)

Kemudian untuk menghitung lama waktu pengisian menggunakan arus rata-rata digunakan persamaan 3 dan 4 sebagai berikut:

$$\text{Arus rata-rata}(I_t) = \frac{\text{Jumlah } I_{ch}}{\text{Jumlah pengujian}} \dots\dots\dots (3)$$

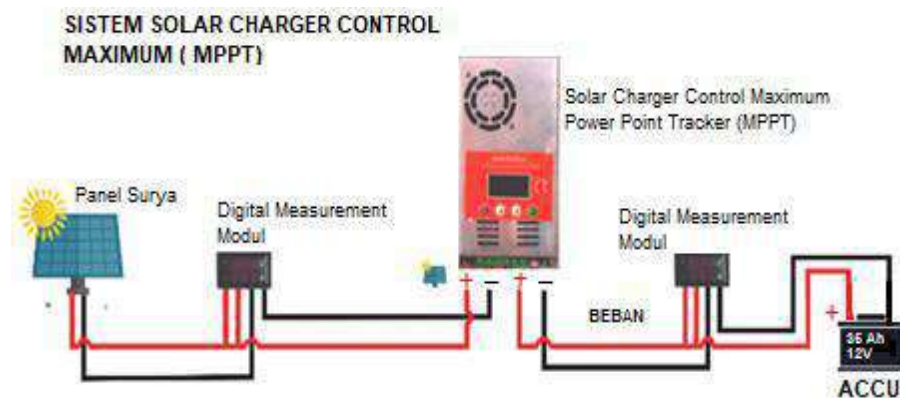
maka

$$T_a = \frac{\text{Kapasitas baterai}(Ah)}{I_t} \dots\dots\dots (4)$$

dimana:  $I_t$  = arus rata-rata .  
 $T_a$  = lama waktu pengisian daya baterai.  
 $Ah$  = Kapasitas baterai.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang sudah dilakukan seperti terlihat pada Gambar 2, dengan modul pengujian SCC MPPT dari hasil perancangan sistem dan pengujian system, data yang diperoleh dalam penelitian ini dihasilkan berdasarkan pengamatan pada alat ukur *voltmeter* dan *amperemeter digital* serta alat ukur berupa tang *amperemeter* dan multimeter. Data penelitian yang didapat sebagai diperlihatkan pada tabel 2.



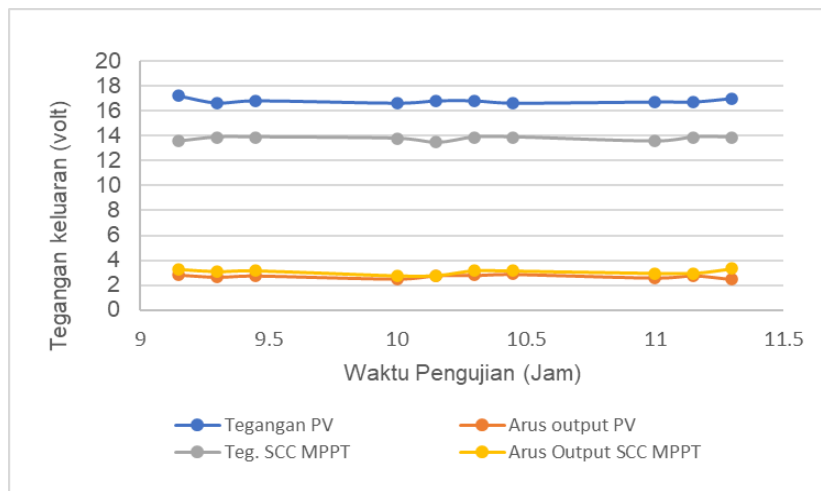
Gambar 2. Rangkaian sistem *Trainer* Pengujian *Solar Charge Controller MPPT*

Tabel 2. Pengukuran tegangan, arus, daya keluaran

No	Jam	Keluaran dari panel surya			Keluaran dari SCC MPPT		
		Tegangan (V) (volt)	Arus (I) (ampere)	Daya (P) (watt)	Tegangan (V) (volt)	Arus (I) (ampere)	Data(P) (watt)
1	9.15	17.2	2.83	48.67	13.6	3.3	44.88
2	9.3	16.6	2.65	43.99	13.9	3.1	43.09
3	9.45	16.8	2.75	46.2	13.9	3.17	44.06
4	10	16.6	2.5	41.5	13.8	2.73	37.67
5	10.15	16.8	2.78	46.70	13.5	2.75	37.12
6	10.3	16.8	2.79	46.87	13.9	3.19	44.34
7	10.45	16.6	2.88	47.80	13.9	3.15	43.78
8	11	16.7	2.58	43.08	13.6	2.95	40.12
9	11.15	16.7	2.77	46.25	13.9	2.95	41.00
10	11.3	17	2.45	41.65	13.9	3.35	46.56

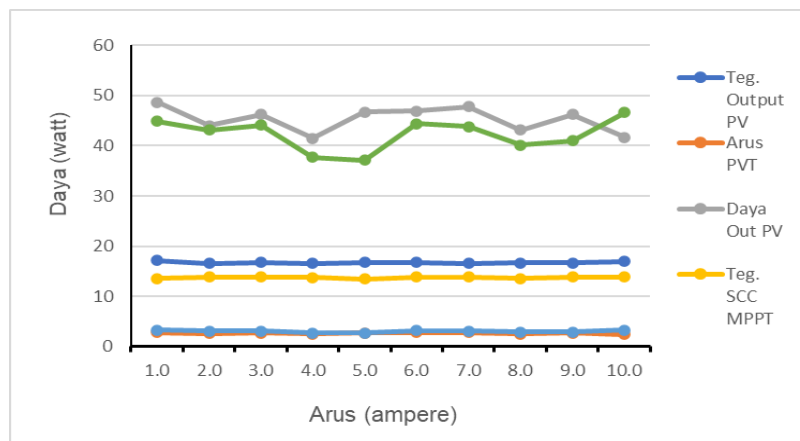
Data yang didapat dalam penelitian pada tabel 2. dapat diperoleh grafik pengukuran besaran arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya yang masuk kedalam *solar charge controller MPPT*, kemudian diteruskan untuk pengisian accu.

Perbandingann tegangan keluaran *solar cell* bahwa nilai tertinggi keluaran *solar cell* terdapat pada input *solar charge controller MPPT* didapatkan nilai tegangan tertinggi nya sebesar 17,2 volt dan nilai terendah sebesar 16,6 volt. Rata-rata tegangan yang dihasilkan *solar cell* saat melakukan pengisian *MPPT* memiliki nilai daya yang lebih rendah sebesar 16,78 volt (lihat pada Gambar 3)



Gambar 3 Pengukuran tegangan dan waktu pengujian

Dari grafik pengukuran pada Gambar 4 terlihat bahwa keluaran panel surya dengan *controller MPPT*. Arus yang dihasilkan berkisar antara 2,45 ampere hingga 2,88 ampere. Dengan keseluruhan data yang diperoleh dari penelitian menunjukkan bahwa arus keluaran rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya dengan input ke *SCC MPPT* berkisar 2,69 ampere. Sedangkan pada Gambar 5 grafik pengukuran daya keluaran panel surya menunjukkan bahwa *input controller MPPT* memiliki nilai berkisar antara 41,5 watt hingga 48,67 watt dengan nilai rata-rata menghasilkan 45,27 watt.



Gambar 4. Pengukuran daya keluaran dan arus

Berdasarkan pengukuran tegangan *output solar charge controller MPPT* didapat nilai tegangan tertinggi sebesar 13,9 volt. Kisaran tegangan yang dihasilkan oleh *SCC MPPT* adalah 13,5 volt hingga 13,9 volt dengan nilai rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 13,79 volt, dan tegangan terendah dengan nilai 13,5 volt, dengan nilai rata-rata berkisar 13,68 volt. Hasil tegangan dari *solar charge controller* dipengaruhi oleh intensitas cahaya atau panas matahari yang masuk ke dalam panel surya, tegangan mengalami kenaikan walaupun tetap tidak stabil dikarenakan ada faktor alam yang juga mempengaruhi cahaya yang masuk ke dalam panel surya.

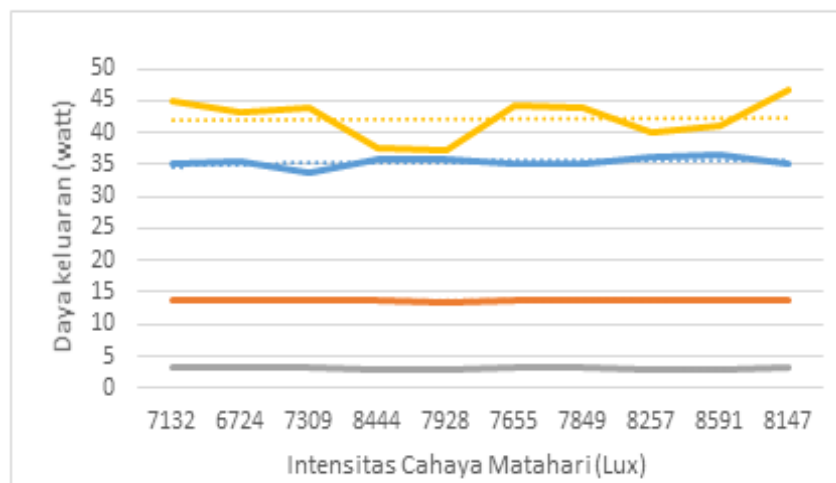
Pengukuran *Arus Output Solar Charge Controller MPPT* pada arus yang dihasilkan memiliki nilai tertinggi pada pengujian ke 10 dengan nilai arus mencapai 3,35 ampere sedangkan nilai terendah 2,73 ampere. Arus rata-ratanya sebesar 3,06 ampere. Proses pengisian pada baterai (*accu*) ini sangat tergantung pada kondisi cuaca yang terjadi pada saat melakukan pengambilan data dan pengujian. Tingkat radiasi dan intensitas cahaya matahari juga sangat mempengaruhi hasil keluaran panel surya yang menjadi *input* pada kedua *solar charge controller*.

Pengaruh Intensitas Cahaya dan Suhu Terhadap Arus Tegangan dan daya Keluaran *Solar Charge Controller MPPT*. Pada Tabel 4 didapatkan data intensitas cahaya, suhu dan output solar charge controller MPPT, dalam pengujian ini dilakukan pengujian pengaruh intensitas cahaya matahari dan suhu permukaan panel surya terhadap arus tegangan dan daya keluaran solar

*charge controller*. Dugunakan alat digital luxmeter sebagai alat pengambilan data intensitas cahaya dan thermogun sebagai alat pengambilan data suhu *solar cell*.

Tabel 4. Pengaruh intensitas cahaya matahari dan suhu

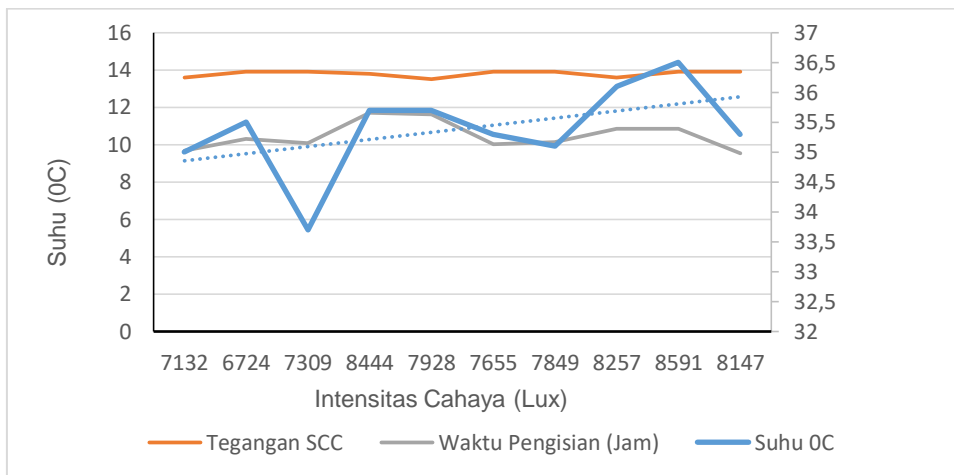
No	Intensitas cahaya candela (x10)	Suhu derajat (celsius)	Kapasitas Accu (Ah)	Waktu pengisian Accu (Jam)	Output MPPT		
					Tegangan V (volt)	Arus (I) (ampere)	Daya (P) (watt)
1	7132	35	35	9.69	13.6	3.3	44.88
2	6724	35.5	35	10.32	13.9	3.1	43.09
3	7309	33.7	35	10.09	13.9	3.17	44.06
4	8444	35.7	35	11.72	13.8	2.73	37.67
5	7928	35.7	35	11.63	13.5	2.75	37.12
6	7655	35.3	35	10.03	13.9	3.19	44.34
7	7849	35.1	35	10.15	13.9	3.15	43.78
8	8257	36.4	35	10.84	13.6	2.95	40.12
9	8591	36,6	35	10.84	13.9	2.95	41.00
10	8147	36,2	35	9.55	13.9	3.35	46.56



Gambar 5. Pengaruh intensitas cahaya dan suhu terhadap arus,tegangan dan daya

Berdasarkan ketiga Gambar 3, 4, dan 5 dapat dijelaskan bahwa intensitas cahaya juga berpengaruh terhadap tegangan dan arus output dari *solar charge controller MPPT* karena percobaan atau pengujian ke 1 menunjukkan nilai intensitas cahaya 7132x10 cd dengan nilai tegangan 13,6 volt dan suhu berkisar 35 °C , kemudian pada pengujian ke 2 terlihat bahwa intensitas cahaya sedikit mengalami penurunan dengan nilai 6724x10 cd akan tetapi suhu mengalami kenaikan suhu sebesar 35,5 °C, akan tetapi tegangan mengalami kenaikan sebesar 13,9 volt. Dari hasil tersebut bahwa intensitas yang tinggi tidak selalu mempengaruhi keluaran tegangan yang tinggi, tetapi apabila suhu lingkungan panel mengalami kenaikan yang cukup drastis maka dapat mempengaruhi tegangan keluaran panel.

Berdasarkan pada Gambar 5, dapat dijelaskan bahwa intensitas cahaya dan suhu juga berpengaruh pada arus keluaran *Solar charge controller MPPT* , hal tersebut dapat dilihat pada pengujian ke 3 didapatkan intensitas cahaya berkisar 7309x10 cd dan suhu 33,7°C dengan arus mencapai 3,17 ampere. Dilihat pula suhu juga mempengaruhi besarnya nilai arus yang dihasilkan oleh *Solar charge controller* dapat dilihat pada pengujian 4 nilai suhu 35,3 dengan arus 3,35 ampere.



Gambar 6. Grafik lama waktu pengisian accu

Sistem *photovoltaic* adalah sistem yang memanfaatkan energi berasal dari cahaya matahari, maka sering terjadi fluktuasi cuaca disaat pengujian, dimana matahari tertutup oleh awan sehingga cahaya matahari tidak maksimal. Maka dapat disimpulkan intensitas cahaya tidak selalu mempengaruhi *output* dari pada *solar cell*.

Berdasarkan Gambar 6 lama waktu yang dibutuhkan solar charge controller PWM dan MPPT dalam melakukan pengisian baterai sebesar 35 Ah waktu pengisian baterai pada *solar charge controller MPPT* mampu melakukan pengisian baterai (*accu*) dengan lebih cepat. Proses pengisian tercepat terjadi pada pengujian ke10 dengan nilai 9,55 jam sedangkan pengisian lambat terjadi pada pengujian ke 4 dengan nilai waktu 11,72 jam. Lama waktu pengisian juga dapat dicari dengan persamaan 4 dengan menggunakan arus rata-rata yang dihasilkan oleh kedua *solar charge controller*. Lama Waktu Pengisian *solar charge controller MPPT* adalah 10,49 jam.

## KESIMPULAN

Hasil pengujian panel surya dengan menggunakan *solar charge controller MPPT* mampu menghasilkan daya lebih optimal sesuai dengan karakteristik kinerjanya, berdasarkan manual dari pabrikan. Namun tegangan input *MPPT* lebih kecil karena sesuai dengan sistem kerja yang mengubah tegangan lebih menjadi arus *charging*. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan nilai arus rata-rata yang diterima dari panel surya adalah 2.453.-35 ampere , kemudian tegangan rata-rata sebesar 17volt 13.9 Volt konstan dan daya rata-rata dengan nilai 41.65- 46.56 watt. Dilihat dari waktu pengisian bahwa *Solar charge controller MPPT* mampu melakukan pengisian daya baterai (*accu*) lebih cepat dibandingkan *solar charge controller PWM*. *solar charge controller MPPT*, dapat melakukan pengisian daya baterai 35Ah, rata-rata selama 10,49 jam sampai baterai penuh. Berdasarkan pengamatan intensitas cahaya dan suhu keduanya mempengaruhi keluaran dari pada *solar charge controller MPPT*, tetapi intensitas cahaya matahari yang tinggi tidak selalu mampu menghasilkan arus, tegangan dan daya *output* Soar cell yang tinggi. Namun apabila suhu pada lingkungan tersebut mengalami kenaikan dapat mempengaruhi *output solar cell*. Hal tersebut dapat dibuktikan pada keluaran *Solar charge controller MPPT* dengan nilai intensitas cahaya rata-rata sebesar 780,3x10 cd menghasilkan nilai arus 3,06 ampere pada suhu 35,4°C mampu menghasilkan arus dan dayarata rata 42,26 watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arisfati Fauzi, Ayong Hiendro, Syaifurrahman, 2019, Rancang Bangun Battery Control Unit Panel Surya Terhadap Efek Bayangan, *Jurnal Teknik Elektro Untan*, Vol 2 No 1.
- Dini Khusnul Yaqin., 2019, Rancang Bangun Charge Controller Panel Surya Dengan Menggunakan Sistem Fast Charging, *Jurnal Teknik*, Vol 1, No 1.
- Geny Jati, 2021, Pemetaan Potensi Energi Terbarukan di Indonesia untuk Perencanaan Transisi Energi yang Lebih Tepat, <https://iesr.or.id/pemetaan-potensi-energi-terbarukan-di-indonesia-untuk-perencanaan-transisi-energi-yang-lebih-tepat>
- Jaganthan S, Gao W. 2009. Battery charging power electronics converter and control for plug-in hybrid electric vehicle. *Vehicle Power and Propulsion Conference*, 2-9.

- M. A. Laguado-Serrano, E. A. Luna-Paipa, L. F. Bustos-Marquez, S. B. Sepulveda-Mora, 2019. Performance Comparison Between PWM and MPPT Charge Controllers, *Scientia et Technica Año XXIV*, Vol. 24, No. 01, Universidad Tecnológica de Pereira
- Made A, Satwiko S. 2011. *Studi Rancang Bangun Solar Charge Controller Dengan Indikator Arus, Tegangan dan Suhu Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535*. Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA, UNJ.
- Mahardika A, Wijaya A, I Wayan R. 2016, Rancang Bangun Baterai Charge Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino Uno Memanfaatkan Sumber PLTS. *Jurnal SPEKTRUM*, Vol 1 No 1.
- Muhammad Suyanto, Beny Firman, Adhitya Wisnu Jatmiko, 2017, Micro-Solar Power Plant with Capacity of 900 Watt for Power Supply of Rural Village Information System, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJER)*, Vol. 6 No 03.
- N. Wananda., (2019). *Analisa Perbandingan Optimasi Pengisian Daya Baterai (Accu) Pada Pltb Dan Plts Menggunakan Solar Charge Controller Tipe PWM Dan MPPT*, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



## Efektivitas Karbon Aktif Tempurung Kemiri Dalam Menurunkan Kadar Warna Naftol Merah Limbah Cair Industri Batik

Alfonsius Tripelo Fladinir<sup>1</sup>, Hadi Prasetyo Suseno<sup>2</sup>, Sri Sunarsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: [srisunarsih@akprind.ac.id](mailto:srisunarsih@akprind.ac.id)

### ABSTRACT

*The batik industry is one of the producers of pollution that can damage natural ecosystems. Batik industrial wastewater contains a lot of pollutants such as conductivity, BOD, COD, TSS, TDS, oil, pH, and temperature which are not suitable for the environment. In this study, the reduction of COD, BOD, and the concentration of red naphthol dye in the batik industry wastewater which was adsorbed with activated carbon of candlenut shell was studied. Batik wastewater is taken from Ngentakrejo Village, Kapanewon Lendah, Kulon Progo Regency. Candlenut shell activated carbon was obtained from pyrolysis, sieved with a pore size of 20 mesh, 40 mesh and 60 mesh and activated with NaCl solution whose concentration varied from 1.0; 1.5; 2.0; 2.5. and 3.0 M for 16 hours. Activated carbon was applied to adsorb red naphthol on batik wastewater by varying its weight at 10; 20; 30; 40. and 50 mg. The results showed that the effectiveness of candlenut shell-activated carbon to reduce red naphthol was 12.29%, BOD 25.49% and COD 26.67%. The adsorption process with activated carbon is not recommended as a sole treatment for batik industrial wastewater.*

**Keywords:** *activated carbon, adsorption, batik waste, candlenut shell.*

### INTISARI

Industri batik merupakan salah satu penghasil cemaran yang dapat merusak ekosistem alam. Air limbah industri batik banyak mengandung zat-zat pencemar seperti, konduktivitas, BOD, COD, TSS, TDS, minyak, serta pH dan suhunya tidak sesuai untuk lingkungan. Dalam penelitian ini akan dikaji penurunan COD, BOD dan konsentrasi zat warna naftol merah pada limbah cair industri batik yang diadsorpsi dengan karbon aktif kulit Kemiri. Limbah batik diambil dari industri batik di Kelurahan Ngentakrejo, Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo. Karbon aktif tempurung kemiri di peroleh dari pirolisis, diayak dengan ukuran pori saringan 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh dan diaktivasi dengan larutan NaCl yang konsentrasinya bervariasi dari 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M selama 16 jam. Karbon di aplikasikan untuk mengadsorpsi naftol merah pada limbah batik dengan memvariasi ukuran beratnya pada 10; 20; 30; 40 dan 50 mg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas karbon aktif tempurung kemiri untuk menurunkan naftol merah sebesar 12,29 %, BOD 25,49 % dan COD sebesar 26,67 %. Proses adsorpsi dengan karbon aktif tidak direkomendasikan sebagai pengolahan tunggal terhadap limbah cair industri batik.

**Kata kunci:** adsorpsi, karbon aktif, limbah batik, tempurung kemiri.

### PENDAHULUAN

Kain batik adalah karya budaya dan seni tradisional Indonesia dan merupakan salah satu bahan pakaian yang banyak digemari. Tekstil ini merupakan komponen penunjang program kepariwisataan serta menjadi ciri khas kota Yogyakarta. Industri batik nasional semakin berkembang akibat semakin banyaknya permintaan dan peminat batik. Sejak dicanangkan Hari Batik Nasional pada tanggal 2 Oktober 2009 oleh UNESCO (*United Nations Of Educational, Scientific and Cultur Organization*) omset pengusaha batik naik hingga 50%.

Industri batik merupakan salah satu penghasil cemaran yang dapat merusak ekosistem alam. Industri ini menghasilkan limbah cair yang volumenya besar, berwarna pekat, berbau menyengat dan memiliki suhu yang tidak sama dengan badan air alamiah, serta pH rendah. Warna pekat berasal dari zat warna yang bersifat asam maupun zat warna basa (Kurniawan, 2014)

Keberadaan zat warna tekstil dalam air limbah ini secara signifikan membahayakan kualitas estetika badan air, meningkatkan kebutuhan oksigen biokimia dan kebutuhan oksigen secara kimia (BOD dan COD). Zat warna ini juga mengganggu fotosintesis (karena menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam badan air), menghambat pertumbuhan tanaman, memasuki rantai makanan, memberikan rekalsitran dan bioakumulasi, dan dapat meningkatkan toksisitas, mutagenisitas dan karsinogenisitas (Lellis, et al, 2019).

Selain zat warna, dalam proses pembuatan batik secara basah juga digunakan beberapa bahan kimia pembantu berupa kanji, minyak, lilin, soda api atau NaOH, detergen dan lain-lain. Dengan demikian air limbah industri batik membebani lingkungan dengan nilai pH, suhu, konduktivitas, BOD, COD, TSS, TDS dan minyak. Kebanyakan komponen pencemar tersebut bersifat non-biodegradable (Anonim, 2016). Polutan lain yang sering terdapat dalam air limbah industri batik dan terikut dalam proses pewarnaan adalah logam berat timbal dalam bentuk senyawa timbal nitrat (Rahayu dkk, 2015).

Pengolahan limbah tekstil dengan metode elektroflotasi dapat dilakukan dengan mengapungkan zat atau partikel yang terdispersi di dalam air ke permukaan oleh gelembung gas oksigen dan hidrogen yang terbentuk pada elektrode. Proses dilakukan dengan waktu kontak yang divariasikan selama 30, 40, 50, 60 menit. Hasil terbaik yang diperoleh menunjukkan penyisihan polutan sebesar 88,9% (Haryono dkk, 2015)

Teknologi lain yang banyak digunakan untuk menyisihkan zat warna adalah koagulasi/flokulasi, ozonasi, pengendapan kimia, oksidasi dan pertukaran ion. Faktor-faktor yang menjadi penghambat penyisihan zat warna ini adalah tingginya biaya operasional, adanya hasil samping berbahaya serta membutuhkan energi yang tinggi. Diperlukan teknologi penyisihan zat warna yang efisien, murah dan ramah lingkungan untuk mengurangi dampaknya. Salah satu teknologi yang ditawarkan adalah metoda adsorpsi. Teknologi ini banyak dipilih karena dianggap paling efisien untuk penyisihan polutan serta berlangsung sangat stabil jika dibandingkan dengan metoda konvensional. Produk hasil pemisahan berkualitas tinggi dan sangat ekonomis (Abdullah et al, 2005 dan Tahir et al, 2012).

Salah satu adsorben yang paling populer saat ini adalah karbon aktif. Karbon aktif merupakan padatan amorf yang memiliki struktur mikrokristalin. Jarak antarlapisan, pada karbon aktif antara 0,34 dan 0,35 nm. Karbon aktif memiliki porositas yang sangat berkembang. Pori-porinya dapat dibagi menjadi tiga kelompok yakni mikropori, mesopori dan makropori. Mikropori memberi kontribusi terbesar dari luas permukaan karbon aktif, mencakup sekitar 95% dari total luas permukaannya. Peran makropori tidak terlalu penting karena luasnya tidak terlalu signifikan. Makropori ini menjadi jalur lewatnya adsorbat ke dalam mikro dan mesopori. Dinding pori-pori mikro ini memiliki luas ribuan m<sup>2</sup>/g, sementara dinding mesopori dan makropori luasnya berkisar antara 10-200 m<sup>2</sup>/g (Bansal dan Goyal, 2005).

Karbon aktif mengandung beberapa unsur lain seperti oksigen, hidrogen, belerang, nitrogen dan halogen. Heteroatom ini berasal dari bahan baku dan proses isasi yang terikat secara kimia atom tepi dan sudut lembaran aromatik. Heteroatom juga dapat terikat pada atom posisi yang tidak teratur membentuk ikatan -oksigen, -hidrogen, -sulfur, -nitrogen, dan -halogen (Gottipati, 2012).

Proses aktivasi dapat dilakukan secara fisik maupun kimia. Aktivasi secara fisik pada proses karbonasi tongkol jagung dengan atmosfer gas N<sub>2</sub> dilakukan dengan gas CO<sub>2</sub> dan dengan uap air pada suhu 1173 dan 1705 K. Dengan metode ini dapat dihasilkan karbon aktif limbah tongkol jagung yang berkualitas baik (Chang et al, 2000). Aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dengan ZnCl<sub>2</sub> maupun KOH (Cheenmatchaya and Kungwankunakorn, 2014, Sunarsih dan Dahani, 2018, Auta, 2012).

Salah satu limbah biomassa yang berpotensi untuk dibuat karbon aktif adalah tempurung kemiri (*Aleurites moluccana* (L) Willd. Tanaman ini dibudidayakan secara luas di dunia. Di Indonesia, kemiri paling banyak ditanam di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan jumlah tanaman kemiri mencapai dua juta pohon. Produk biji kemiri di Manggarai Timur (salah satu kabupaten di NTT) dari tahun 2013-2017 adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data produktivitas usaha kemiri

Tahun	Produksi (Ton)	Produktivitas (Kg/Ha)
2013	1,041.78	458.88
2014	7,104.15	975.00
2015	4.030.92	646.55
2016	4.068.00	528.00
2017	6,300.22	401.07

Sumber: Suek (2019)

Pemanfaatan karbon aktif untuk mengadsorpsi zat warna Rhodamin B pernah dilakukan dalam sistem kontinyu dengan memvariasikan konsentrasi zat warna, kedalaman saluran dan laju alir. Melalui uji pemodelan Thomas dapat disimpulkan bahwa karbon aktif ini dapat digunakan untuk

menyisihkan zat warna Rhodamin B dari air limbah (Auta,2012). Pada pH awal 9, Rhodamin B dapat dihilangkan secara efektif dalam jangka waktu 5 jam (Sumanjit et al, 2008).

Karbon aktif dari ampas tebu yang diaktivasi dengan  $ZnCl_2$  dapat mengadsorpsi zat warna metilen biru. Menurut pengamatan kapasitas adsorpsinya terhadap metilen biru meningkat dengan peningkatan jumlah aktivator dan suhu pirolisis (Patil et al, 2013).

Pemanfaatan karbon aktif dari tempurung kemiri sebagai bahan adsorben berbagai kontaminan di lingkungan sudah banyak dilakukan. Pembuatan karbon aktif dari tempurung kemiri dapat dilakukan dengan pemanasan dalam furnace pada suhu  $700^\circ C$  selama 2 jam. Karbon yang dihasilkan diaktivasi dengan larutan  $H_3PO_4$  pada konsentrasi 2,5%, 5,0% dan 7,5% selama 24 jam. Selanjutnya dikeringkan di dalam oven dan diaktivasi termal pada suhu  $700^\circ C$  selama 2 jam. Hasilnya memperlihatkan bahwa kualitas karbon aktif yang terbaik diperoleh pada konsentrasi  $H_3PO_4$  7,5% dengan kadar air 6,95 %, kadar abu 2,38%, daya serap terhadap iod sebesar 602,91 mg/g (Sulaiman dkk, 2018).

Upaya membandingkan efisiensi adsorpsi karbon aktif granular dari tempurung kemiri dan karbon aktif komersial Filtrasorb 200 terhadap senyawa organik yang berkontribusi pada nilai COD air limbah kota pernah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa cangkang kemiri yang diaktivasi dengan uap dan asam lebih efektif menghilangkan bahan organik dari air limbah kota dibanding karbon aktif komersial berbasis batubara (Basonde et al, 2003). Karbon aktif tempurung kemiri (yang diaktivasi dengan garam  $ZnCl_2$ ) memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 0,094 cm<sup>3</sup>/ g dan energi adsorpsi terhadap toluena adalah 2,6573 kJ/mol. Adapun waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan proses terhadap toluena adalah 5 jam (Bukasa, 2012).

Karbon aktif tempurung kemiri juga dapat mengadsorpsi zat warna naftol. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi –OH, Csp<sup>3</sup>-H, CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, CO Eter, C=C aromatik, dan C-H aromatik pada yang belum maupun sudah diaktivasi. Pengukuran luas permukaannya menunjukkan nilai sebesar 17,20 m<sup>2</sup>/g dengan volume pori sebesar 0,021 mL/g dan ukuran pori sebesar 1,60 nm. Kondisi optimum proses adsorpsi diperoleh pada saat konsentrasi zat warna naftol sebesar 60 ppm, pH 5 dan waktu kontak 120 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3,850 mg/g (Hamu dkk, 2019).

Struktur dan ukuran pori tempurung kemiri berkorelasi dengan waktu aktivasi menggunakan  $H_3PO_4$ . Semakin lama waktu aktivasi, ukuran pori akan semakin kecil. Namun jika waktu aktivasi ditambah lagi, maka ukuran pori kembali menjadi lebih besar. Hasil XRD (X-Rays Diffraction ) menunjukkan struktur atom yang terbentuk berupa struktur amorf dan diameter pori terkecil pada waktu aktivasi 20 jam dengan ukuran sebesar 0,57  $\mu m$  yang termasuk ke dalam jenis makropori (Sandi, 2014). Kapasitas adsorpsi karbon aktif tempurung kemiri sunan (aleurites trisperma) terhadap larutan iodin berkisar antara 138,46-768,31 mg/g, terhadap benzena 2,99-21,37%, dan terhadap metilen biru berkisar antara 18,239- 260,237 mg/g. Kondisi optimum pembuatan karbon aktif dihasilkan pada suhu 850 oC yang direndam dalam larutan  $H_3PO_4$  10% dengan waktu aktivasi uap air panas selama 90 menit (Hendra dkk, 2014).

Berbagai penelitian di atas menunjukkan bahwa karbon aktif dari limbah bermacam-macam biomassa termasuk limbah tempurung kemiri berpotensi sebagai adsorben berbagai kontaminan di lingkungan. Salah satu aplikasinya adalah sebagai adsorben zat warna pada air limbah industri batik. Aktivitas membuat cukup banyak menimbulkan limbah cair yang berpotensi merugikan lingkungan. Industri ini cukup diminati dan banyak dikerjakan oleh masyarakat baik skala rumah tangga maupun industri besar. Jika tidak ditangani secara serius, limbah cairnya dapat merusak ekosistem perairan. Dalam penelitian ini diamati efektivitas karbon aktif tempurung kemiri sebagai adsorben zat warna pada limbah cair industri batik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan pembuatan karbon tempurung kemiri melalui proses pirolisis. Arang yang diperoleh kemudian ditumbuh, dipisahkan menurut ukuran butiran 20, 40 dan 60 mesh. Selanjutnya butiran karbon diaktivasi menggunakan larutan NaCl yang konsentrasinya bervariasi dari 1,0 ; 1,5 ; 2,0 ; 2,5 dan 3,0 M. Karbon aktif yang diperoleh diuji kadar air kadar abu dan diinteraksikan dengan limbah cair industri batik untuk mengamati pengaruh konsentrasi aktivator, berat karbon aktif yang diinteraksikan maupun ukuran butiran terhadap penurunan konsentrasi naftol merah.

1. Uji Kadar Air, karbon aktif ditimbang sebanyak 50 gram (sebagai berat mula-mula) dan dipanaskan dalam oven dengan suhu  $\pm 110^\circ C$  selama 2 jam. Setelah dipanaskan karbon aktif ini dimasukkan ke dalam desikator hingga suhu ruang, kemudian ditimbang (sebagai berat

- setelah pengeringan). Proses pengeringan diulangi beberapa kali sampai diperoleh berat konstan.
2. Uji Kadar Abu, karbon aktif ditimbang sebanyak 25 mg dan dimasukkan ke dalam krus porselin yang sudah diketahui beratnya. Selanjutnya karbon aktif ini diabukan di dalam muffel dengan suhu  $\pm 600^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Setelah selesai, abu dipindahkan ke desikator sampai tercapai suhu ruang kemudian ditimbang.
  3. Optimasi panjang gelombang ( $\lambda$ ) untuk senyawa naftol merah, data ini diperlukan untuk mengamati adsorbansi senyawa naftol merah ketika dianalisis dengan spektrofotometer DR-2000. Larutan naftol merah diamati serapannya pada kisaran panjang gelombang ( $\lambda$ ) antara 450 -540 nm. Dari kurva serapan vs konsentrasi dapat ditentukan  $\lambda$  optimum untuk proses analisis senyawa naftol merah.
  4. Menentukan konsentrasi awal senyawa naftol merah dalam limbah batik, kurva kalibrasi dibuat dengan mengencerkan larutan induk naftol merah 100 ppm sebanyak 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dan 7,5 mL masing-masing menjadi 50 mL. Larutan kemudian diamati absorbansinya pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) optimum. Kemudian dibuat kurva kalibrasi absorbansi vs konsentrasi. Konsentrasi naftol merah dalam air limbah ditentukan dengan mengamati absorbansinya pada  $\lambda$  optimum dan diplotkan pada kurva kalibrasi.
  5. Menentukan pengaruh konsentrasi aktivator NaCl, diambil 4 botol reaktor volume 100 mL yang masing-masing diisi dengan 25 mL air limbah batik. Ke dalam botol ini masing-masing ditambahkan 30 mg karbon aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan larutan NaCl dengan konsentrasi bervariasi dari 1,0 ; 1,5; 2,0 ; 2,5 dan 3,0 M. Larutan kemudian dikocok selama 1 jam kemudian disaring dengan kertas saring whatman 42. Selanjutnya diperiksa absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis DR 2000 pada  $\lambda$  optimum
  6. Menentukan pengaruh berat karbon aktif, diambil 5 botol reaktor volume 100 mL yang masing-masing diisi dengan 25 mL air limbah batik. Ke dalam botol ini ditambahkan karbon aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan larutan NaCl dengan konsentrasinya optimum (menghasilkan karbon aktif dengan absorbansi optimum) dengan berat bervariasi dari 10, 15, 20, 25 dan 30 mg. Larutan kemudian dikocok selama 1 jam kemudian disaring dan diamati absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis DR 2000 pada  $\lambda$  optimum
  7. Menentukan pengaruh ukuran butiran karbon aktif, diambil 3 botol reaktor volume 100 mL yang masing-masing diisi dengan 25 mL air limbah batik. Ke dalam botol ini masing-masing ditambahkan karbon aktif tempurung kemiri dengan berat optimum dan konsentrasi aktivator optimum yang ukuran butirannya bervariasi dari 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh Larutan kemudian dikocok selama 1 jam kemudian disaring. Selanjutnya diukur absorbansinya dengan spektrofotometer.

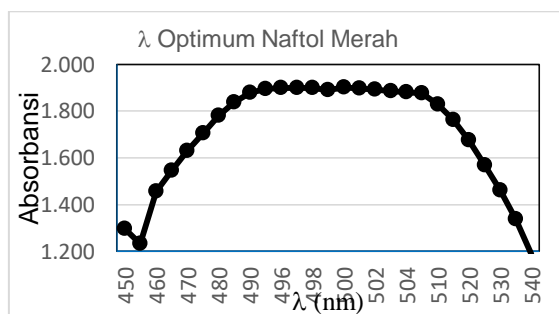
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar air dan kadar abu.

Pengukuran kadar air karbon aktif hasil pirolisis sebesar 0,2 % dan kadar abu 0,5 %. Menurut standar mutu karbon aktif teknis yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995, kadar air untuk butiran maksimal 4,5 % dan kadar abu maksimal adalah 2,5 %. Karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah memenuhi kriteria tersebut.

### 2. Penentuan panjang gelombang naftol merah

Penentuan  $\lambda$  optimum ini dilakukan karena sebenarnya di dalam air limbah batik terdapat beberapa macam pewarna yang saling berkontribusi terhadap nilai absorbansi. Hal ini dapat mengubah nilai  $\lambda$  optimum. Hasil penentuan  $\lambda$  optimum pada kisaran panjang gelombang 450 - 540 nm tertera pada gambar 1

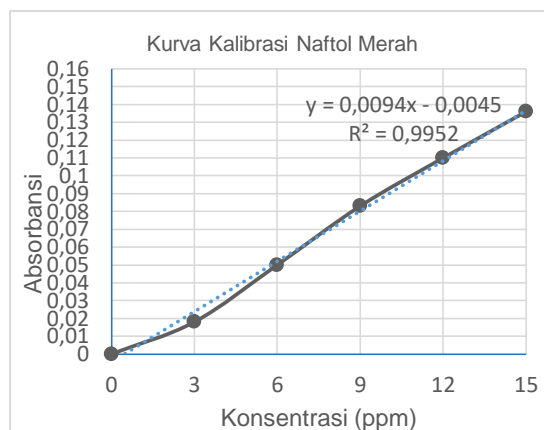


Gambar 1. Penentuan panjang gelombang optimum naftol merah.

Pada gambar tersebut terlihat bahwa  $\lambda$  optimum naftol merah adalah 500 nm dengan absorbansi 1.902. Selanjutnya nilai  $\lambda$  optimum ini akan digunakan dalam setiap pengukuran menggunakan spektrofotometer dalam penelitian ini.

### 3. Penentuan konsentrasi awal naftol merah

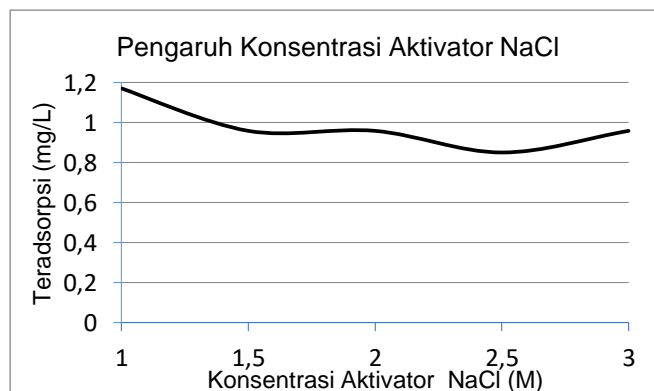
Konsentrasi awal naftol merah di dalam air limbah ditentukan berdasar kurva kalibrasi pada gambar 2, terlihat bahwa sampai konsentrasi 15 ppm, absorbansi naftol merah merupakan fungsi linier dari konsentrasinya. Berarti hukum Lambert-Beer berlaku tanpa penyimpangan sehingga kurva ini dapat dipakai sebagai acuan penentuan konsentrasi naftol merah. Berdasar kurva tersebut diperoleh konsentrasi naftol merah dalam air limbah batik sebelum pengolahan sebesar 9,52 ppm.



Gambar 2 Kurva kalibrasi naftol merah.

### 4. Menentukan pengaruh konsentrasi aktivator terhadap adsorpsi naftol merah

Hasil pengamatan air limbah yang diinteraksikan dengan 30 mg karbon aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan larutan NaCl bervariasi konsentrasinya yakni 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M dapat dilihat pada gambar 3.



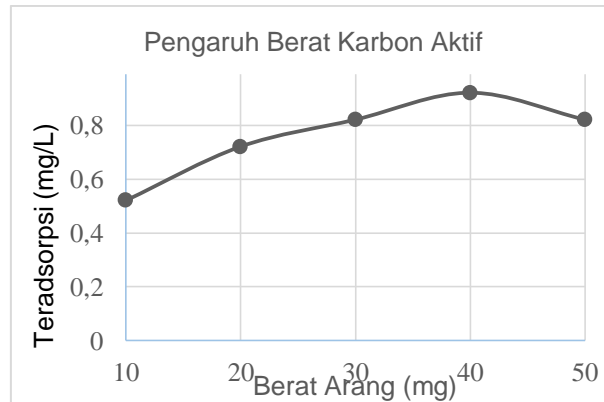
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi aktivator NaCl terhadap adsorpsi naftol merah

Pada gambar 3 terlihat bahwa jika konsentrasi aktivator bertambah, kapasitas adsorpsi karbon aktif cenderung menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa fungsi utama senyawa aktivator yang ditambahkan dalam proses aktivasi adalah untuk mendegradasi bahan selulosa. Proses ini terjadi pada saat perlakuan pemanasan dan terbentuk struktur pori akhir. Senyawa-senyawa aktivator yang dapat berperan dalam dehidrasi dapat menghambat pembentukan tar atau produk sampingan lainnya. Akibatnya yang dihasilkan akan lebih banyak dibanding dengan proses aktivasi termal saja. Distribusi ukuran pori dan luas permukaan untuk suatu jenis aktivator ditentukan oleh tingkat impregnasi, yaitu rasio antara massa senyawa aktivator dengan massa bahan baku. Semakin tinggi tingkat impregnasi, semakin besar ukuran pori karbon aktif akhir (Reinoso dan Escribano,2001). Padahal pori yang berperan dalam proses adsorpsi adalah yang berukuran mikropori (Bansal dan Goyal, 2005)]. Jika massa senyawa aktivator makin besar (konsentrasi makin besar), ukuran pori yang terbentuk juga makin besar (kemungkinan berubah menjadi mesopori atau makropori) sehingga kapasitas adsorpsinya

justru menurun. Adsorpsi terbesar menurunkan konsentrasi naftol merah sebesar 1,17 mg/L (dari konsentrasi awal 9,52 mg/L).

#### 5. Menentukan pengaruh berat karbon aktif terhadap adsorpsi naftol merah

Pengamatan ini dilakukan menggunakan yang diaktivasi dengan NaCl 1,0 M dan ukuran butiran 40 mesh dengan variasi berat karbon aktif dari 10 mg, 20 mg, 30 mg, 40 mg dan 50 mg. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.

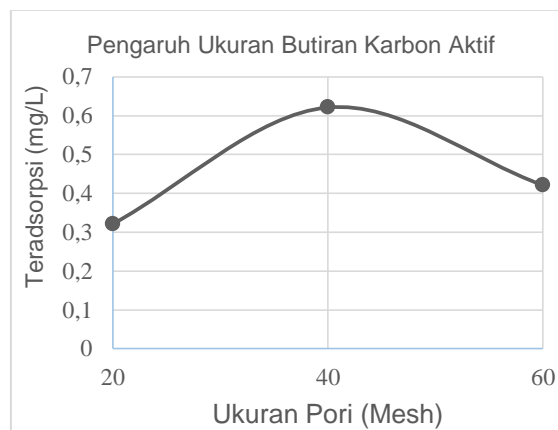


Gambar 4. Pengaruh berat karbon aktif

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar berat karbon aktif, konsentrasi naftol merah yang teradsorpsi semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin banyak atau besar berat karbon aktif maka luasan porinya semakin besar sehingga situs adsorpsinya juga semakin luas. Setelah harganya mencapai optimum (pada berat 40 mg), penambahan karbon aktif tidak menambah jumlah yang teradsorpsi. Kemungkinan hal ini terjadi karena jumlah zat yang teradsorpsi (naftol merah) tidak bertambah. Walaupun situs adsorpsinya bertambah namun jika adsorbat tidak bertambah, maka proses adsorpsi tidak bertambah.

#### 6. Menentukan pengaruh pengaruh ukuran butiran karbon aktif

Pengamatan dilakukan dengan mengkontakan karbon aktif tempurung kemiri dengan berat 40 mg dan konsentrasi aktivator 1,0 M dan ukuran butiran bervariasi dari 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh. Hasilnya disajikan pada gambar 5.



Gambar 5 pengaruh ukuran butiran karbon aktif

Gambar 5 kurva memperlihatkan bahwa adsorpsi paling tinggi terjadi pada ukuran butiran 40 mesh. Semakin kecil ukuran butiran, maka luas permukaan karbon aktif semakin besar sehingga kapasitas adsorpsinya juga semakin besar. Namun jika luas permukaan terus bertambah (ukuran butiran makin diperkecil (menjadi 60 mesh), tidak berarti kapasitas adsorpsi akan terus meningkat. Proses adsorpsi merupakan proses yang berkesetimbangan, sehingga dipengaruhi juga oleh perbandingan jumlah pori-pori dan jumlah adsorbat (molekul naftol merah). Dalam proses ini jumlah situs adsorpsi bertambah namun jumlah adsorbat tidak bertambah sehingga proses adsorpsi juga tidak bertambah.

## 7. Penurunan nilai COD dan BOD dalam air limbah.

Pengamatan penurunan nilai COD dan BOD setelah diinteraksikan dengan 40 mg tempurung kemiri yang diaktivasi dengan NaCl 1,0 M dan ukuran butiran 40 mesh. Hasilnya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan COD-BOD dan dibandingkan Baku Mutu air limbah industri batik

No	Parameter	Konsentrasi (mg/L)			Penurunan (%)
		Sebelum	Sesudah	Baku mutu	
1	COD	1320,0	352,0	250,0	26,67
2	BOD	6575,0	1625,0	85,0	25,49

Baku Mutu mengacu pada Perda DIY No. 7 Tahun 2016, data tabel 2 menunjukkan bahwa proses adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kemiri tidak efektif menurunkan nilai BOD dan COD air limbah industri batik. Data adsorpsi terhadap naftol merah juga menunjukkan penurunan konsentrasi sebesar 0,62 – 1,17 mg/L dari konsentrasi awal 9,52 mg/L. Efisiensi terbesar untuk adsorpsi naftol merah hanya sebesar 12,29 %. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kemiri tidak sesuai untuk digunakan sebagai satu-satunya proses pengolahan air limbah industri batik. Faktor lain yang diduga menyebabkan rendahnya efisiensi adsorpsi terhadap naftol merah ini adalah fakta bahwa di dalam air limbah tersebut tidak hanya terdapat satu macam zat warna, namun gabungan dari beberapa zat warna yang sudah tercampur di dalamnya. Afinitas berbagai zat warna terhadap karbon aktif tidak sama. Karena tidak ada informasi yang jelas tentang jenis-jenis zat warna lain yang diaplikasikan dalam proses pembuatan batik pada industri yang disampling, maka tidak dapat diprediksi apakah naftol merah lebih mudah teradsorpsi oleh karbon aktif yang ditambahkan atau justru zat warna lain yang lebih mudah teradsorpsi.

Dalam bagan pengolahan air limbah industri, proses adsorpsi masuk dalam tahap tersier. Sebaiknya didahului proses primer, yang dapat berupa *grease trap* untuk memisahkan sisa lilin dan minyak yang mengapung di atas air limbah. Sedangkan kadar BOD dan COD yang tinggi dapat diatasi dengan mengaplikasikan proses sekunder secara biologi. Untuk teknologi tepat guna yang dapat dilakukan pada industri rumahan, mungkin dapat didisainkan biofilter sederhana. Barulah sisa kontaminan yang masih ada dapat diadsorpsi dengan karbon aktif

## KESIMPULAN

Konsentrasi naftol merah dalam air limbah industri batik yang belum diolah adalah 9,52 mg/L. Penurunan konsentrasi terbesar terjadi pada penambahan 30 mg karbon aktif tempurung kemiri berukuran 40 mesh yang diaktivasi dengan larutan NaCl 1,0 M dengan penurunan konsentrasi sebesar 1,17 mg/L. Efisiensi penurunan hanya 12,29 % sehingga dari parameter zat warna air limbah yang dihasilkan belum memenuhi baku mutu air limbah industri batik menurut Perda DIY No. 7 Tahun 2016. Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kemiri hanya mampu menurunkan nilai BOD sebesar 25,49 % dan COD sebesar 26,67 %. Berdasarkan parameter BOD dan COD-nya, air limbah hasil pengolahan belum memenuhi baku mutu air limbah industri batik menurut Perda DIY No. 7 Tahun 2016. Konsentrasi aktivator, berat karbon aktif yang ditambahkan dan ukuran butiran berpengaruh terhadap adsorpsi zat warna naftol merah dalam air limbah industri batik. Menurut kondisi dalam penelitian ini, konsentrasi NaCl optimum adalah 1,0M, berat karbon aktif optimum sebesar 40 mg dan ukuran butiran optimum adalah 40 mesh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2016. Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Standar Baku Mutu Kegiatan Industri Batik
- Auta, M. 2012. Fixed Bed Adsorption Studies Of Rhodamine B Dye Using. *Journal of Engineering Research*. 3, 3–6
- Bansal, R. C. & GOYAL, M. 2005. Activated Carbon Adsorption. Taylor & Francis Group, Boca Raton
- Bansode RR, Losso JN, Marshall WE, Rao RM, Portier RJ. 2004. Pecan Shell-Based Granular Activated Carbon For Treatment Of Chemical Oxygen Demand (COD) in Municipal Wastewater. *Journal Bioresour Technology*, 94(2):129–35.
- Bukasa DA, Koleangan HS., Wuntu AD. 2012. Adsorpsi Toluena Pada Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmu Sains*; 12(2):93

- Chang, C. F., Chang, C. Y. & Tsai, W. T. 2000. Effects of burn-off and activation temperature on preparation of activated carbon from corn cob agrowaste by CO<sub>2</sub> and steam. *Journal of Colloid and Interface Science*. 232, 45–49.
- Cheenmatchaya, A. & Kungwankunakorn, S. Preparation of Activated Carbon Derived from Rice Husk by Simple Carbonization and Chemical Activation for Using as Gasoline Adsorbent. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 5, 171–175 (2014).
- Gottipati, R. 2012. *Preparation and Characterization of Microporous Activated Carbon from Biomass and its Application in the Removal of Chromium (VI) from Aqueous Phase*, Department of Chemical Engineering. Dep. Chem. Eng. Natl. Inst. Technol. Rourkela Odisha, India 1–242
- Hamu GV, Gauru I, Kadang L. 2019. Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana* L. Willd) Sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol. *Jurnal Chemisry Notes*.1(2):12–23.
- Haryono, H., Faizal D, M., Liamita N, C. & Rostika, A. 2018. Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi dengan Metode Elektrofotasi. *Jurnal EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 3, 94.
- Hendra D, Pangersa Gusti RE, Komarayati S.2014. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kemiri Sunan (*Aleuriteus Trisperma*) Sebagai Bahan Baku Pada Pembuatan Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan.*;32(4):271–82..
- Kurniawan, M. W., -, P. P. & -, S. S. 2014. Strategi Pengelolaan Air Limbah Sentra UMKM Batik Yang Berkelanjutan Di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 11, 62
- Lellis, B., Fávoro-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A. & Polonio, J. C. 2019. Effects of Textile Dyes on Health and The Environment and Bioremediation Potential Of Living Organisms. *Biotechnology Research and Innovation Journal*. 3, 275–290.
- Liew Abdullah, A. G. et al. 2005. Azo Dye Removal By Adsorption Using Waste Biomass: Sugarcane Bagasse. *International Journal of Engineering & Technology*. 2, 8–13
- Patil, D., Chavan, S. & Barkade, S. 2013. Production Of Activated Charcoal From Sugar Cane Leaves Using ZnCl<sub>2</sub> Activation For The Adsorption Of Methylene Blue Dye. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2, 187–193
- Rahayu, S. S., Astuti, S. & Budiarti, V. S. A. 2015. Rekayasa Pengolahan Limbah Cair Industri Kecil Batik Dengan Metode Elektrolisa. *Pros. Sentin*. 001, 267–276
- Reinoso F R and Escribano A.S. 2001. *Porous Carbons In Adsorption And Catalysis*. In: Nalwa HS, editor. *Handbook of Surfaces and Interfaces of Materials*. Academic Press,; 2001. p. 309–55.
- Sandi A, - A. 2014. Pengaruh Waktu Aktivasi Menggunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Terhadap Struktur Dan Ukuran Pori Karbon Berbasis Arang Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*). *J Fis Unand*. 2014;3(2):115–20
- Suek, J., Adar, D., Wulakada, H and Keon, Y .2019. Kemiri, Komoditi Unggulan Di Kabupaten Manggarai Timur, *Jurnal Berkala Epidemiologi*, vol. 7, no. 02, pp. 204-211, Au..
- Sulaiman NH, Malau LA, Lubis FH, Br Harahap N, Manalu FR, Kembaren A. 2018. Pengolahan Tempurung Kemiri Sebagai Karbon Aktif Dengan Variasi Aktivator Asam Fosfat. *EINSTEIN e-JOURNAL*. 2018;5(2).
- Sumanjit, Walia, T. P. S. & Kansal, I. 2008. Removal of Rhodamine-B by Adsorption On Walnut Shell Charcoal. *Journal of Surface Science and Technology*. 24, 179–193.
- Sunarsih, S. dan Dahani, W. 2018. Studi Adsorpsi Karbon Aktif Limbah Kulit Buah Nangka Terhadap Rhodamin B, *Jurnal Teknologi*, Vol. 11, no. 1, pp. 46–53.
- Tahir, H., Sultan, M., Akhtar, N., Hameed, U. & Abid, T. 2016, Application Of Natural And Modified Sugar Cane Bagasse For The Removal Of Dye From Aqueous Solution. *Journal of Saudi Chemical Society*. 20, S115–S121.



## Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Beban Kerja Mental Berbasis Ergonomi Terhadap Karyawan PT. Woneel Midas Leathers

Endang Widuri Asih<sup>1</sup>, Widia Marselia<sup>2</sup>, Cyrilla Indri Parwati<sup>3</sup>, Arie Pohandry<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

<sup>4</sup>Magister Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

Email: [endang@akprind.ac.id](mailto:endang@akprind.ac.id)<sup>1</sup>, [widiamarselia03@gmail.com](mailto:widiamarselia03@gmail.com)<sup>2</sup>, [cindriparwati@akprind.ac.id](mailto:cindriparwati@akprind.ac.id)<sup>3</sup>, [20916003@students.uii.ac.id](mailto:20916003@students.uii.ac.id)<sup>4</sup>

### ABSTRACT

*This research was conducted to determine how much physical workload and mental workload received by employees at PT. Woneel Midas Leathers, especially in the Quality Control (QC) department in carrying out their work. This research is a descriptive study, using a sample of 40 female employees who are the entire population of QC workers at PT. Woneel Midas Leathers. Data collection includes filling out the NASA-TLX questionnaire for mental workload analysis, and using employee physical data to calculate Body Mass Index (BMI) and pulse data calculated using the %CVL (Cardiovascular) method for physical workload analysis. The results of the calculation of the physical workload calculated using the %CVL (Cardiovascular) method with an average physical workload of 31.62 employees are included in the "Required Improvement" classification. The NASA-TLX classification value of the average employee WWL that has been obtained is 81.48. This shows that the average value of mental workload received by employees is in the "High" category. Based on the results of calculations using the statistical regression method using SPSS software, the Sig value is obtained. of 0.441 which indicates that between the two variables, namely the physical workload has no effect on the mental workload. Likewise, the ideal body weight does not affect the mental workload conditions received by each employee.*

**Keywords:** mental workload, physical workload, production target.

### INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar beban kerja fisik dan beban kerja mental yang diterima oleh karyawan pada PT. Woneel Midas Leathers, khususnya pada departemen Quality Control (QC) dalam melakukan pekerjaannya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, dengan menggunakan sampel sebanyak 40 orang karyawan wanita yang merupakan populasi seluruh pekerja bagian QC di PT. Woneel Midas Leathers. Pengumpulan data meliputi pengisian kuisioner NASA-TLX untuk analisis beban kerja mental, dan menggunakan data fisik karyawan untuk menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT) dan data denyut nadi yang dihitung menggunakan metode %CVL (Cardiovascular) untuk analisis beban kerja fisik. Hasil perhitungan beban kerja fisik yang dihitung menggunakan metode %CVL (Cardiovascular) dengan rata-rata beban kerja fisik karyawan yang diterima sebesar 31,62 termasuk dalam klasifikasi "Diperlukan Perbaikan". Nilai klasifikasi NASA-TLX nilai rata-rata WWL karyawan yang telah didapatkan adalah sebesar 81,48. Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata beban kerja mental yang diterima oleh karyawan masuk dalam kategori "Tinggi". Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode statistik regresi menggunakan software SPSS didapatkan nilai Sig. sebesar 0,441 yang menunjukkan bahwa antar kedua variabel yaitu beban kerja fisik tidak berpengaruh terhadap beban kerja mental. Begitu juga dengan berat badan ideal tidak mempengaruhi kondisi beban kerja mental yang diterima oleh masing-masing karyawan..

**Kata Kunci:** beban kerja mental, beban kerja fisik, target produksi

### PENDAHULUAN

PT. Woneel Midas Leathers melakukan pengurangan karyawan pada rantai produksinya, hal ini dilakukan untuk dapat meminimalisir biaya finansial perusahaan. Beban kerja yang meningkat menyebabkan karyawan yang masih bekerja pada lini produksi harus bekerja lebih ekstra hingga mengalami kesulitan dalam memproduksi barang yang overload. Adapun permintaan target penjualan dari pihak manajemen perencanaan meningkat menyebabkan operator produksi mengalami kesulitan dalam menyelesaikan pekerjaannya, jumlah tenaga kerja yang saat ini kurang memadai mempengaruhi beban kerja yang diterima pada karyawan produksi.

Adanya keluhan yang berasal dari karyawan pada bagian QC disebabkan oleh pekerjaan yang *overload* sehingga beban kerja fisik dan beban kerja mental yang diterima oleh karyawan meningkat. Hal tersebut dapat berdampak pada kesehatan dan kinerja karyawan yang melakukan pekerjaannya, dengan menurunnya kapasitas kerja tersebut dan tidak tercapainya output produksi yang sesuai target dan sesuai hasil yang diinginkan maka akan mempengaruhi produktivitas produk. Beban kerja fisik biasanya mengarah pada beban yang diterima pekerja dalam melakukan pekerjaan yang berkaitan dengan kondisi lingkungan dan kondisi fisiologisnya. Dapat dikatakan bahwa tingkat penerimaan beban kerja yang optimal dapat tercapai, jika tidak ada tekanan dan ketegangan yang diterima secara berlebihan dari segi fisik maupun mental. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar beban kerja yang diterima oleh karyawan pada perusahaan agar dapat dilakukan langkah penentuan solusi dari permasalahan tersebut.

Beban kerja adalah batasan dari kemampuan manusia dalam melakukan kegiatan rata-rata dari pekerjaan dalam waktu tertentu. Beban kerja didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara kapasitas atau kemampuan seseorang dalam menghadapi tekanan pekerjaan (Meshkati dalam Wulandari, 2017). Beban kerja meliputi beban kerja mental dan beban kerja fisik dengan tingkat beban yang berbeda-beda pada seseorang dalam menerimanya. Jika tekanan atau tuntutan pada saat bekerja didapatkan secara berlebih atau pembebanan yang diterima terlalu tinggi memungkinkan penggunaan energi yang berlebih juga dan dapat mengakibatkan kelelahan dan kejenuhan.

Menurut Winaya dalam Achyana (2016), dampak yang akan terjadi apabila beban kerja tidak sesuai dengan kapasitas kerja seseorang diantaranya:

- a. Turunnya kualitas kerja, dimana beban kerja yang terlalu berat dan tidak sesuai dengan kemampuan tenaga kerja, kelebihan beban kerja dapat mengakibatkan menurunnya kualitas kerja karena terjadi kelelahan fisik dan turunnya konsentrasi, pengawasan diri, akurasi kerja sehingga hasil kerja tidak sesuai dengan standar.
- b. Keluhan pelanggan, ditimbulkan karena hasil kerja ataupun pelayanan yang diterima oleh pelanggan tidak sesuai dengan yang diinginkan dan tidak memuaskan.
- c. Kenaikan tingkat absensi, hal ini dapat terjadi akibat dari besarnya beban kerja yang diterima oleh karyawan dapat menyebabkan penyakit kerja ataupun kelelahan kerja yang membuat buruknya kelancaran kerja karena tingkat absensi akan berpengaruh terhadap kinerja dan produktivitas perusahaan.

Secara garis besar, hal-hal yang berhubungan dengan beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik dari segi faktor eksternal maupun faktor internal. Pada saat bekerja seorang pekerja akan menerima beban kerja. Penentuan kapasitas kerja yang dapat dilakukan seseorang ditentukan dari berat atau ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang pekerja dalam melakukan aktivitas kerjanya. Dimana semakin berat beban kerja, maka akan semakin sedikit waktu seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti. Sebaliknya, jika beban kerjanya diberikan terlalu ringan maka akan menimbulkan kelelahan dan kejenuhan pada seorang pekerja. (Mutia, 2016).

Kata ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata dasar "Ergos" yang artinya kerja dan "Nomos" yang artinya hukum alam. Sehingga ergonomi juga diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang tubuh manusia dan lingkungan kerjanya yang ditinjau dari aspek anatomi, fisiologi, psikologi, teknik, manajemen dan perancangan. Ergonomi merupakan suatu usaha dalam bentuk studi ilmu, teknologi, dan seni untuk menyesuaikan alat, mesin, pekerjaan, system, organisasi, dan lingkungan dengan kemampuan yang ada pada manusia sehingga dapat tercapai keadaan yang aman, nyaman, sehat, efisien, dan produktif, dengan memanfaatkan tubuh manusia secara optimal. Untuk dapat mencapai kondisi yang diinginkan tersebut, maka peralatan dan lingkungan harus disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia (Wignjosoebroto dalam Simanjuntak, 2010).

Tujuan dari ergonomi adalah untuk mempelajari tentang batasan yang ada pada diri manusia dalam beraktivitas dengan lingkungan kerjanya baik secara fisik maupun psikis. Selain itu ergonomi juga dapat digunakan sebagai metode untuk mengetahui adanya kelelahan yang terjadi pada manusia dalam melakukan pekerjaannya dan juga dapat menghasilkan produk yang efektif dan efisien untuk digunakan. Menurut Tarwaka P. (2015), secara umum tujuan dari penerapan ergonomi sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, meningkatkan promosi dan kepuasan kerja.

- b. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengendalikan kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah produktif.
- c. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek teknis, ekonomis, dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

## TAHAPAN PENELITIAN

Adapun tahapan pengolahan data dimulai dari tahap observasi, pengumpulan data, uji validitas, uji reliabilitas data kuisioner menggunakan software SPSS. Langkah selanjutnya adalah menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT), menghitung beban kerja fisik menggunakan metode %CVL, menghitung beban kerja mental menggunakan metode NASA-TLX, menghitung pengaruh beban kerja fisik terhadap beban kerja mental karyawan.

National Aeronautics and Space Administration Task Load Index atau dikenal dengan metode NASA-TLX adalah suatu metode yang biasa digunakan dalam mengukur tingkat beban kerja mental pada pekerja menggunakan enam dimensi aspek penilaian beban kerja mental. Dalam Rizqiansyah (2017), Perhitungan beban kerja mental menggunakan NASA-TLX terdiri dari tiga bagian, yaitu:

- a. *Sources of Load (Weights)*, yaitu pemberian bobot.
- b. *Magnitude of Load (Ratings)*, yaitu pemberian rating.
- c. *Weighting and Averaging Procedure*, yaitu penghitungan rata-rata dari hasil pembobotan rating.

Tahapan selanjutnya adalah pembahasan, bertujuan untuk mengetahui hasil dan dari data kuisioner yang telah diolah dan dapat menentukan seberapa besar beban kerja fisik dan beban kerja mental yang diterima oleh karyawan, mengetahui bagaimana hubungan antara beban kerja fisik dan beban kerja mental karyawan, serta menentukan solusi perbaikan ergonomi yang tepat terhadap perbaikan beban kerja fisik dan beban kerja mental yang diterima oleh karyawan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode yang digunakan dalam menghitung beban kerja mental dan fisik adalah menggunakan NASA-TLX, yaitu metode yang digunakan untuk mengukur beban kerja mental secara subjektif terhadap responden dengan melihat nilai dari beberapa indikator yang paling dominan dirasakan responden selama melakukan pekerjaannya. Sedangkan dalam mengukur beban kerja fisik dilihat dari perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan perhitungan denyut nadi (%CVL) yang didapatkan langsung dari responden pada saat melakukan pekerjaannya. Berikut ini adalah pembahasan dari pengolahan data yang telah dilakukan dalam mengukur beban kerja fisik dan beban kerja mental karyawan.

### 1. Perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT)

Pengukuran antropometri dapat dilakukan dengan menilai dari postur tubuh ideal yang sesuai dengan standar normal. Pengukuran antropometri yang sering digunakan biasa disebut dengan Indeks Massa Tubuh dengan menghitung rasio antara berat badan (kg) dan tinggi badan (m) kuadrat (Kuswana, 2016). Rumus yang digunakan untuk menghitung IMT atau Body Mass Index (BMI) sebagai berikut:

$$IMT = \frac{BB \text{ (kg)}}{TB \times TB \text{ (m)}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: BB= Berat Badan  
TB= Tinggi Badan

Tabel 1. Kondisi Berat Badan Ideal (IMT)

Status Gizi	Body Mass Index (BMI)
Kurang	<18,5
Normal	18,5 - 22,9
Obesitas	23 - 30
Serius	30,01 - 40
Sangat Berbahaya	>40

Sumber: (Kuswana, 2016)

Batas ambang yang diperbolehkan sebesar 10%. Jika > 10% sudah kegemukan dan jika diatas  
40 Widuri Asih et al., Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Beban Kerja Mental Berbasis Ergonomi Terhadap Karyawan PT. Woneel Midas Leathers

20% sudah terjadi obesitas. Hasil perhitungan nilai IMT karyawan QC dengan total 40 karyawan dan seluruh responden berjenis kelamin perempuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan IMT dan Kategori Berat Badan Karyawan

No.	Usia Responden	Berat badan (kg)	Tinggi badan (meter)	IMT	Kategori
1.	19	39	1,58	15,62	Kurang
2.	23	50	1,46	23,46	Obesitas
3.	34	69	1,54	29,09	Obesitas
4.	18	55	1,6	21,48	Normal
5.	19	47	1,56	19,31	Normal
6.	22	50	1,62	19,05	Normal
7.	24	64	1,54	26,99	Obesitas
8.	21	44	1,51	19,30	Normal
9.	19	40	1,53	17,09	Kurang
10.	21	62	1,45	29,49	Obesitas
11.	22	41	1,55	17,07	Kurang
12.	18	55	1,55	22,89	Normal
13.	20	50	1,6	19,53	Normal
14.	19	53	1,53	22,64	Normal
15.	26	45	1,57	18,26	Kurang
16.	21	46	1,5	20,44	Normal
17.	24	65	1,55	27,06	Obesitas
18.	21	52	1,6	20,31	Normal
19.	23	45	1,5	20,00	Normal
20.	23	46	1,52	19,91	Normal
21.	24	51	1,5	22,67	Normal
22.	23	49	1,53	20,93	Normal
23.	32	58	1,58	23,23	Obesitas
24.	20	54	1,54	22,77	Normal
25.	20	50	1,6	19,53	Normal
26.	26	65	1,55	27,06	Obesitas
27.	20	54	1,59	21,36	Normal
28.	20	50	1,56	20,55	Normal
29.	21	49	1,56	20,13	Normal
30.	18	41	1,55	17,07	Kurang
31.	21	50	1,59	19,78	Normal
32.	18	43	1,5	19,11	Normal
33.	19	50	1,55	20,81	Normal
34.	23	58	1,63	21,83	Normal
35.	24	50	1,6	19,53	Normal
36.	20	43	1,53	18,37	Kurang
37.	18	50	1,55	20,81	Normal
38.	20	43	1,62	16,38	Kurang
39.	24	55	1,6	21,48	Normal
40.	22	60	1,62	22,86	Normal

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel diatas yang telah dilakukan terhadap 40 responden karyawan QC dalam melakukan pekerjaannya didapatkan hasil persentase beberapa kategori IMT karyawan yang menunjukkan bahwa terdapat 18% atau 8 responden yang memiliki IMT dengan kategori "Obesitas", sebesar 17% atau 7 responden yang memiliki IMT dengan kategori "Kurang", dan sebagian besar responden atau sebesar 65% atau 25 responden memiliki IMT dengan kategori "Normal". Perhitungan Indeks Massa Tubuh ini dilakukan untuk menganalisa apakah beban kerja yang diterima oleh karyawan terpengaruh dari faktor berat badan ideal seseorang dalam melakukan pekerjaannya. Nilai Indeks Massa Tubuh yang telah dihitung ini tidak memiliki pengaruh yang begitu besar terhadap beban kerja fisik dan beban kerja mental, dapat dilihat sebagai contoh pada responden ke-4 dimana nilai klasifikasi beban kerja fisik menggunakan %CVL menunjukkan hasil "tidak terjadi kelelahan" dengan nilai sebesar 22,97, untuk nilai klasifikasi IMT menunjukkan hasil "normal" dengan nilai sebesar 21,48. Sedangkan pada klasifikasi beban kerja mental NASA-TLX memiliki hasil skor WWL sebesar 81,33 dimana hasil WWL menunjukkan klasifikasi NASA-TLX "tinggi" dikarenakan nilai skor WWL > 80.

## 2. Perhitungan Beban Kerja Fisik Menggunakan %CVL (Denyut Nadi)

Perhitungan %CVL dilakukan untuk mengetahui klasifikasi beban kerja mental yang diterima oleh karyawan. Metode *Cardiovascular Strain* (CVL) merupakan suatu metode analisis beban kerja fisik dengan membandingkan hasil denyut nadi maksimal dengan denyut nadi kerja. Perhitungan *Cardiovascular Strain* (%CVL) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Max} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \dots\dots\dots (2)$$

Denyut nadi yang digunakan adalah Denyut Nadi Istirahat (DNI) yaitu denyut nadi pada saat sebelum bekerja dan Denyut Nadi Kerja (DNK) yaitu denyut nadi selama bekerja, ada pula Nadi Kerja (NK) yaitu selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja. Adapun perhitungan beban kerja fisik dilakukan dengan cara menghitung denyut nadi karyawan dengan metode 10 denyut. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Denyut Nadi} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \dots\dots\dots (3)$$

Untuk mendapatkan %CVL pengukuran denyut nadi menggunakan 10 denyut dan dilakukan sebanyak dua kali. Pengambilan DNI dilakukan pada saat sebelum karyawan memulai pekerjaannya. Sedangkan pengambilan DNK dilakukan pada saat karyawan mulai bekerja. Setelah mendapatkan nilai DNI dan DNK. Denyut nadi maksimal biasanya ditentukan dengan menggunakan rumus untuk pria = 220 – usia, sedangkan untuk wanita = 200 – usia. Berikut hasil rekapitulasi perhitungan nilai %CVL dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Nilai %CVL

No.	Usia	Waktu Denyut Nadi Istirahat	Denyut Nadi Istirahat	Waktu Denyut Nadi Kerja	Denyut Nadi Kerja	Denyut Max	Denyut Nadi	DN MAX-DNI	%CVL
1	19	9,22	65,08	5,52	108,70	201	43,62	135,92	32,09
2	23	9,25	64,86	6,02	99,67	197	34,80	132,14	26,34
3	34	9,31	64,45	5,45	110,09	186	45,64	121,55	37,55
4	18	8,41	71,34	5,92	101,35	202	30,01	130,66	22,97
5	19	9,41	63,76	6,13	97,88	201	34,12	137,24	24,86
6	22	8,38	71,60	6,02	99,67	198	28,07	126,40	22,21
7	24	8,49	70,67	5,49	109,29	196	38,62	125,33	30,81
8	21	8,70	68,97	4,45	134,83	199	65,87	130,03	50,65
9	19	9,10	65,93	6,1	98,36	201	32,43	135,07	24,01
10	21	8,49	70,67	4,59	130,72	199	60,05	128,33	46,79
11	22	9,50	63,16	5,35	112,15	198	48,99	134,84	36,33
12	18	9,20	65,22	6,04	99,34	202	34,12	136,78	24,94
13	20	9,15	65,57	6,05	99,17	200	33,60	134,43	24,99
14	19	8,45	71,01	5,97	100,50	201	29,50	129,99	22,69
15	26	8,70	68,97	6,1	98,36	194	29,40	125,03	23,51
16	21	9,44	63,56	5,5	109,09	199	45,53	135,44	33,62
17	24	8,56	70,09	6,71	89,42	196	19,33	125,91	15,35
18	21	9,21	65,15	6,8	88,24	199	23,09	133,85	17,25
19	23	9,34	64,24	5,9	101,69	197	37,46	132,76	28,21
20	23	9,22	65,08	6,49	92,45	197	27,37	131,92	20,75
21	24	8,43	71,17	6,25	96,00	196	24,83	124,83	19,89
22	23	8,58	69,93	5,88	102,04	197	32,11	127,07	25,27
23	32	9,11	65,86	5,54	108,30	188	42,44	122,14	34,75
24	20	9,27	64,72	6,23	96,31	200	31,58	135,28	23,35
25	20	8,57	70,01	5,44	110,29	200	40,28	129,99	30,99
26	26	8,68	69,12	4,7	127,66	194	58,54	124,88	46,87
27	20	9,24	64,94	5,56	107,91	200	42,98	135,06	31,82
28	20	9,67	62,05	6,32	94,94	200	32,89	137,95	23,84
29	21	9,59	62,57	5,32	112,78	199	50,22	136,43	36,81
30	18	8,72	68,81	5,33	112,57	202	43,76	133,19	32,86
31	21	9,23	65,01	4,55	131,87	199	66,86	133,99	49,90
32	18	8,66	69,28	5,32	112,78	202	43,50	132,72	32,78
33	19	9,13	65,72	4,73	126,85	201	61,13	135,28	45,19
34	23	8,70	68,97	4,48	133,93	197	64,96	128,03	50,74
35	24	9,14	65,65	4,79	125,26	196	59,62	130,35	45,73
36	20	9,42	63,69	5,69	105,45	200	41,75	136,31	30,63
37	18	9,28	64,66	6,01	99,83	202	35,18	137,34	25,61
38	20	9,36	64,10	5,43	110,50	200	46,39	135,90	34,14
39	24	9,19	65,29	4,66	128,76	196	63,47	130,71	48,55
40	22	8,36	71,77	5,53	108,50	198	36,73	126,23	29,10
<b>Nilai Rata-rata %CVL</b>									<b>31,62</b>

Perhitungan beban kerja fisik menggunakan %CVL bertujuan untuk menentukan klasifikasi beban kerja yang diterima oleh karyawan berdasarkan klasifikasi %CVL. Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung durasi denyut nadi dengan metode 10 denyut pada saat sebelum bekerja dan denyut nadi pada saat bekerja untuk mendapatkan %CVL. Hal ini dilakukan secara langsung terhadap masing-masing responden yang sedang melakukan pekerjaannya. Setelah mendapatkan perhitungan %CVL, Langkah selanjutnya adalah penentuan indeks klasifikasi beban kerja fisik yang didapatkan dari nilai atau indeks beban kerja fisik yang diterima oleh karyawan. Klasifikasi beban kerja fisik berdasarkan %CVL adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Klasifikasi Beban Kerja Fisik

Range (%)	Klasifikasi
<30	Tidak terjadi kelelahan
30 - < 60	Diperlukan Perbaikan
60 - < 80	Kerja dalam waktu yang singkat
80 - < 100	Diperlukan Tindakan segera
>100	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Sumber: Simanjuntak, (2011)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 3 yang telah dilakukan terhadap 40 responden karyawan QC dalam melakukan pekerjaannya didapatkan hasil %CVL dengan beberapa klasifikasi beban kerja fisik yang diterima oleh karyawan menunjukkan bahwa terdapat 53% atau 21 responden yang memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Diperlukan Perbaikan”, sebesar 47% atau 19 responden yang memiliki klasifikasi beban kerja fisik “Tidak Terjadi Kelelahan”. Hasil identifikasi beban kerja fisik menggunakan metode %CVL dengan menghitung denyut nadi menyatakan bahwa beban kerja fisik yang diterima oleh karyawan selama bekerja termasuk kedalam kategori “Sedang” hingga “Tinggi” karena hasil %CVL sebagian besar mengalami kelelahan pada saat bekerja.

### 3. Perhitungan Beban Kerja Mental Menggunakan NASA-TLX

Langkah-langkah pengukuran menggunakan metode NASA-TLX (Tarwaka P., 2015) yaitu:

- Menentukan nilai *Sources of Load*, hal ini dilakukan dengan cara menentukan pembobotan yang didapatkan dari hasil pemberian kuisioner kepada subjek yang berisi 15 indikator yang harus dipilih untuk mendapatkan *bobot* pada setiap indikator.
- Menghitung *Magnitude of Load*, dilakukan dengan cara pemberian *rating* terhadap enam indikator yang menjadi bobot dimensi yang telah tersedia kepada responden dan diminta untuk memberikan jawaban pada rentang skala yang telah ditentukan.
- Menghitung *Weighted Workload (WWL)*, dilakukan dengan menghitung *Weighting and Averaging Procedure*. Perhitungan ini didapatkan dengan mengalikan nilai *Weight* dengan nilai *Rating*. Dimana hasil perkalian tersebut dibagi 15 sesuai dengan jumlah indikator pada pembobotan.

Langkah selanjutnya setelah melakukan ketiga perhitungan diatas dilakukan kategorisasi beban kerja mental berdasarkan klasifikasi berikut:

Tabel 5. Klasifikasi Beban Kerja Mental

Kategori Beban Kerja Mental	Nilai Rata-rata WWL
Agak ringan	<50
Sedang	50 – 80
Berat	>80

Sumber: Hart & Staveland dalam Rizqiansyah (2017)

Setelah menghitung skor pembobotan dan nilai rating, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata *WWL (Weighted Workload)* atau nilai keseluruhan jumlah nilai dari hasil perkalian antara nilai bobot dan rating. Total perhitungan nilai *WWL* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai *WWL (Workload Weighted)*

Resp.	RATING						PEMBOBOTAN						WWL						SKOR
	MD	PD	TD	E	F	P	MD	PD	TD	E	F	P	MD	PD	TD	E	F	P	
1	80	100	90	90	90	90	0	2	3	2	3	3	0	200	270	180	270	270	79.33
2	100	100	100	100	100	100	3	1	2	2	2	1	300	100	200	200	200	100	73.33
3	90	100	80	90	100	90	3	1	1	2	3	2	270	100	80	180	300	180	74.00
4	100	100	80	100	80	100	0	1	1	3	3	5	0	100	80	300	240	500	81.33
5	100	100	100	100	100	100	2	0	2	2	3	3	200	0	200	200	300	300	80.00
6	90	80	80	90	100	100	3	1	2	2	1	4	270	80	160	180	100	400	79.33
7	100	100	100	100	90	100	2	0	1	2	4	3	200	0	100	200	360	300	77.33
8	100	90	90	90	100	90	3	1	5	0	2	1	300	90	450	0	200	90	75.33
9	90	90	90	90	100	90	3	1	2	1	3	2	270	90	180	90	300	180	74.00
10	100	90	90	90	100	90	1	1	3	3	1	4	100	90	270	270	100	360	79.33
11	100	100	100	100	90	100	1	1	2	3	2	4	100	100	200	300	180	400	85.33
12	100	100	100	100	100	100	2	0	5	2	1	2	200	0	500	200	100	200	80.00
13	100	100	100	100	90	100	3	1	1	3	1	3	300	100	100	300	90	300	79.33
14	100	100	100	100	100	100	2	1	3	2	2	2	200	100	300	200	200	200	80.00
15	100	100	100	100	90	100	2	2	1	2	3	2	200	200	100	200	270	200	78.00
16	100	100	100	100	100	100	1	1	1	2	4	3	100	100	100	200	400	300	80.00
17	100	100	100	100	90	100	4	2	2	1	2	2	400	200	200	100	180	200	85.33
18	100	100	100	100	90	100	3	1	2	3	1	3	300	100	200	300	90	300	86.00
19	100	100	100	100	100	100	3	1	3	1	2	3	300	100	300	100	200	300	86.67
20	100	100	100	100	100	100	1	1	4	2	3	2	100	100	400	200	300	200	86.67
21	100	100	100	100	90	100	4	1	3	1	2	2	400	100	300	100	180	200	85.33
22	100	100	100	100	100	100	2	2	2	1	4	2	200	200	200	100	400	200	86.67
23	100	100	100	100	90	100	2	0	4	1	3	2	200	0	400	100	270	200	78.00
24	100	100	100	100	100	100	4	1	2	1	3	2	400	100	200	100	300	200	86.67
25	100	100	100	100	100	100	4	2	0	3	1	3	400	200	0	300	100	300	86.67
26	100	100	100	100	100	100	3	1	2	3	1	3	300	100	200	300	100	300	86.67
27	100	100	100	100	100	100	2	2	3	2	2	1	200	200	300	200	200	100	80.00
28	100	100	100	100	100	100	4	0	3	2	2	1	400	0	300	200	200	100	80.00
29	100	100	100	100	100	100	1	2	3	3	2	2	100	200	300	300	200	200	86.67
30	100	100	100	100	100	100	3	2	4	1	1	2	300	200	400	100	100	200	86.67
31	100	100	100	100	100	100	1	1	3	3	2	3	100	100	300	300	200	300	86.67
32	100	100	100	100	100	100	3	2	2	1	2	2	300	200	200	100	200	200	80.00
33	100	100	100	100	90	100	4	1	0	2	3	2	400	100	0	200	270	200	78.00
34	80	100	100	100	100	100	3	1	3	1	2	2	240	100	300	100	200	200	76.00
35	100	100	100	100	100	100	2	2	1	3	2	3	200	200	100	300	200	300	86.67
36	100	100	100	100	100	100	2	2	1	1	4	2	200	200	100	100	400	200	80.00
37	90	100	90	100	100	100	1	1	5	1	1	3	90	100	450	100	100	300	76.00
38	100	100	100	100	100	100	2	1	3	3	1	2	200	100	300	300	100	200	80.00
39	100	100	90	100	100	80	1	0	4	2	2	4	100	0	360	200	200	320	78.67
40	100	100	100	100	100	100	3	1	2	1	3	4	300	100	200	100	300	400	93.33

Analisis menggunakan metode NASA-TLX ini bertujuan untuk menentukan seberapa besar beban kerja mental yang diterima oleh karyawan yang dilihat dari hasil skor nilai *Weighted Work Load (WWL)*. Dengan melakukan penyebaran kuisisioner NASA-TLX yang disebar kepada 40 responden untuk mendapatkan penilaian *rating* dan hasil pembobotan dari indikator-indikator pertanyaan yang ada dalam kuisisioner. Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan secara langsung ke lapangan, didapatkan jumlah responden karyawan QC di PT. Woneel Midas Leathers sebanyak 40 orang yang memiliki jenis kelamin wanita secara keseluruhan dan dengan rentang usia mulai dari 18 sampai 35 tahun.

Berdasarkan hasil pengolahan data kuisisioner yang telah dilakukan seperti pada Tabel 1.6 Perhitungan menggunakan metode NASA-TLX untuk menghitung nilai *Weighted Work Load (WWL)* didapatkan rata-rata nilai untuk 40 responden sebesar 81,48. Hasil persentase nilai

klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat 63% atau sebanyak 25 responden yang menerima beban kerja mental dalam klasifikasi “Berat”, sedangkan terdapat 37% atau 15 responden yang menerima beban kerja mental dalam klasifikasi “Sedang”.

Hasil rata-rata nilai *WWL* yang didapatkan menggambarkan kondisi beban kerja mental yang diterima oleh karyawan selama bekerja. Berdasarkan klasifikasi nilai rata-rata *WWL* dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kategori tinggi dengan skala skor >80, kategori sedang dengan skala skor 50-80 dan kategori sedang dengan skala skor <50. Berdasarkan nilai klasifikasi tersebut, nilai rata-rata *WWL* karyawan sebesar 81,48. Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata beban kerja mental yang diterima oleh karyawan masuk dalam kategori beban kerja mental yang terbilang cukup tinggi. Sesuai dengan klasifikasi NASA-TLX dimana nilai skor *WWL* diatas 80 masuk kedalam kategori “Berat”.

Beban kerja mental yang diterima oleh karyawan disebabkan oleh tuntutan pekerjaan yang melebihi batas maksimal (barang dari *sewing* yang *overload*) dari proses pengerjaan yang seharusnya dan tidak memadainya jumlah karyawan yang melakukan pengecekan pada bagian QC ini dikarenakan adanya pengurangan karyawan sebelumnya sehingga meningkatkan beban kerja yang diterima oleh karyawan yang masih bekerja di bagian QC tersebut sedangkan permintaan orderan meningkat.

#### 4. Perhitungan Beban Kerja Mental Menggunakan NASA-TLX

Setelah melakukan pengujian dan perhitungan terhadap beban kerja mental dan beban kerja fisik karyawan dengan hasil skor dapat dilihat pada Tabel 1.8, langkah selanjutnya adalah menentukan apakah beban kerja fisik memiliki pengaruh terhadap beban kerja mental karyawan dalam melakukan pekerjaannya. Perhitungan ini menggunakan metode statistik regresi dimana hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Hasil Perhitungan Beban Kerja Fisik dan Beban Kerja Mental

No.	Beban Kerja Fisik (%CVL)	Beban Kerja Mental (Nilai WWL)	No.	Beban Kerja Fisik (%CVL)	Beban Kerja Mental (Nilai WWL)
1	32,09	79,33	21	19,89	85,33
2	26,34	73,33	22	25,27	86,67
3	37,55	74,00	23	34,75	78,00
4	22,97	81,33	24	23,35	86,67
5	24,86	80,00	25	30,99	86,67
6	22,21	79,33	26	46,87	86,67
7	30,81	77,33	27	31,82	80,00
8	50,65	75,33	28	23,84	80,00
9	24,01	74,00	29	36,81	86,67
10	46,79	79,33	30	32,86	86,67
11	36,33	85,33	31	49,90	86,67
12	24,94	80,00	32	32,78	80,00
13	24,99	79,33	33	45,19	78,00
14	22,69	80,00	34	50,74	76,00
15	23,51	78,00	35	45,73	86,67
16	33,62	80,00	36	30,63	80,00
17	15,35	85,33	37	25,61	76,00
18	17,25	86,00	39	34,14	80,00
19	28,21	86,67	39	48,55	78,67
20	20,75	86,67	40	29,10	93,33

Perhitungan dilakukan menggunakan *software* SPSS dimana nilai R sebesar 0,125 yang artinya variabel beban kerja fisik berpengaruh terhadap beban kerja mental sebesar 0,125. Sedangkan R Square sebesar 0,16 yang berarti kontribusi yang diberikan dari variabel independen terhadap variabel dependen sebesar 16%. Untuk nilai regresi dapat dilihat pada kolom Sig. dengan nilai sebesar 0,441. Nilai signifikansi tersebut menunjukkan bahwa antar kedua variabel yaitu beban kerja fisik dan mental tidak memiliki pengaruh satu sama lainnya.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh hasil perhitungan beban kerja fisik yang dihitung menggunakan metode %CVL (*Cardiovascular*) dengan rata-rata beban kerja fisik karyawan yang diterima sebesar 31,62 termasuk dalam klasifikasi “Diperlukan Perbaikan” dimana nilai %CVL > 30. Dari penjelasan tersebut dapat ditentukan bahwa beban kerja fisik yang diterima



oleh karyawan cukup tinggi. Sedangkan untuk beban kerja mental yang diterima oleh karyawan dengan menghitung rata-rata nilai *WWL* dari 40 responden dimana nilai *WWL* > 80. Berdasarkan nilai klasifikasi NASA-TLX nilai rata-rata *WWL* karyawan yang telah didapatkan adalah sebesar 81,48. Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata beban kerja mental yang diterima oleh karyawan masuk dalam kategori beban kerja mental yang terbilang cukup tinggi. Sesuai dengan klasifikasi NASA-TLX dimana nilai skor *WWL* diatas 80 masuk kedalam kategori "Berat". Hasil tinggi rendahnya beban kerja fisik maupun beban kerja mental yang diterima oleh karyawan berpengaruh dari kondisi kerja, posisi pada saat bekerja, tuntutan pekerjaan yang tinggi, permintaan target yang tinggi, kurangnya jumlah pekerja pada bagian QC sehingga meningkatkan beban kerja karyawan yang masih bekerja di perusahaan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achyana, M. (2016). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Beban Kerja Room Attendant Di Grand Jatra Hotel Pekanbaru, 3(2), 1–12.
- Kuswana, W. S. (2016). Ergonomi dan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja). Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Mutia, M. (2016). Pengukuran Beban Kerja Fisiologis dan Psikologis pada Operator Pemetikan Teh dan Operator Produksi Teh Hijau di PT Mitra Kerinci. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 13(1), 503.
- Rizqiansyah, M. Z. A., Hanurawan, F., & Setiyowati, N. (2017). Hubungan Antara Beban Kerja Fisik Dan Beban Kerja Mental Berbasis Ergonomi Terhadap Tingkat Kejenuhan Kerja Pada Karyawan Pt Jasa Marga (Persero) Tbk Cabang Surabaya Gempol. *Jurnal Sains Psikologi*, 6(1), 37.
- Simanjuntak, R. A., & Situmorang, A. D. (2010). Analsis Pengaruh Shift Kerja Terhadap Beban Kerja Mental. *Jurnal Teknologi*, 3, 53–60.
- Tarwaka, P. (2015). *Ergonomi Industri (Cetakan. 2)*. Surakarta: Harapan Press.
- Wulandari, S. (2017). Analisis Beban Kerja Mental, Fisik serta Stres Kerja pada Perawat secara Ergonomidi RSUD Dr. Achmad Mochtar. *JOM Fekon*, 4(1), 954–966

---

## Perancangan Arsitektur Aplikasi Web Menggunakan Data Real Time Dari Google Form Berbasis File CSV

Joko Triyono<sup>1</sup>, Erfanti Fatkhiyah<sup>2</sup>, Haidar Ikram Ramadhan<sup>3</sup>, Nizar Izzuddin Yatim Fadlan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Rekasaya Sistem Komputer, Fakultas Sains Terapan, IST AKPRIND Yogyakarta

<sup>2,3,4</sup>Informatika, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

Email: [jack@akprind.ac.id](mailto:jack@akprind.ac.id)<sup>1</sup>, [erfanti@akprind.ac.id](mailto:erfanti@akprind.ac.id)<sup>2</sup>, [daihard.haidar@gmail.com](mailto:daihard.haidar@gmail.com)<sup>3</sup>, [fadlannizar@gmail.com](mailto:fadlannizar@gmail.com)<sup>4</sup>

---

### ABSTRACT

*The use of information technology is now so massive, that even reports on community activities have also used information technology. Online forms for reporting are widely used and very easy to create, with complete features. One of the products from Google is Google Forms. Starting from reservation, registration, data collection, reporting, and many activities of sending information and data can be done using this form online. The results of the data have also been presented in full, either in the form of sheets or graphic information, so that the manager or admin does not need to process it again. In the development of information needs, it turns out that the information needs from the google form are not only needed by managers or admins, but some parties need that information in real-time and do not have to log in as managers or admins, so technology is needed to distribute the data and information and processed or presented in a real-time reporting information system. In the google form, several tools have been provided such as Google APIs, Share to Sheet, CSV, etc. to share information with other parties. This study performs modeling in the design of web application architecture using real-time data from google forms based on CSV files and has been tested and produced an application model that can be pasted into other applications so that information from the google form can be conveyed without having to log in to the manager or admin of the google form.*

**Keywords:** APIs, CSV, Form, Real-Time, Sheet

### INTISARI

Pemanfaatan teknologi informasi saat ini sudah begitu masifnya, bahkan pelaporan-pelaporan kegiatan masyarakat juga sudah menggunakan teknologi informasi. Form-Form online untuk pelaporan banyak sekali digunakan dan sangat mudah dalam membuatnya, dengan fitur-fitur yang begitu lengkapnya. Salah satunya produk dari *google* yaitu *google form*. Mulai dari reservasi, pendaftaran, pendataan, pelaporan dan banyak kegiatan pengiriman informasi dan data bisa dilakukan menggunakan form ini secara online. Hasil datanya juga sudah tersaji secara lengkap baik berupa sheet ataupun informasi grafis, sehingga pengelola atau admin tidak perlu untuk mengolah lagi. Dalam perkembangan kebutuhan informasi, ternyata kebutuhan informasi dari *google form* tersebut tidak hanya dibutuhkan oleh pengelola atau admin saja, tetapi beberapa pihak membutuhkan informasi tersebut secara *real time* dan tidak harus login sebagai pengelola atau admin, sehingga dibutuhkan sebuah teknologi untuk mendistribusikan data dan informasi tersebut dan diolah atau disajikan dalam sebuah sistem informasi pelaporan yang *real time*. Dalam *google form* telah disediakan beberapa tools seperti *google APIs*, *Share to Sheet*, *CSV dll* untuk membagikan informasi kepada pihak lain. Penelitian ini melakukan pemodelan dalam perancangan arsitektur aplikasi web menggunakan data *real time* dari *google form* berbasis file CSV dan telah diujikan serta dihasilkan sebuah model aplikasi yang bisa ditempelkan kedalam aplikasi lain sehingga informasi dari *google form* bisa tersampaikan tanpa harus login ke pengelola atau admin *google form* tersebut.

**Kata Kunci:** APIs, CSV, Form, Real-Time, Sheet

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi informasi saat ini sudah begitu masifnya, bahkan pelaporan-pelaporan kegiatan masyarakat juga sudah menggunakan teknologi informasi. Form-Form online untuk pelaporan banyak sekali digunakan dan sangat mudah dalam membuatnya, dengan fitur-fitur yang begitu lengkapnya. Penggunaan form-form online ini secara umum telah masyarakat selayaknya medsos atau googling, tiap ada kegiatan yang memerlukan pendaftaran hampir semuanya menggunakan media ini.

Salah satunya produk dari google yaitu *google form*. Mulai dari reservasi, pendaftaran, pendataan, pelaporan dan banyak kegiatan pengiriman informasi dan data bisa dilakukan menggunakan form ini secara *online*. Hasil datanya juga sudah tersaji secara lengkap baik berupa sheet ataupun informasi grafis, sehingga pengelola atau admin tidak perlu untuk mengolah lagi. Cukup dengan masuk ke *google drive* dari account admin tersebut, maka semua data yang masuk akan bisa dilihat dengan mudah.

Dalam perkembangan kebutuhan informasi, ternyata kebutuhan informasi dari google form tersebut tidak hanya dibutuhkan oleh pengelola atau admin saja, tetapi beberapa pihak membutuhkan informasi tersebut secara real time dan tidak harus login sebagai pengelola atau admin, sehingga dibutuhkan sebuah teknologi untuk mendistribusikan data dan informasi tersebut dan diolah atau disajikan dalam sebuah modul sistem informasi pelaporan yang real time. Pada kenyataannya modul sistem informasi tersebut adalah merupakan bagian dari sebuah sistem informasi yang kompleks dan cukup besar. Sehingga pengunjung sistem informasi tersebut bisa melihat banyak informasi dalam sebuah halaman termasuk salah satunya yang tersusun dari berbagai modul sistem informasi yang disediakan.

Dalam *google form* telah disediakan beberapa tools seperti *google APIs*, *Share to Sheet*, *CSV* dll untuk membagikan informasi kepada pihak lain. Sehingga dengan cara-cara tertentu, data dari *google form* bisa di akses oleh pihak diluar *google form* dengan atau tanpa harus login ke *account google form* tersebut. Fasilitas ini sangat selaras dengan keberadaan *SSO (Single Sign Account)* dalam bidang penyajian informasi, dimana banyak platform dari berbagai penyedia informasi memberikan hak kepada pihak lain untuk bisa meng-*explore* data dan informasi untuk digunakan dalam sistem informasinya tanpa harus mengakses secara langsung ke penyedia informasi.

Dalam Sebuah penelitian oleh Triyono tentang (Triyono, Fatkhiyah, & Wicaksana, Perancangan Arsitektur Aplikasi Tersebar Berbasis File Text, 2021) disimpulkan bahwa pemanfaatan file teks untuk menampung data terdistribusi yang diambil dari sebuah *APIs* menjadi efektif dan efisien dalam penggunaan bandwidth serta respon time aplikasi menjadi lebih cepat selain itu, aplikasi yang menerapkan teknik ini bisa dijalankan tanpa harus selalu terkoneksi dengan sistem atau penyedia data utama, karena data sudah ada di file teks dimasing-masing sistem informasi.

Dalam sebuah penelitian lain juga oleh Joko Triyono dkk (Triyono & Haryani, Membangun Aplikasi Front End Web Dosen Berbasis Web APPML (Application Modeling Language), 2017) disimpulkan bahwa walaupun sistem informasi telah online selama 24jam dan bisa diakses dari mana saja selama ada koneksi internet tetapi akan menjadi tidak efektif dan efisien jika harus mengunjungi masing-masing sistem informasi yang ada untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. *APPML (Application Modeling Language)* sebagai sebuah metode atau teknik pemrograman berbasis *HTML5* memiliki kemampuan untuk mengambil data dari sumber data lain berupa data *JSON* statis maupun *JSON* yang diperoleh dari sebuah *service* dinamis aplikasi *server side*. Penelitian ini menghasilkan metode atau teknik dalam membangun *front end web* pribadi dosen dengan melakukan koleksi data dari berbagai sumber sistem informasi yang relevan, dengan menanamkan *service server* dan *service client* sebagai penghubung antar sistem. Sehingga diperoleh sebuah penyajian informasi pada sebuah web pribadi dosen tanpa harus mengunjungi sistem informasi yang ada.

Juga penelitian tentang aplikasi *web front end* dengan teknik *JSON* oleh Triyono, Haryani, & Farid AS, Membangun Aplikasi *Web Front End* dengan Teknik *JSON (Java Script Object Notation)* (Triyono, Haryani, & Farid AS, Membangun Aplikasi Web Front End dengan Teknik *JSON (Java Script Object Notation)*, 2018). disimpulkan bahwa *JSON (Java Script Object Notation)* merupakan salah satu teknik pengelolaan data yang akan merubah paradigma *DBMS (Database Management Systems)* dalam hal perancangan dan implementasi. Begitu juga dalam hal kecepatan proses, *JSON* menawarkan kecepatan yang sangat menggiurkan, dikombinasikan dengan *local storage* pada *HTML5*. Tentunya perkembangan tersebut akan juga berpengaruh terhadap kebutuhan akan informasi sehingga penambahan modul dan atau fasilitas-fasilitas dalam sistem informasi tentunya harus bisa dilakukan tanpa mengganggu keberadaan sistem informasi yang saat ini running. Sistem modular menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan sistem informasi,

dengan sistem modular menjadikan pengembang bisa bekerja secara paralel ditempat yang berbeda-beda pada saat yang bersamaan tanpa harus saling menunggu, pemakaian *database* secara bersama-sama sudah bukan masalah untuk saat ini. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah teknik dalam membangun web front end dengan menggunakan teknik *JSON* sebagai penyedia data dan diimplementasikan bersama *HTML5* dan *PHP*, dengan menanamkan pada *server side with database dan Server side on Client* sebagai penghubung antar sistem. Sehingga diperoleh sebuah penyajian informasi pada sebuah aplikasi web di bagian client tanpa melakukan koneksi ke *database* secara langsung. *Client* dibangun selain menggunakan yang berbasis *PHP/Web* juga bisa menggunakan aplikasi berbasis *Android*

Dalam penelitian yang berbeda Triyono (Triyono, Sistem Informasi Agroteknologi berbasis Web dan Jejaring Sosial Twitter, 2015), di peroleh hasil tentang pengembangan sebuah *prototype* sistem informasi yang di kombinasikan dengan jejaring sosial *twitter*, dimana jejaring *twitter* digunakan petani untuk melaporkan semua kegiatannya ke sistem informasi, dengan menggunakan fasilitas *APIs (Application Programming Language)* maka informasi yang masuk akan di kirimkan ke sistem informasi dengan menggunakan *account* dari *twitter* pengirim. Dengan metode ini secara teknologi dan biaya petani tidak mengalami kesulitan dalam melaporkan kegiatannya, sedangkan dari sisi investor akan bisa melihat perkembangan investasinya. Tentang kepuasan pengguna *website* (Evaluasi Kualitas Layanan E-Government Pemerintah Kota Yogyakarta Dengan Metode E-GovQual Modifikasi, 2016) . disimpulkan bahwa dari hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa dimensi *citizen support, content and appreance of information, reability, functionality of the interaction environment, trust, dan dimensi ease of use* berpengaruh terhadap kualitas layanan *e-government*. Kualitas layanan *e-government* berpengaruh terhadap kepuasan pengguna *website*, kualitas layanan *e-government* berpengaruh terhadap intensitas pengguna *website* dan kepuasan pengguna *website* berpengaruh terhadap intensitas penggunaan *website* Pemerintah Kota Yogyakarta. Dari beberapa penelitian yang telah ada di dapat disimpulkan bahwa metode pengiriman informasi tidak hanya menggunakan sebuah *WebSite*, tetapi bisa menggunakan berbagai aplikasi. *WebSite* akan digunakan sebagai tempat menampung informasi utama, sedangkan aplikasi lain digunakan sebagai tempat menyampaikan atau *notifikasi* ke user terdaftar maupun broadcast ke calon user.

Dalam sebuah buku dengan judul *JSON at Work (T, 2017) JavaScript Object Notation (JSON)* telah menjadi standar *de facto* untuk antarmuka *RESTful*, tetapi kelompok yang tidak banyak diketahui yaitu standar, alat, dan teknologi yang tersedia dapat mulai digunakan oleh perancang dan pengembang saat ini untuk membangun aplikasi yang dirancang dengan baik. *JSON* lebih dari sekedar pengganti sederhana untuk *XML* ketika anda melakukan panggilan *AJAX*. Ini menjadi tulang punggung dari pertukaran data yang serius melalui *internet*. Standar yang utama dan praktik terbaik dapat digunakan untuk memanfaatkan kemampuan dan keinginan menggunakan *JSON* untuk membangun aplikasi yang benar-benar elegan, berguna, dan efisien.

Google Formulir adalah perangkat lunak administrasi survei yang disertakan sebagai bagian dari rangkaian Penyunting Google Dokumen berbasis web gratis yang ditawarkan oleh Google. Formulir menampilkan semua fitur berbagi yang ditemukan di Dokumen, Spreadsheet, dan Slide. (Google, 2022), Dalam dokumen *CCPS Google (CCPS Google, 2022)* dijelaskan bahwa saat memublikasikan Spreadsheet ke web, siapa pun yang memiliki tautan dapat melihat dokumen tersebut, apa pun setelah Berbaginya. Misalnya, jika menerbitkan Lembar Pribadi ke web, siapa saja yang memiliki URL dapat mengakses dokumen tersebut meskipun ditandai sebagai Pribadi. Bagaimana ini mungkin? Saat Anda memublikasikan Spreadsheet ke web, versi halaman web terpisah dari Sheet tersebut akan dibuat. Yang asli masih dapat disetel ke Pribadi tetapi salinan halaman web tersedia untuk siapa saja yang memiliki URL. Dalam penelitian ini halaman data akan di publish ke web dengan format *CSV (comma-separated-values)*.

### File CSV

File *CSV* (nilai dipisahkan koma) adalah file teks yang memiliki format khusus yang memungkinkan data disimpan dalam format tabel terstruktur. (Support Google, 2022)

### File Get Contents

Digunakan untuk membaca file dan dimasukkan kedalam string pada PHP, (PHP Manual, 2022), `file_get_contents()` adalah cara yang lebih disukai untuk membaca konten file menjadi string. Ini akan menggunakan teknik pemetaan memori jika didukung oleh OS Anda untuk meningkatkan kinerja.

```
<?php
$homepage = file_get_contents("http://www.example.com/");
echo $homepage;
?>
```

### Parse String CSV

Perintah `str_getcsv` digunakan untuk parsing string CSV ke dalam *array associative* (PHP: `str_getcsv`, n.d.)

Deskripsi

```
str_getcsv(
    string $string,
    string $separator = ",",
    string $enclosure = "\"",
    string $escape = "\"")
): array
```

Mem-parsing input string untuk bidang dalam format CSV dan mengembalikan array yang berisi data yang bisa dibaca.

Catatan: Pengaturan lokal diperhitungkan oleh fungsi ini. Jika `LC_CTYPE` adalah mis. `en_US.UTF-8`, string dalam penyandian satu byte mungkin ada kesalahan pembacaan oleh fungsi ini. Contoh `str_getcsv()`

```
<?php
$string = 'PHP,Java,Python,Kotlin,Swift';
$data = str_getcsv($string);
var_dump($data);
?>
```

Output:

```
array(5) {
  [0]=>string(3) "PHP"
  [1]=>string(4) "Java"
  [2]=> string(6) "Python"
  [3]=>string(6) "Kotlin"
  [4]=>string(5) "Swift"
}
```

Format baris sebagai CSV dan tulis ke file yang terbuka:

```
<?php
$list = array (
    array("Peter", "Griffin", "Oslo", "Norway"),
    array("Glenn", "Quagmire", "Oslo", "Norway")
);
$file = fopen("contacts.csv", "w");
foreach ($list as $line) {
    fputcsv($file, $line);
}
fclose($file);
?>
```

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan pengujian sistem yang telah dilakukan sesuai dengan metodologi yang dipakai, sistem bisa berjalan lancar dan menampilkan informasi yang valid.

### 1. Transaksional menggunakan Google Form

Transaksional menggunakan *Google Form* yang digunakan untuk memasukkan data dari banyak pemakai. Gambar 1 menunjukkan tampilan *google form*.

**Pembangunan Cor Blok Kadipolo**

Digitalisasi Pelaporan kegiatan Pembangunan 0%, 25%, 50% dan 100% dari beberapa sudut yang tetap mengikuti aturan yang sudah ditetapkan.

lpmksdt@gmail.com [Switch account](#)

The name and photo associated with your Google account will be recorded when you upload files and submit this form. Your email is not part of your response.

\* Required

Pelapor \*

Choose

Titik Pengamatan \*

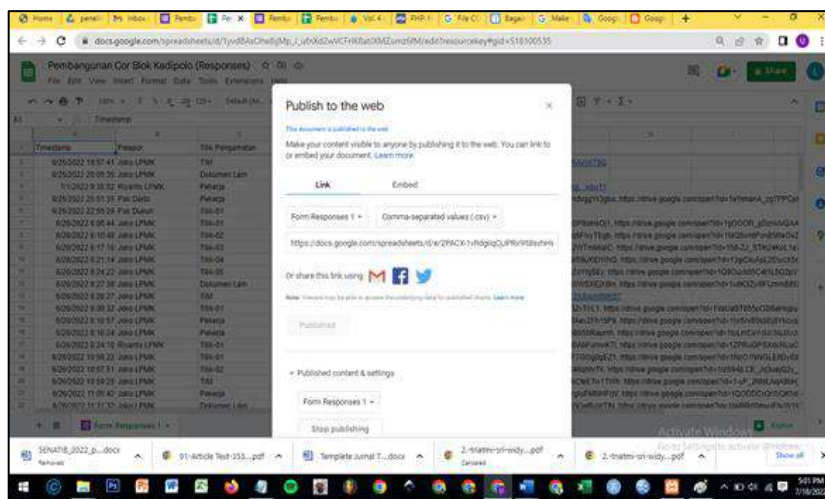
Choose

Keterangan

Gambar 1 Google Form

Gambar 2 menunjukkan tampilan sheet hasil transaksi *google form* yang akan di publish ke web dengan format CSV, sehingga dari publish tersebut diperoleh sebuah url yang akan bisa diakses oleh aplikasi lain/view aplikasi.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vRdgiqCjJPRx9It8svhHWV8--OgQOS2Zoc-j5voJKI10LgBWWkqVXRapDkyiHrVI2PP8LOdnjKNzrz/pub?gid=518100535&single=true&output=CSV>



Gambar 2 Publish Sheet to Web CSV

## 2. Mengakses File share menggunakan Browser.

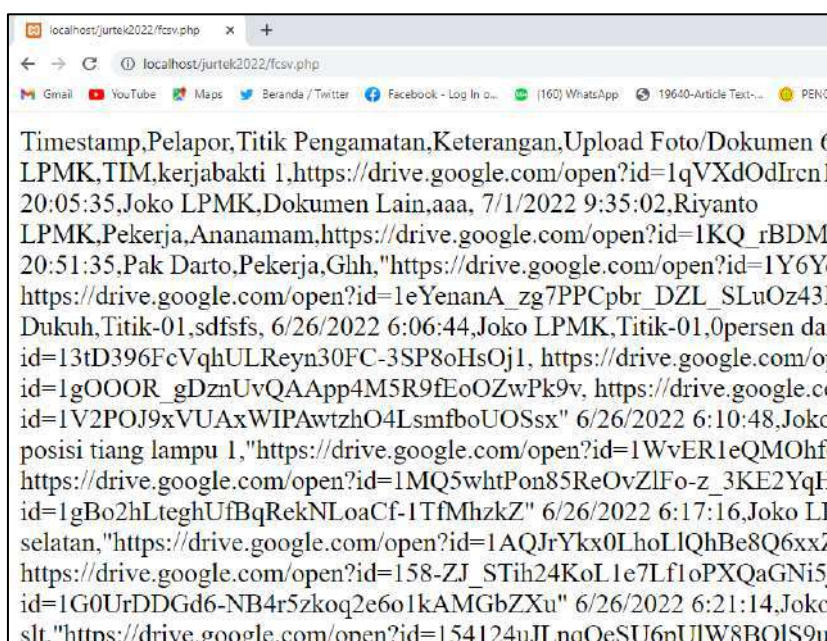
Dari URL ini, bisa diambil dan atau dilihat data dalam format CSV melalui browser ter-download menjadi sebuah file CSV berikut :

*Pembangunan Cor Blok Kadipolo (Responses) - Form Responses 1.csv.*

3. Mengakses File share CSV menggunakan PHP *file-get-content*

Dengan menggunakan aplikasi localhost tetapi komputer terhubung dengan internet, dengan script berikut akan didapatkan data seperti pada gambar 3.

```
<?php
$fcsv = file_get_contents
('https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vRdgiqCjJPRx9lt8svhHWV8—
OgQOS2Zoq-j5voJKI10LgBWWkqVXRapDkyiHrVI2PP8LOdnjKNzrz/pub?
gid=518100535&single=true&output=csv');
print_r($fcsv);
?>
```



Gambar 3 Hasil Uji *File-Get-Content*

Dari kedua pengujian tersebut, baik URL langsung diakses melalui browser maupun URL di akses menggunakan aplikasi PHP, keduanya berhasil mendapatkan data dari file CSV yang di share tanpa melalui login ke *google form*.

## 4. Aplikasi view informasi online

Aplikasi ini bisa diletakkan pada localhost maupun online, dengan syarat komputer yang digunakan memiliki koneksi internet, karena pengambilan data dari URL yang telah di share. Gambar 4 menunjukkan tampilan aplikasi view informasi.

Timestamp	Pelapor	Titik Pengamatan	Keterangan	Upload Foto/Dokumen
6/25/2022 19:57:41	Joko LPMK	TIIM	kerjabakti 1	<a href="https://drive.google.com/open?id=1qVXOdIren1dskwgNnDZ6zIRAVctIT9Q">https://drive.google.com/open?id=1qVXOdIren1dskwgNnDZ6zIRAVctIT9Q</a>
7/1/2022 9:35:02	Riyanto LPMK	Pekerja	Ananamam	<a href="https://drive.google.com/open?id=1KQ_rBDMr7zgsABYzJY_dJI-IgL_wpu1Y">https://drive.google.com/open?id=1KQ_rBDMr7zgsABYzJY_dJI-IgL_wpu1Y</a>
6/25/2022 20:51:35	Pak Darto	Pekerja	Kesibukan Pekerja	<a href="https://drive.google.com/open?id=1Y6Yqs8A2PwoXyyanEk0MnmmdvggYr3gbo">https://drive.google.com/open?id=1Y6Yqs8A2PwoXyyanEk0MnmmdvggYr3gbo</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=1eYenanA_zg7PPCpbr_DZL_SLuOz43RZY">https://drive.google.com/open?id=1eYenanA_zg7PPCpbr_DZL_SLuOz43RZY</a>
6/26/2022 6:06:44	Joko LPMK	Titik-01	Opersn dari selatan	<a href="https://drive.google.com/open?id=13tD396FcVqhULReyn30FC-3SP8oHsOj1">https://drive.google.com/open?id=13tD396FcVqhULReyn30FC-3SP8oHsOj1</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=1gOOOR_gDznUvQAApp4M5R9fEoOZwPk9v">https://drive.google.com/open?id=1gOOOR_gDznUvQAApp4M5R9fEoOZwPk9v</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=1V2POJ9xVUAxWIPAwzthO4LsmiboUOSsx">https://drive.google.com/open?id=1V2POJ9xVUAxWIPAwzthO4LsmiboUOSsx</a>
6/26/2022 6:10:48	Joko LPMK	Titik-02	Opersn dari selatan posisi tiang lampu 1	<a href="https://drive.google.com/open?id=1WvER1eQMOhf6YkKrEayTvq6FlvyTEgb">https://drive.google.com/open?id=1WvER1eQMOhf6YkKrEayTvq6FlvyTEgb</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=1MQ5whfPon85ReOvZiFo-z_3KE2YqH_lq">https://drive.google.com/open?id=1MQ5whfPon85ReOvZiFo-z_3KE2YqH_lq</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=1gBo2hLteghUfBqRekNLoaCF-1TfMhZkZ">https://drive.google.com/open?id=1gBo2hLteghUfBqRekNLoaCF-1TfMhZkZ</a>
6/26/2022 6:17:16	Joko LPMK	Titik-03	Opersn tiang kedua dr selatan	<a href="https://drive.google.com/open?id=1AQJrYkx0LhoL1QhBe8Q6xxZ2WtmMiaIC">https://drive.google.com/open?id=1AQJrYkx0LhoL1QhBe8Q6xxZ2WtmMiaIC</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=158-ZJ_STih24KoL1e7Lf1oPXQaGni5jL">https://drive.google.com/open?id=158-ZJ_STih24KoL1e7Lf1oPXQaGni5jL</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=1G0UrDDGd6-NB+r5zkoq2e6o1kAMGbZXu">https://drive.google.com/open?id=1G0UrDDGd6-NB+r5zkoq2e6o1kAMGbZXu</a>
6/26/2022 6:21:14	Joko LPMK	Titik-04	Opers dr slt	<a href="https://drive.google.com/open?id=154124uJLnqQeSU6pU1W8BQIS9uXiDWhQ">https://drive.google.com/open?id=154124uJLnqQeSU6pU1W8BQIS9uXiDWhQ</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=13giOmApL2ElucX5qdwpcRm8PNibY-hy">https://drive.google.com/open?id=13giOmApL2ElucX5qdwpcRm8PNibY-hy</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=137vn9tX3bibYpfbnbgR9QtXd2_UG-Iyh">https://drive.google.com/open?id=137vn9tX3bibYpfbnbgR9QtXd2_UG-Iyh</a>
6/26/2022	Joko	Titik-05	Opers dr utara	<a href="https://drive.google.com/open?id=15v1g4BstEsYVgsAUcI9sw3ctZoYrg5Ey">https://drive.google.com/open?id=15v1g4BstEsYVgsAUcI9sw3ctZoYrg5Ey</a> , <a href="https://drive.google.com/open?id=1Q9Ouxk05C4t1L5Q2pVO3gf-fWaQoPB0o">https://drive.google.com/open?id=1Q9Ouxk05C4t1L5Q2pVO3gf-fWaQoPB0o</a>

Gambar 4. Tampilan Aplikasi View Informasi

Proses pengambilan data csv dari FTP Server dilakukan menggunakan perintah `file_get_contents`, dengan alur sebagai berikut:

```

1. <?php
2. $fcsv = file_get_contents('https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-
   1vRdgiicJjPRx9lt8svhHWV8--OgQOS2Zoc-
   j5voJK110LgBWWkqVXRapDkyiHrVI2PP8LOdnj
   KNzrz/pub?gid=518100535&single=true&output=csv');
3. $data_row = str_getcsv($fcsv, "\n");
4. $table = "<h3>Rekaman Data</h3><table border=1>";
5. foreach($data_row as $data)
6. {
7. $db = str_getcsv($data, ',');
8. $table = $table . "<tr
   bgcolor=white><td>".$db[0]."</td><td>".$db[1]."</td><td>".$db[2]."</td> <td>".$db[3]."</td>
   <td>".$db[4]."</td>";
9. $table .= "</tr>";
10.}
11.$table = $table . "</table>";
12.echo $table;
13.??

```

Pada baris 2 adalah perintah untuk mengambil data dari alamat online hasil dari URL yang di share. Baris 3 proses memisahkan data per-record dimana `\n` adalah pembatas ENTER pada file CSV. Sedangkan pada baris 7 data per-record akan dikonversi menjadi sebuah array data. Array data inilah yang akan diolah untuk ditampilkan sebagai informasi.



## KESIMPULAN

Dari hasil implementasi dan pengujian model ini diperoleh kesimpulan bahwa data transaksi dari google form bisa di share dan akses oleh aplikasi lain dengan mempublish data sheet ke web dalam format file csv. Aplikasi localhost maupun online berbasis PHP bisa mengakses data atau URL yang telah di share, sehingga pemantauan atau pelaporan tidak harus masuk ke google form, tetapi cukup menjalankan aplikasi terpisah. Dengan metode ini, maka script untuk membaca dan atau menampilkan data hasil google form bisa dan sangat mungkin ditempatkan ke aplikasi-aplikasi lain, misalkan ke web induk.

## DAFTAR PUSTAKA

- CCPS Google. (2022, Juni 1). *Bagaimana cara memublikasikan Spreadsheet ke web (dan apa artinya)?* Retrieved from CCPS Going Google: <https://sites.google.com/a/ccpsnet.net/googletraining/faq/FAQ-Drive/how-do-i-publish-a-sheet-to-the-web-and-what-does-that-mean>
- Evaluasi Kualitas Layanan E-Government Pemerintah Kota Yogyakarta Dengan Metode E-GovQual Modifikasi. (2016). Surakarta: Simposium Nasional Ke-15 RAPI 2016.
- Google. (2022, Juni 1). *Google Formulir*. Retrieved from Wikipedia: [https://id.wikipedia.org/wiki/Google\\_Formulir](https://id.wikipedia.org/wiki/Google_Formulir)
- PHP Manual. (2022, Juni 1). *PHP: File Get Contents Manual*. Retrieved from PHP Documentation: <https://www.php.net/manual/en/function.file-get-contents.php>
- PHP: *str-getcsv*. (n.d.). Retrieved 06 10, 2022, from PHP: <https://www.php.net/manual/en/function.str-getcsv.php>
- Support Google. (2022, Juni 1). *File CSV*. Retrieved from Support Google: <https://support.google.com/google-ads/answer/9004364?hl=id>
- T, M. (2017). *JSON at Work*. Sebastopol: O'Reilly Media inc.
- Triyono, J. (2015). Sistem Informasi Agroteknologi berbasis Web dan Jejaring Sosial Twitter. Surakarta: Seminar Nasional IENACO.
- Triyono, J., & Haryani, P. (2017). Membangun Aplikasi Front End Web Dosen Berbasis Web APPML (Application Modeling Language). Surakarta: Simposium Nasional RAPI XVI – 2017 FT UMS.
- Triyono, J., Fatkhiyah, E., & Wicaksana, M. E. (2021). Perancangan Arsitektur Aplikasi Tersebar Berbasis File Text. *Seminar Multimedia & Artificial Intellegence (SMAI)* (pp. 132-140). Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Mecu Buana Yogyakarta.
- Triyono, J., Haryani, P., & Farid AS, M. (2018). Membangun Aplikasi Web Front End dengan Teknik JSON (Java Script Object Notation). Yogyakarta: Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST 2018).

---

## Implementasi *Radio Frequency Identification* (RFID) Untuk Kartu Pasien Berbasis Data Digital

Evrita Lusiana Utari<sup>1</sup>, Irawadi Buyung<sup>2</sup>, Agus Qomaruddin Munir<sup>3</sup>

<sup>12</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi Universitas Respati Yogyakarta

<sup>3</sup>Prodi Teknologi Informasi, Fakultas Sains & Teknologi Universitas Respati Yogyakarta  
email: [evrita\\_lusiana@yahoo.com](mailto:evrita_lusiana@yahoo.com)<sup>1</sup>, [buyungirawadi@gmail.com](mailto:buyungirawadi@gmail.com)<sup>2</sup>, [agusqmr@gmail.com](mailto:agusqmr@gmail.com)<sup>3</sup>

---

### ABSTRACT

*Today's technological developments have largely replaced conventional ones. One example is the RFID system. Patient Card is an identification in the form of patient data documents in conventional hospitals. Therefore, with this RFID system, it can contain a security control system both in terms of administration and information technology based on a database in the Hospital. The data is stored in the Patient Card based on digital data. Utilization of digital data-based patient cards to speed up patient services in the registration process during treatment, and reduce queue times when the data identification process is carried out by the patient registration department, as well as the efficiency of human resources. The process of designing tools by initializing the use of tool components. The data processing is carried out by Arduino Nano to read RFID and serial communication to communicate with Arduino UNO as a graphic LCD display. The Arduino Uno processor used detects the card. With the validation of the card, the patient can continue the examination process to the desired poly and exit in the form of a printed queue number according to the destination poly.*

**Keywords:** Digital Data, Patient Card, RFID

### INTISARI

Perkembangan teknologi saat ini telah banyak menggantikan konvensional. Salah satu contohnya adalah sistem RFID. Kartu Pasien merupakan suatu tanda pengenal yang berupa dokumen data pasien yang ada di Rumah Sakit yang masih konvensional. Oleh karena itu dengan sistem RFID ini dapat memuat sistem keamanan pengendalian baik dari sisi administrasi ataupun teknologi informasi dengan berbasis pada *database* di Rumah Sakit. Data tersimpan didalam Kartu Pasien berbasis data digital. Pemanfaatan kartu pasien berbasis data digital untuk mempercepat layanan pasien dalam proses pendaftaran saat berobat, dan mengurangi lama antrian ketika proses identifikasi data yang dilakukan oleh bagian pendaftaran pasien, juga efisiensi sumber daya manusia. Proses perancangan alat yang dengan inisialisasi penggunaan komponen alat. Proses pengolahan data dilakukan Arduino Nano untuk membaca RFID serta komunikasi serial untuk berkomunikasi dengan Arduino UNO sebagai penampil LCD grafik. Pengolah Arduino Uno yang digunakan mendeteksinya kartu. Dengan tervalidasinya kartu, pasien dapat meneruskan proses pemeriksaan ke Poli yang dikendaki dan keluran dalam bentuk cetak nomer antrian sesuai poli yang dituju.

**Kata kunci :** Data Digital, Kartu Pasien, RFID

### PENDAHULUAN

Teknologi yang berkembang saat ini menjadi salah satu aspek pendukung dari segala. Perkembangan teknologi meliputi perkembangan sistem kendali pada sistem presensi, kartu parkir, sistem akses pengaman pintu dan lain-lain. Dalam penggunaannya aplikasi teknologi menggunakan kartu menjadi salah satu alternatif untuk aplikasi kendali pada sistem pengaman baik pengamanan data ataupun pengamanan pintu.

Kartu Pasien merupakan salah satu tanda pengenal yang berupa dokumen data pasien di setiap Rumah Sakit. Data pasien biasanya tersimpan dalam sebuah computer dan berisi tentang riwayat dari kesehatan masing-masing pasien. Pada saat pasien melakukan perawatan dan pengobatan baik rawat jalan maupun rawat inap, data tersebut merekam semua dalam rekam medis pasien. Kebanyakan di rumah sakit pengambilan data masih secara manual. Sehingga membutuhkan waktu dan tenaga administratif. Dengan sistem konvensional dalam penyimpanan data ini memiliki kekurangan yaitu arsip yang kurang teratur dalam penyimpanan mengakibatkan arsip dapat rusak maupun hilang, membutuhkan waktu untuk proses pengambilan alatnya.

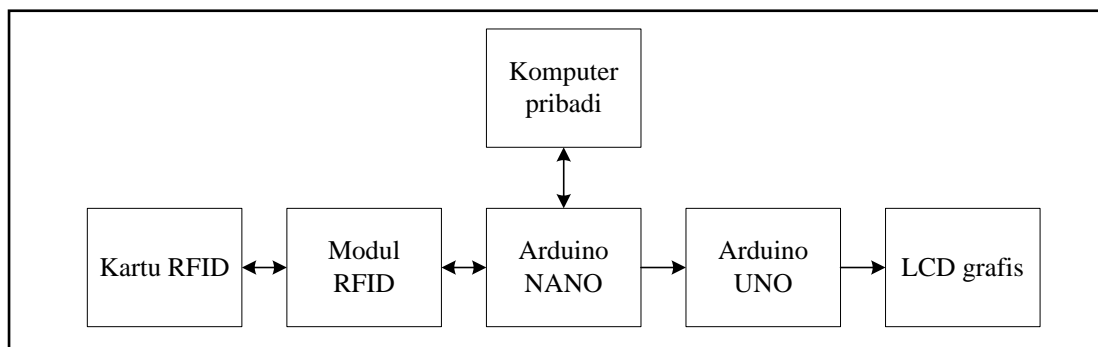
Untuk itu dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat menghemat waktu dalam proses pengambilan data pasien. Salah satunya adalah sebuah kartu pasien elektronik, yang mana kartu pasien elektronik ini nantinya dapat dimanfaatkan untuk akses pasien dalam berobat. Salah satu aplikasi yang pernah ada adalah E-KTP, yang berisi tentang data kependudukan yang memuat sistem keamanan/pengendalian baik dari sisi administrasi ataupun teknologi informasi dengan berbasis pada *database* kependudukan nasional. (Hutagalung, 2012). Salah satu pemanfaatan E-KTP untuk pelaksanaan pemilihan umum di Indonesia. Dengan pembahasan mengenai E-Vote telah dibahas di dalam karya ilmiah atau penelitian. Teknologi ini diharapkan memiliki kelebihan utama dalam hal kemudahan akses dan biaya yang jauh lebih murah dengan sarana E-KTP yang ada (Munir, 2014).

Tujuan dari penelitian mengimplementasikan teknologi RFID melalui kartu pasien berbasis data digital sebagai sarana dalam mempermudah dan mempercepat proses pengobatan dengan menggunakan *smart card* berbasis RFID seperti yang diaplikasikan pada Kartu Pasien berbasis data digital ini dapat berupa kartu identitas. Jenis kartu Elektronik ini juga dapat digunakan untuk kartu pengenalan yang diaplikasikan diberbagai bidang. Dalam penelitian ini dengan memanfaatkan sistem RFID pada melalui kartu pasien berbasis data digital dapat mempermudah akses pendaftaran pada pasien baik yang rawat jalan maupun rawat inap. Serta dapat meningkatkan efektifitas waktu dalam antri pendaftaran pasien. RFID adalah sebuah teknologi yang menggunakan frekuensi radio untuk mengidentifikasi suatu barang atau manusia, perkembangan *radio frequency identification* dimulai sejak tahun 1920.

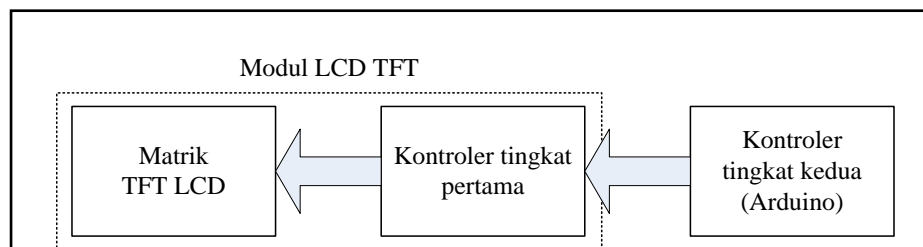
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan Rangkaian

Rangkaian terdiri atas dari beberapa blok bagian alat yang ditunjukkan seperti pada gambar 1. Kartu RFID akan dibaca atau ditulis oleh modul RFID. Proses pembacaan dan penulisan dikontrol oleh pengolah Arduino NANO melalui jalur SPI (Serial Peripheral Interface). Data nama dan alamat kartu diisikan pada interface program komputer. Data dikirimkan melalui komunikasi serial USB dari komputer ke Arduino NANO.



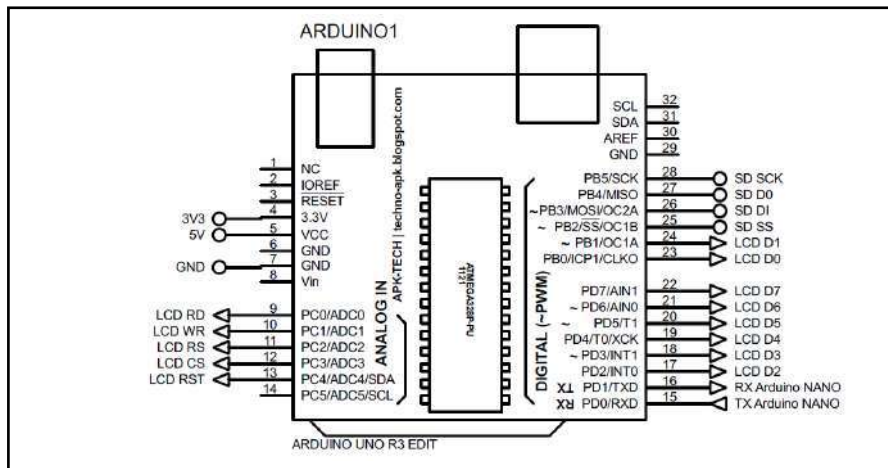
Gambar1. Diagram Blok Alat



Gambar 2. Tingkatan Pemakaian Kontroler

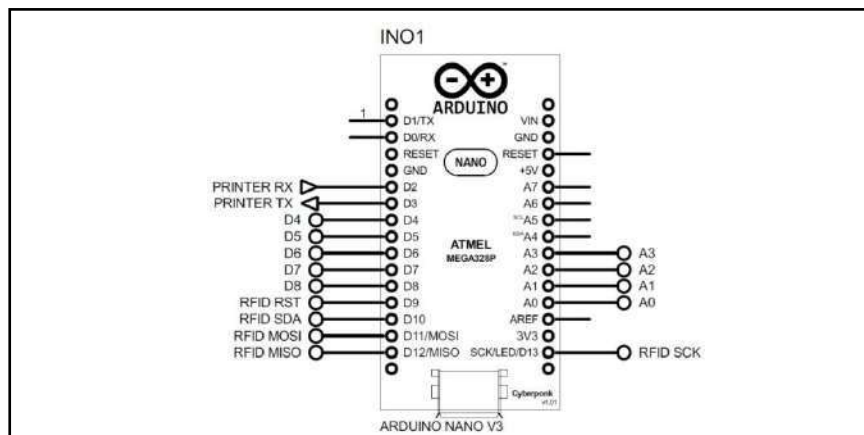
Kaki-kaki interface dari kontroler pertama terdiri dari delapan jalur data, lima jalur kendali dan empat jalur untuk penggunaan memori SD card. Jalur tegangan yang diperlukan 5 Volt, 3,3 Volt, dan ground. Semua kaki-kaki harus mendapat data dengan pola yang sudah diatur pada timing diagram LCD TFT. Dengan berkembangnya modul mikrokontroler Arduino® yang bersifat open source, terdapat banyak pengembang yang memanfaatkan Arduino untuk berbagai macam aplikasi, termasuk sebagai kontroler dari LCD TFT. Kemudian muncul aplikasi Arduino sebagai kontroler

kedua (shield) untuk menggunakan LCD TFT, yang telah tersedia lengkap dengan library yang dapat dimanfaatkan secara bebas. Arduino tersedia dalam berbagai seri, diantaranya Arduino NANO, Arduino UNO dan Arduino MEGA. Arduino NANO dan Arduino UNO dapat digunakan sebagai shield, namun praktis fungsi lain menjadi terbatas, karena kaki yang tersisa hanya 3, yaitu pin D0, D1 dan A5. Jika fungsi memori SD card dihilangkan sisa kaki menjadi cukup banyak. Jika menggunakan Arduino MEGA maka lebih banyak kaki yang tersisa dilihat pada gambar 3.



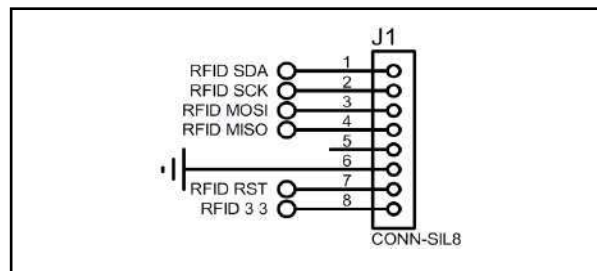
Gambar 3. Hubungan Kaki-Kaki Arduino UNO

Shield LCD TFT dibentuk dengan menarik semua kaki-kaki LCD menggunakan header, sehingga untuk menggunakan kaki-kaki Arduino yang tersisa harus dilakukan modifikasi hardware terhadap Arduino. Walaupun proses-proses lain masih bisa ditangani Arduino disamping sebagai shield, namun jumlah sisa kaki yang terbatas menjadi sulit untuk menambahkan proses lain pada Arduino UNO. Disamping itu beban proses sebagai shield juga cukup berat, karena proses tampilan LCD grafis tidak sesederhana LCD karakter. Untuk pertimbangan efisiensi, maka Arduino UNO hanya digunakan sebagai shield sedangkan proses lain digunakan melalui perangkat lain. Diperlukan jalur interface untuk menghadapkan Arduino UNO dengan perangkat lain, pilihannya hanya ada pada jalur interface komunikasi serial (Tx dan Rx). Perangkat lain yang digunakan untuk menangani proses pembacaan RFID dan komunikasi ke perangkat pencetak adalah Arduino NANO. Data yang ditampilkan ke LCD dikirimkan secara serial ke shield Arduino UNO dapat dilihat pada gambar 4.



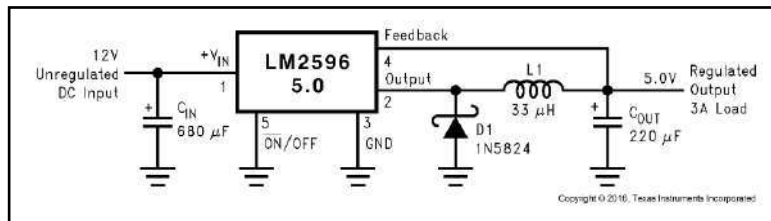
Gambar 4. Hubungan Kaki-Kaki Arduino NANO

Pengembang *open source* Arduino juga telah memberikan aplikasi Arduino untuk RFID, salah satunya dengan interface komunikasi serial SPI (MISO-MOSI). Dengan demikian untuk menggunakan RFID jenis ini harus dialokasikan kaki-kaki MISO, MOSI dan SCK. Library untuk *interface* juga tersedia. Untuk penggunaan printer serial dapat digunakan melalui jalur lain, selain default serial kaki D0 dan D1. Dalam hal ini digunakan fungsierial tambahan yang telah dapat dimungkinkan melalui pengembang software Arduino ditunjukkan pada gambar 5.



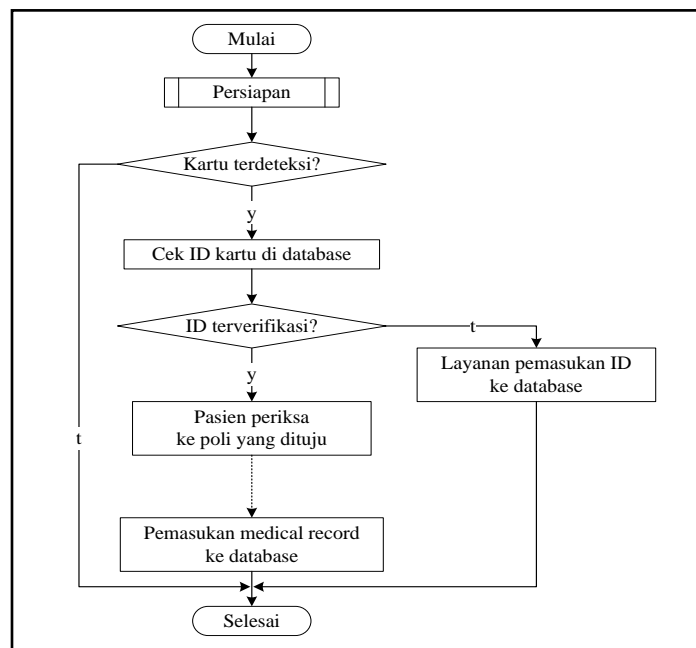
Gambar 5. Konektor RFID

Keperluan catu daya dapat ditangani menggunakan penyearahan AC-DC atau menggunakan sumber daya baterai. Untuk menggunakan penyearahan AC-DC diperlukan rangkaian penyearah dan filter kapasitor. Selanjutnya untuk penetapan tegangan 5 Volt digunakan tangkaian DC to DC yang menggunakan LM2596. IC ini mampu dibebani hingga, yang berarti cukup untuk mensuplai Arduino UNO, Arduino NANO ditunjukkan pada gambar 6.



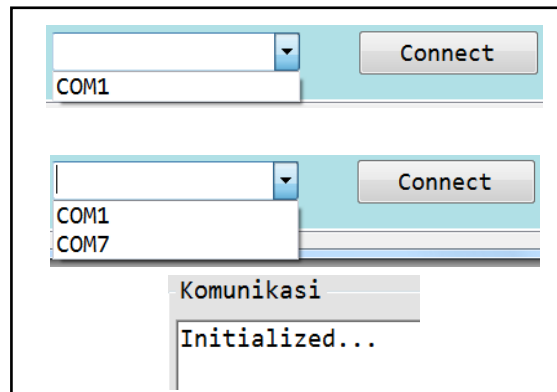
Gambar 6. Rangkaian Regulator

Adapun alur penelitian diilustrasikan pada gambar 7. Proses awal adalah inisialisasi untuk menetapkan penggunaan fasilitas-fasilitas dari komponen alat Adapun fasliitas yang digunakan adalah fasilitas pengolah Arduino Nano yang digunakan adalah I/O dan komunikasi SPI untuk membaca RFID serta komunikasi serial untuk berkomunikasi dengan Arduino UNO sebagai penampil LCD grafik. Selanjutnya alat menunggu terdeteksinya kartu RFID setelah data kartu terverifikasi pasien dapat meneruskan proses pemeriksaan ke Poli yang dikendaki. Dan apabila kartu yang tidak terverifikasi harus didata ulang untuk menerbitkan pendataan. Setelah selesai pemeriksaan, catatan penting pemeriksaan dimasukkan ke database.



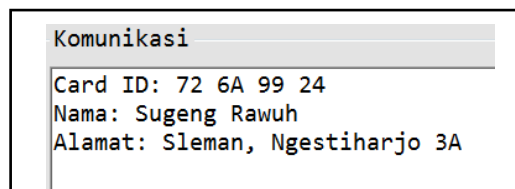
Gambar 7. Diagram Alir Alat

Pengujian koneksi data dilakukan dengan menghubungkan alat ke komputer melalui jalur USB. Selanjutnya, melalui *ComboBox* COM diamati COM yang aktif setelah alat dihubungkan. COM yang aktif dipilih, kemudian ditekan tombol *Connect*. Jika koneksi berhasil akan tampil tulisan pada jendela *RichTextBox* komunikasi ditunjukkan pada gambar 8.



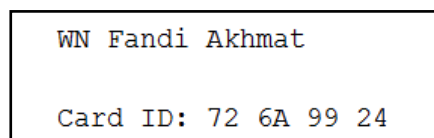
Gambar 8. Koneksi Data

Pengujian pendataan indentifikasi kartu dilakukan dengan menempelkan kartu pada penerima RFID. Identitas kartu akan tampil di jendela *RichTextBox* komunikasi. Sebelum diisi data baru, data default kartu adalah FFh. Sedangkan ID kartu memiliki data yang spesifik dilihat pada gambar 9.



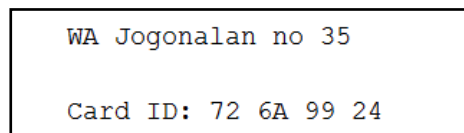
Gambar 9. Pembacaan Kartu

Pengujian pengisian identitas kartu dilakukan dengan menempelkan kartu pada penerima RFID. Identitas nama dan alamat kartu yang tampil diganti dengan nama dan alamat yang diisikan pada *RichTextBox* nama dan alamat. Setelah ditekan tombol *Entri* maka nama yang baru dituliskan ke kartu RFID dan langsung dibaca lewat jendela komunikasi dapat dilihat pada gambar 10.



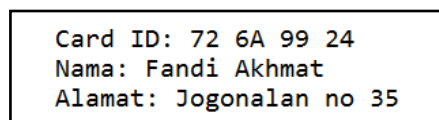
Gambar 10. Pengisian Data Nama

Pengisian alamat dan selanjutnya penekanan tombol *Entri* untuk memasukkan data digital yang diinginkan dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pengisian Data Alamat

Pembacaan kartu selanjutnya akan menampilkan data terkait identitas dari pasien terlihat pada gambar 12.



Gambar 12. Pembacaan Setelah Penggantian

## KESIMPULAN

Pemanfaatan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) melalui kartu pasien berbasis data digital sebagai sarana untuk pendaftaran pasien telah dilakukan. Untuk sistem pendaftaran pasien dengan menggunakan kartu RFID, pasien dapat mengakses sendiri perangkat untuk mendapatkan nomor antrian sesuai dengan poliklinik yang dituju dengan meletakkan kartu pasien pada alat. Dengan syarat, pasien harus sudah memiliki kartu akses/kartu pasien di rumah sakit tersebut. Perangkat tersebut berupa perangkat hardware meliputi LCD touchscreen untuk mengakses perangkat, mikrokontroler sebagai pengendali, RFID sebagai kartu penyimpanan data pasien, dan printer sebagai keluaran berupa kertas antrian. Proses perancangan alat yang dimulai dengan inisialisasi untuk menetapkan penggunaan fasilitas-fasilitas dari komponen alat. Fasilitas pengolah Arduino Nano yang digunakan adalah I/O dan komunikasi SPI untuk membaca RFID serta komunikasi serial untuk berkomunikasi dengan Arduino UNO sebagai penampil LCD grafik. Fasilitas pengolah Arduino Uno yang digunakan adalah komunikasi serial dan I/O. Alat menunggu terdeteksinya kartu RFID. Terdeteksinya kartu membawa proses pada pembacaan ID kartu. Dengan terverifikasinya kartu, pasien dapat meneruskan proses pemeriksaan ke Poli yang dikendaki. Kartu yang tidak terverifikasi harus didata ulang untuk menertibkan pendataan. Setelah selesai pemeriksaan, catatan penting pemeriksaan dimasukkan ke database.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alief Ridwan, Darjat and Sudjadi (2014). Pemanfaatan Teknologi RFID Melalui Kartu Identitas Dosen Pada Prototipe Sistem Ruang Kelas Cerdas, *Jurnal Transmisi*, 16,page 63-68
- Bannister, F. and Connolly, R. (2007). A Risk Assessment Framework for Electronic Voting, *International Journal of Technology, Policy and Management*, Vol. 7 No. 2, pp. 190-208.
- Ch. Naveed Zafar dan Anthony Pilkjaer. (2007). E Voting in Pakistan, Master Thesis, Lulea University of Technology, Pakistan.
- Everett, S. P., Greene K. K., Byrne, M. D., Wallach, D. S., Derr, K., Sandler, D., dan Torous. (2008). Electronic Machines versus Traditional Methodes : Improved Preference, Similar Performance, *Proceedings Measuring, Business and Voting*, pp. 883-892.
- Hutagalung M.K. (2012). Perancangan Perangkat E-Voting Berbasis E-KTP, *Jurnal Saintikom*, STMIK Triguna Dharma, Medan.
- Kurniawan R. I dan Sujianto. (2013). Efektivitas Implementasi Program e-KTP, *Jurnal Administrasi Pembangunan*, Volume 1, Nomor 2, Maret 2013, hlm. 101-218.
- Lukman M.P and Angriani Husni. (2018). Implementasi Teknologi RFID Pada Sistem Antrian Rekam Medis Pasien di Rumah Sakit, *Jurnal Ilmiah* Volume 10 Nomor 1, ISSN 2087-1716.
- Munir, Agus Qomaruddin.EL Utari, (2016). Pemanfaatan E-KTP Untuk Proses Pemungutan Suara Pemilihan Umum diIndonesia Menggunakan Sistem E-Vote, *Seminar Nasional Teknomedia STMIK Amikom Yogyakarta*, page 241.
- EL Utari, (2016), Analisa Perancangan Alat Simulator Gelombang QRS Sebagai Pengenalan Pola Gelombang Elektrokardiograf, *Jurnal Teknoin* 22 (1) ,190-201.

## Pengaruh Waktu Proses dan Ukuran Bahan terhadap Efektivitas Proses Maserasi Daun *Strobilantes Cusia*

Murni Yuniwati<sup>1</sup>, Wanda Pratiwi<sup>2</sup>, Bambang Kusmartono<sup>3</sup>, Sri Sunarsih<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: [murni@akprind.ac.id](mailto:murni@akprind.ac.id)

### ABSTRACT

*Strobilanthes cusia* is a herbaceous shrub that is a source of blue dye, grows well above an altitude of 1000 m. This plant is very easy to breed, and for the purposes of making this plant dye, it can be harvested every 3 months. The use of *strobilantes cusia* leaves as natural dyes has been managed by UMK Shibiru in the Ngadirejo area, Temanggung. The results in the form of pasta have been marketed to various regions and even abroad. Some of the products are directly used to dye fabrics to serve the needs of batik in various regions. The raw materials in the form of leaves and twigs are macerated using water, within three days. The effectiveness of the process can still be improved by examining the factors that influence the effectiveness of the maceration process. In this study, it was studied how the effect of material size and time on the effectiveness of the maceration process. The results showed that the smaller the size of the material and the greater the time used, the results obtained will be better, which was indicated by the intensity of the color of the extract produced. By using a UV-Vish Spectrophotometer, two colors were detected in the extract solution, namely blue with a wavelength of 409 nm and red with a wavelength of 678 nm. However, from further observations by observing the absorbance, it can be seen that the red content is smaller than the blue color. The best result in this study was the maceration process using a leaf size of 0.5 cm and a maceration time of 3 days. Under these conditions, maceration results were obtained with an absorbance value of 24,295 for the blue color with a wavelength of 409 and an absorbance value of 12,150 nm for the red color with a wavelength of 678 nm.

**Keywords:** maceration, sibiru, *strobilantes cusia*.

### INTISARI

*Strobilanthes cusia* merupakan tumbuhan semak herbal yang merupakan sumber pewarna biru, tumbuh baik di atas ketinggian 1000 m. Tanaman ini sangat mudah untuk dikembangbiakkan, dan untuk keperluan pembuatan pewarna tanaman ini dapat dipanen 3 bulan sekali. Pemanfaatan daun *strobilantes cusia* menjadi pewarna alami sudah dikelola oleh UMK Shibiru di daerah Ngadirejo, Temanggung. Hasil berupa pasta sudah dipasarkan ke berbagai daerah bahkan sampai ke luar negeri. Sebagian produk langsung dimanfaatkan untuk mewarnai kain untuk melayani kebutuhan pembatik di berbagai daerah. Bahan baku berupa daun beserta rantingnya dimaserasi menggunakan air, dalam waktu tiga hari. Proses tersebut masih bisa ditingkatkan efektivitasnya dengan meneliti faktor faktor yang berpengaruh terhadap efektivitas proses maserasi. Dalam penelitian ini dipelajari bagaimana pengaruh ukuran bahan dan waktu terhadap efektivitas proses maserasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran bahan dan semakin besar waktu yang digunakan, hasil yang diperoleh akan semakin baik, yang ditandai dengan intensitas warna ekstrak yang dihasilkan. Dengan menggunakan Spektrophotometer UV-Vish terdeteksi ada dua warna yang terdapat dalam larutan ekstrak yaitu warna biru dengan panjang gelombang 409 nm dan warna merah dengan panjang gelombang 678 nm. Namun dari hasil pengamatan lebih lanjut dengan mengamati absorbansinya dapat dilihat bahwa kandungan warna merah lebih kecil dari pada warna biru. Hasil terbaik dalam penelitian ini adalah proses maserasi dengan menggunakan ukuran daun 0,5 cm dan waktu maserasi 3 hari. Dengan kondisi tersebut diperoleh hasil maserasi dengan nilai absorbansi 24,295 untuk warna biru dengan panjang gelombang 409 dan nilai absorbansi 12,150 nm untuk warna merah dengan panjang gelombang 678 nm.

**Kata kunci:** maserasi, sibiru, *strobilantes cusia*.

### PENDAHULUAN

*Strobilanthes cusia* merupakan tumbuhan semak herbal yang memiliki tinggi 50 – 150 cm. Tumbuhan ini memiliki habitat di daerah perbukitan dengan ketinggian ±1000 m diatas permukaan laut dan biasanya dijumpai diantara pepohonan yang memiliki kelembapan optimal. Tumbuhan ini



juga dapat hidup di tempat terbuka, namun akan mengalami pertumbuhan yang tidak baik pada daerah dengan intensitas cahaya hanya  $\pm 15\%$ . Tanaman ini merupakan sumber pewarna biru alami yang belum banyak dikenal di Indonesia, namun di China dan India, pernah dikembangkan dengan skala yang besar untuk memenuhi permintaan pewarna alami. Tanaman *strobilantes cusia* yang dikembangkan di daerah Ngadirejo Temanggung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Strobilanthes Cusia

Tanaman *Strobilanthes cusia* sangat mudah untuk dibudidayakan. Perkembangbiakan dapat dilakukan secara vegetative, dengan perawatan yang baik dan teratur keberhasilan dapat mencapai lebih dari 90 %. Daun *Strobilanthes cusia* dapat dipanen 3 bulan sekali untuk diambil daunnya sebagai bahan dasar pewarna biru alami. Setelah pemanenan, tanaman *Strobilanthes cusia* akan segera tumbuh kembali dengan cukup baik karena telah memiliki sistem perakaran yang telah mantap. Biasanya tanaman *Strobilanthes cusia* yang telah dipanen, daun-daun akan dipisahkan dari batang-batang yang telah mengeras, dan batang-batang ini kemudian digunakan sebagai bahan tanaman baru melalui stek batang.

Saat ini tanaman *Strobilanthes cusia* dibudidayakan juga di Indonesia, antara lain di daerah kecamatan Ngadirejo, kabupaten Temanggung. Tumbuhan ini ditanam sebagai tanaman tumpang sari yang hidup sangat subur di antara pohon-pohon kopi di daerah tersebut. Daun *strobilantes cusia* ini dimanfaatkan sebagai bahan baku pewarna alami oleh UMK Shibiru di daerah tersebut. Pada Proses pembuatan pewarna daun *strobilantes cusia* diekstrak/dimaserasi menggunakan air dengan waktu 3 hari sehingga diperoleh ekstrak pewarna alami yang diproses lebih lanjut hingga diperoleh pewarna dalam bentuk pasta untuk dipasarkan ke beberapa daerah di Indonesia bahkan ke luar negeri. Pewarna alami ini biasa digunakan untuk mewarnai kain dengan cara pencelupan kain ke dalam larutan pewarna yang dicampur dengan reduktor. Jasa pencelupan dengan pewarna alami ini melayani pemesanan pewarnaan kain dari berbagai daerah. Kain yang diwarnai bisa berupa kain polos atau kain yang sudah dirancang sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil berupa kain dengan motif yang diinginkan. Produk pasta di UMK Shibiru ditunjukkan pada gambar 2 dan proses pewarnaan kain ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 2. Pewarna Alami



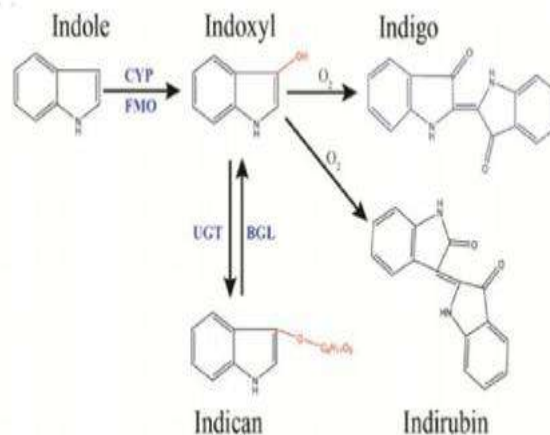
Gambar 3. Proses pewarnaan kain

Permasalahan yang ada di UMK Shibiru adalah bahwa proses ekstraksi dilakukan dengan bahan baku berupa daun dan ranting yang utuh dengan waktu 3 hari, tanpa mengetahui efektivitas proses tersebut. Dalam penelitian ini dipelajari faktor yang berpengaruh terhadap efektivitas proses tersebut yaitu ukuran daun dan waktu ekstraksi. Daun dicacah dengan berbagai ukuran, kemudian dipelajari bagaimana pengaruh ukuran daun serta waktu maserasi terhadap hasil yang diperoleh dan dicari ukuran dan waktu yang paling optimal untuk proses ekstraksi tersebut.

Menurut Chairunnisa et al. (2019) semakin kecil ukuran partikel, maka pelarut akan lebih mudah berdifusi ke dalam jaringan bahan sehingga proses penarikan senyawa dari bahan lebih efektif. Ukuran partikel dan lama maserasi terbukti memiliki pengaruh terhadap hasil ekstraksi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Sembiring et al. (2006) mengenai pengaruh ukuran partikel dan lama maserasi pada ekstraksi temulawak. Penelitian tersebut menghasilkan nilai rendemen tertinggi pada ukuran partikel bahan 60 mesh dan lama maserasi selama 6 jam.

Pada penelitian ini, dipelajari pengaruh faktor ukuran bahan dan waktu maserasi. Pada faktor lama maserasi, semakin lama maserasi, maka semakin lama waktu kontak antara pelarut dan bahan terlarut sehingga perolehan ekstrak akan semakin besar (Treybal, 1980). Pada faktor ukuran bahan, pengecilan ukuran dapat menyebabkan terjadinya pemecahan dinding dan membran sel pada bahan sehingga mengakibatkan banyak dinding sel rusak yang kemudian dapat mempermudah senyawa pada bahan naik ke permukaan bahan. Sel yang rusak juga mengakibatkan semakin meningkatnya laju perpindahan massa serta jarak difusi akan semakin kecil (Margaretta et al., 2011).

Menurut (Liau et al., 2007), Dalam bahan *Strobilantes cusia* terdapat tiga senyawa aktif utama dari metabolit sekunder yaitu indican, nila dan indirubin. Indole dioksidasi oleh monooksigenase menjadi indoxil yang sangat reaktif prekursor zat nila, selanjutnya, indoxil segera diglukosilasi oleh UGT membentuk bahan stabil di in vivo. Ketika jaringan tumbuhan rusak, indican dapat dihidrolisis secara reversibel menjadi indoxil oleh  $\beta$ -glukosidase (BGL), dan indoxil secara spontan teroksidasi menjadi indigo dan indirubin, yang keduanya menunjukkan warna yang terlihat. Persamaan reaksi pembentukan Indirubin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembentukan Senyawa Indirubin dalam umbuhan *Strobilanthes cusia*

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan proses perendaman bahan dengan pelarut yang sesuai dengan senyawa aktif yang akan diambil tanpa pemanasan atau pemanasan pada suhu rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi antara lain waktu, suhu, jenis pelarut, perbandingan bahan dan pelarut, dan ukuran partikel. Senyawa aktif saponin yang terkandung pada daun bidara akan lebih banyak dihasilkan jika diekstraksi menggunakan pelarut metanol, karena metanol bersifat polar sehingga akan lebih mudah larut dibandingkan pelarut lain (Chairunnisa et al., 2019).

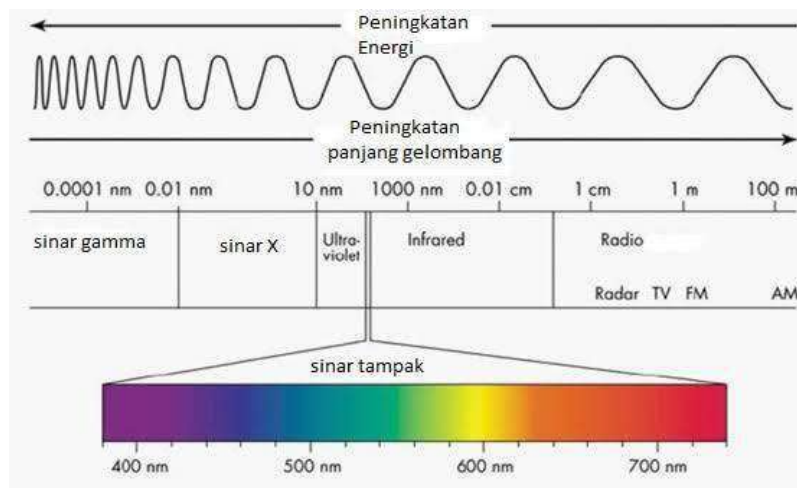
Ekstraksi dengan metode maserasi memiliki kelebihan yaitu terjaminnya zat aktif yang diekstrak tidak akan rusak. Pada saat proses perendaman bahan akan terjadi pemecahan dinding sel dan membran sel yang diakibatkan oleh perbedaan tekanan antara luar sel dengan bagian dalam sel sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan pecah dan terlarut pada pelarut organik yang digunakan (Chairunnisa et al, 2019). Pada penelitian ini, faktor metode ekstraksi yang dikaji yaitu ukuran partikel dan lama maserasi. Pada faktor lama maserasi, semakin lama maserasi, maka semakin lama waktu kontak antara pelarut dan bahan terlarut sehingga

perolehan ekstrak akan semakin besar (Treybal, 1980). Pada faktor ukuran partikel, pengecilan ukuran dapat menyebabkan terjadinya pemecahan dinding dan membran sel pada bahan sehingga mengakibatkan banyak dinding sel rusak yang kemudian dapat mempermudah senyawa pada bahan naik ke permukaan bahan. Sel yang rusak juga mengakibatkan semakin meningkatnya laju perpindahan massa serta jarak difusi akan semakin kecil (Margaretta et al., 2011).

Analisis larutan hasil maserasi dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vish. Metode spektrofotometri ultra-violet dan sinar tampak berdasarkan pada hukum Lambert-beer. Hukum tersebut menyatakan bahwa jumlah radiasi cahaya tampak, Ultra-violet dan cahaya-cahaya lain yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan. Hukum ini secara sederhana dapat dinyatakan sebagai  $A = a.b.c$ . Bila absorbansi  $A$  dialurkan terhadap konsentrasi  $c$  untuk contoh yang tebalnya  $b$  cm, maka akan menghasilkan suatu garis lurus dengan lereng  $AB$  dalam daerah hukum Lambert-Beer berlaku (Triyati, 1985).

## METODE PENELITIAN

Daun *Strobilantes cusia* dipotong-potong dengan berbagai ukuran (0,5cm, 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, 5cm, dan daun tanpa dipotong). Lima belas gram daun dengan ukuran tertentu dimasukkan ke dalam tempat terbuat dari plastik, kemudian ditambahkan air sebanyak 90 mL (perbandingan massa bahan dan volume air = 1 : 6). Proses maserasi dilakukan dengan berbagai waktu proses 1jam, 2jam, 3jam, 4jam, 5jam, 6jam, 24jam, 48jam dan 72 jam. Kemudian masing masing larutan hasil maserasi dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vish dengan mengukur panjang gelombang untuk mengetahui warna yang terkandung dalam larutan dan absorbansi untuk mengetahui intensitas warna larutan. (Triyati, 1985).



Gambar 5 Range Sinar Tampak pada Spektrofotometer UV-Vish

## HASIL DAN PEMBAHASAN

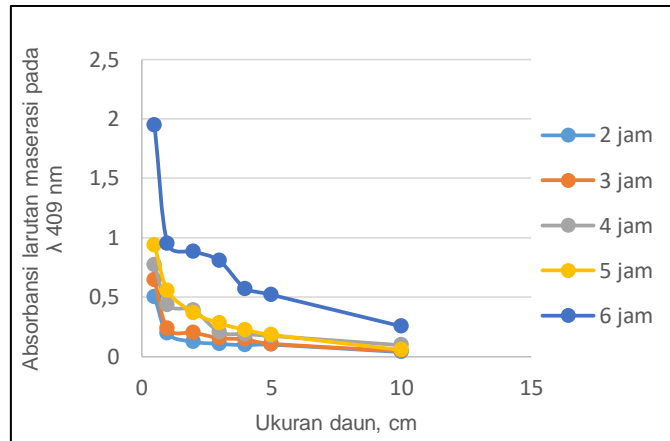
Hasil analisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vish diketahui bahwa larutan hasil maserasi memiliki dua panjang gelombang yaitu pada panjang gelombang 409 nm dan 678 nm. Seperti terlihat pada Gambar 5 panjang gelombang 409 nm terdapat pada warna cenderung biru sedangkan panjang gelombang 678 nm terdapat pada warna cenderung merah. Dapat disimpulkan bahwa larutan hasil maserasi memiliki dua warna sinar tampak yaitu biru dan merah akan tetapi dengan pengamatan absorbansi larutan hasil maserasi dapat disimpulkan bahwa warna merah yang terkandung lebih sedikit dibanding warna biru.

### Pengaruh ukuran bahan dan waktu terhadap absorbansi

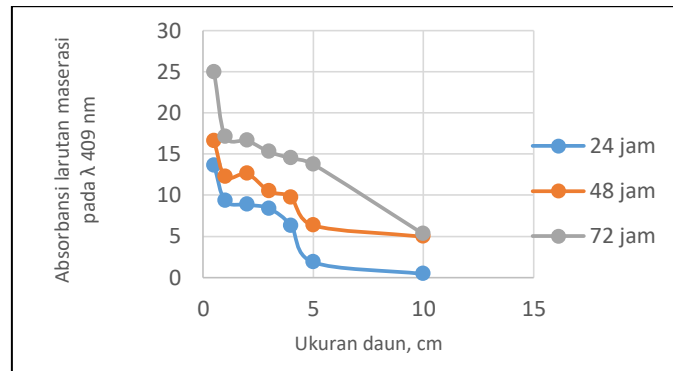
Untuk mengetahui pengaruh ukuran bahan dan waktu dilakukan percobaan proses maserasi terhadap daun dengan berbagai ukuran, dan dilakukan pada berbagai waktu, kemudian dilakukan pengukuran absorbansi ekstrak pewarna dengan panjang gelombang 409 nm, maupun dengan panjang gelombang 678 nm. Hasil percobaan dengan panjang gelombang 409 nm dapat dilihat pada Tabel 1 dan disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6 untuk waktu 2 sampai enam jam, dan Gambar 7 untuk waktu proses 1 hingga 3 hari.

Tabel 1. Absorbansi larutan hasil maserasi pada panjang gelombang 409 nm

Lama Maserasi (jam)	Ukuran Bahan						
	Tidak dicacah	5 cm	4 cm	3 cm	2 cm	1 cm	0,5 cm
2	0,038	0,101	0,096	0,107	0,125	0,194	0,501
3	0,047	0,107	0,145	0,156	0,201	0,235	0,644
4	0,096	0,174	0,189	0,207	0,201	0,436	0,769
5	0,056	0,183	0,224	0,28	0,369	0,557	0,936
6	0,255	0,52	0,57	0,805	0,885	0,95	1,945
24	0,425	1,85	6,275	8,375	8,85	9,3	13,625
48	4,95	6,325	9,725	10,475	12,6	12,225	16,575
72	5,275	13,75	14,475	15,275	16,625	17,125	24,925



Gambar 6. Pengaruh waktu dan ukuran daun terhadap absorbansi larutan hasil maserasi dengan panjang gelombang 409 nm

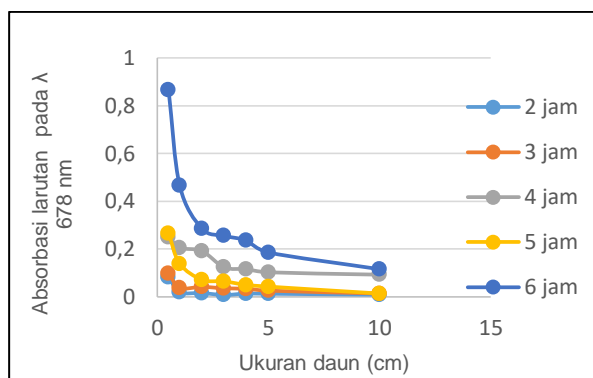


Gambar 7. Pengaruh waktu dan ukuran daun terhadap absorbansi larutan hasil maserasi dengan panjang gelombang 409 nm

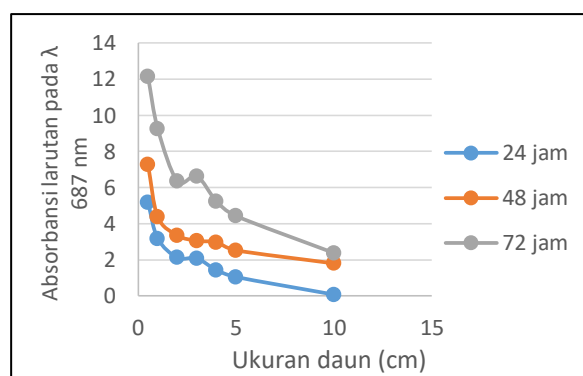
Sedangkan hasil percobaan dengan panjang gelombang 678 nm dapat dilihat pada Tabel 2 dan disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 8 untuk waktu 2 sampai enam jam dan Gambar 9 untuk waktu proses 1 hingga 3 hari.

Tabel 2. Nilai absorbansi larutan hasil maserasi pada panjang gelombang 678 nm

Lama Maserasi (jam)	Ukuran Bahan (cm)						
	Tidak dicacah	5 cm	4 cm	3 cm	2 cm	1 cm	0,5 cm
2	0,008	0,012	0,013	0,007	0,015	0,019	0,082
3	0,013	0,025	0,033	0,035	0,041	0,037	0,098
4	0,092	0,102	0,115	0,123	0,191	0,205	0,25
5	0,013	0,042	0,049	0,064	0,071	0,138	0,265
6	0,115	0,185	0,235	0,255	0,285	0,465	0,865
24	0,075	1,05	1,425	2,075	2,125	3,175	5,175
48	1,8	2,525	2,975	3,05	3,35	4,375	7,275
72	2,375	4,425	5,225	6,625	6,35	9,25	12,15



Gambar 6. Pengaruh waktu dan ukuran daun terhadap absorbansi larutan hasil maserasi dengan panjang gelombang 678 nm



Gambar 7. Pengaruh waktu dan ukuran daun terhadap absorbansi larutan hasil maserasi dengan panjang gelombang 678 nm

Data hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan gambar 9 menunjukkan bahwa ada dua warna yang terdeteksi dalam larutan hasil maserasi yaitu pada panjang gelombang 409 yang menunjukkan warna biru dan panjang gelombang 678 nm yang menunjukkan warna merah. Pada pengamatan nilai absorbansi larutan hasil maserasi, menunjukkan bahwa konsentrasi warna biru lebih tinggi dari pada warna merah.

Semakin besar waktu maserasi yang digunakan maka semakin besar waktu yang digunakan maka semakin besar nilai absorbansi larutan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar waktu yang digunakan semakin banyak zat pewarna terekstrak, baik warna dengan panjang gelombang 409nm maupun warna dengan Panjang gelombang 678nm. Sesuai yang teori yang selama ini menjadi semakin lama maserasi, maka semakin lama waktu kontak antara pelarut dan bahan terlarut sehingga perolehan zat terekstrak akan semakin besar (Treybal, 1980).

Semakin kecil ukuran bahan yang digunakan maka semakin besar nilai absorbansi larutan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran bahan yang digunakan semakin banyak zat pewarna terekstrak, baik warna dengan panjang gelombang 409nm maupun warna dengan panjang gelombang 678nm. Hal ini dapat dijelaskan bahwa, semakin kecil ukuran bahan maka semakin luas kontak antara pelarut dengan bahan sehingga kesempatan pelarut untuk mendifusi semakin besar. Selain itu sama seperti yang telah dilaporkan oleh peneliti yang lain seperti Margaretta pada proses maserasi bahwa pemotongan bahan dapat menyebabkan terjadinya pemecahan dinding dan membran sel pada bahan sehingga mengakibatkan banyak dinding sel rusak yang kemudian dapat mempermudah senyawa pada bahan naik ke permukaan bahan. Sel yang rusak juga mengakibatkan semakin meningkatnya laju perpindahan massa serta jarak difusi akan semakin kecil.

Hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan proses yang telah dilakukan di UMK Shibiru yang menggunakan bahan baku daun *strobilantes cusia* yang utuh tidak dipotong-potong dengan waktu maserasi tiga hari menghasilkan larutan dengan nilai absorbansi yang sangat kecil. Untuk Warna merah dengan panjang gelombang 678 nm larutan memiliki nilai absorbansi 2,375, apabila dilakukan pemotongan hingga berukuran 0,5 cm dalam waktu tiga hari akan dihasilkan larutan dengan nilai absorbansi 12,15. Sedangkan untuk warna biru dengan panjang gelombang 408nm

larutan memiliki nilai absorpsi 5,275, apabila dilakukan pemotongan hingga berukuran 0,5 cm dalam waktu tiga hari akan dihasilkan larutan dengan nilai absorpsi 24,925nm.

Hal ini menunjukkan bahwa ditinjau dari segi proses, maka maserasi akan lebih optimal bila bahan baku dipotong dengan ukuran yang semakin kecil dan waktu proses semakin besar. Dalam penelitian ini menggunakan ukuran terkecil 0,5 cm dan waktu maserasi 3 hari. Namun untuk menentukan ukuran bahan dan waktu maserasi yang betul betul optimal, untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal, masih harus ditinjau dari berbagai hal, misalnya biaya alat dan tenaga untuk pemotongan, demikian juga dengan waktu proses yang terlalu lama mungkin menjadi kurang efisien karena membutuhkan tempat yang besar dan masih banyak hal yang perlu dikaji, untuk menentukan ukuran bahan dan waktu maserasi yang digunakan untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan hasil proses maserasi daun *strobilantes cusia*, dapat disimpulkan ada dua warna yang terdeteksi dalam larutan hasil maserasi daun *strobilantes cusia* yaitu pada panjang gelombang 409 yang menunjukkan warna biru dan panjang gelombang 678 nm yang menunjukkan warna merah, dengan warna biru yang lebih dominan. Ukuran daun dan waktu proses sangat berpengaruh terhadap hasil maserasi pewarna dari daun *strobilantes cusia*. Semakin kecil ukuran bahan maka semakin banyak warna terekstrak yang ditunjukkan dengan semakin besarnya nilai absorpsi larutan hasil maserasi, semakin lama waktu yang digunakan untuk proses maserasi maka semakin banyak pewarna terekstrak. Dalam penelitian ini diperoleh hasil terbaik pada ukuran daun 0,5 cm dan waktu maserasi selama 3 hari, menghasilkan larutan hasil maserasi dengan panjang gelombang 409 memiliki absorpsi 24,295 nm dan untuk panjang gelombang 678 memiliki absorpsi 12,150 nm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., & Suhendra, L. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* ISSN, 2503, 488X.
- Liau, BC, Jong, TT, Lee, MR dan Chen, SS (2007) Metode LC-APCI-MS Untuk Deteksi Dan Analisis Triptantrin, Nila, Dan Indirubin Dalam Daqin Gye Dan Banlangen. *Jurnal Biologi Makasar* 43, 34643.
- Margaretta, S., S.W. Handayani., N. Indrawati, dan H. Hindarso. 2011. Ekstraksi senyawa fenolik *Pandanus amaryllifolius* Roxb. sebagai antioksidan alami. *Jurnal Widya Teknik*. 10(1):21-30.
- Treybal. 1980. *Mass-Transfer Operations*. 3rd ed. McGraw-Hill International, Singapore.
- Triyati, E. (1985). Spektrofotometer ultra-violet dan sinar tampak serta aplikasinya dalam oseanologi. *Jurnal Oseana*, X (1), 39-47.

---

## Usulan Penataan Ulang Tata Letak Fasilitas Dengan Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) dan *Class Based Storage*

Antonius Oksa Rizaldy Wiratama<sup>1</sup>, Joko Susetyo<sup>\*2</sup>, Risma Adelina Simanjuntak<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: [joko\\_sty@akprind.ac.id](mailto:joko_sty@akprind.ac.id)

---

### ABSTRACT

*PT Solusi Cahaya Teknik is a company engaged in trading and maintenance service that sells consumable products for welding maintenance and repair. The material handling process cannot be separated from the facility layout in the company. The existing problem is regarding the layout that is not well ordered, causing longer and less optimal material handling. This study aims to propose a rearrangement of the facility layout by minimizing the material handling distance. The proposed facility layout is designed using the Systematic Layout Planning and Class Based Storage methods. The Systematic Layout Planning method is used to change the position of the department based on proximity, while Class Based Storage is used to rearrange the product storage area. The result of processing the material handling layout distance before repair is 16.273 meters. While the results of processing after the repair obtained the shortest material handling distance of 7.772 meters with a reduction rate of 8.501 m and a monthly material handling cost of Rp. 2,148,707.98 or 52.2% smaller than the pre-repair layout.*

**Keywords:** *class based storage, material handling, systematic layout planning.*

### INTISARI

PT Solusi Cahaya Teknik merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang *trading* dan *maintenance service* yang menjual produk-produk *consumable* untuk *maintenance* dan *repair welding*. Proses *material handling* tidak terlepas dari tata letak fasilitas pada perusahaan. Permasalahan yang ada adalah mengenai tata letak yang tidak tertata dengan baik sehingga menyebabkan *material handling* lebih panjang dan kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan penataan ulang tata letak fasilitas dengan meminimasi jarak *material handling*. Usulan tata letak fasilitas dirancang menggunakan metode *Systematic Layout Planning* dan *Class Based Storage*. Metode *Systematic Layout Planning* digunakan untuk merubah posisi departemen berdasarkan hubungan kedekatan, sedangkan *Class Based Storage* digunakan untuk menata ulang area penyimpanan produk. Hasil pengolahan jarak *material handling* tata letak sebelum perbaikan adalah 16,273 meter. Sedangkan hasil pengolahan setelah perbaikan didapatkan jarak *material handling* paling pendek sebesar 7,772 meter dengan tingkat pengurangan jarak sebesar 8,501 m dan biaya *material handling* per bulan sebesar Rp. 2.148.707,98 atau 52,2% lebih kecil dibandingkan dengan tata letak sebelum perbaikan.

**Kata kunci:** *class based storage, material handling, systematic layout planning.*

### PENDAHULUAN

Perancangan tata letak fasilitas merupakan metode yang digunakan untuk menyusun fasilitas yang dimiliki perusahaan pada lahan/lokasi yang telah ditentukan berdasarkan kebutuhan dan proses pekerjaan. Menurut Purnomo (2004) perancangan tata letak fasilitas dapat dikemukakan sebagai proses perancangan fasilitas, termasuk didalamnya analisis, perencanaan, desain dan susunan fasilitas, peralatan fisik, dan manusia yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan sistem pelayanan. Menurut Udiyana *et.al.* (2016) tata letak fasilitas yang baik dan efisien tidak tercipta dengan sendirinya, melainkan hasil dari perencanaan yang tepat dari seseorang atau tim yang bertanggung jawab dalam merancang ruang kantor dan mereka harus memahami dulu bahwa pemakaian ruang suatu kebutuhan dan tuntutan pekerjaan.

PT Solusi Cahaya Teknik merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang *trading* dan *maintenance service* yang menjual produk-produk *consumable* untuk *maintenance* dan *repair welding*. Kegiatan atau proses pada perusahaan yang paling banyak dilakukan adalah proses *material handling* produk. Tata letak fasilitas yang sekarang menyebabkan panjangnya jarak dan bentuk alur *material handling* yang kurang efektif dan efisien (Fatkhurrohman dan Sumbawa).

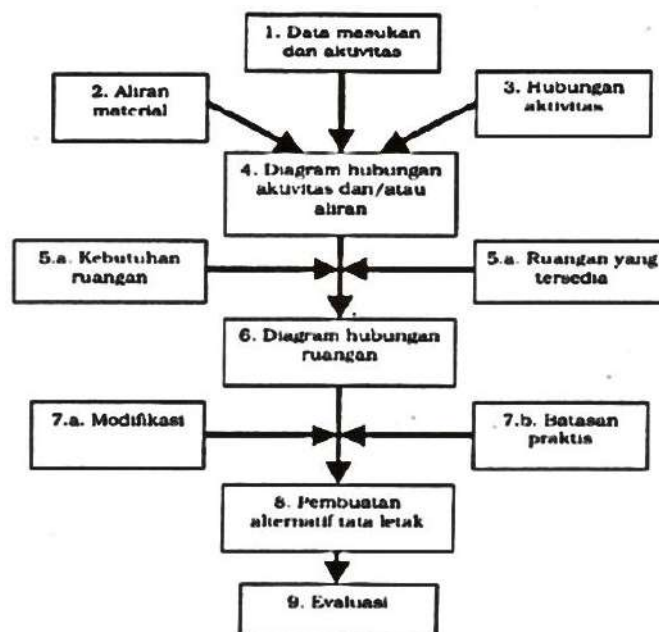
2016). Selain *material handling* terdapat masalah pada kebijakan manajemen penataan area penyimpanan, letak produk dan non produk (kardus, sampel, barang rusak) yang *random* menyebabkan proses keluar masuk produk menjadi lama dan mengakibatkan gagalnya transaksi dengan konsumen.

Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang perbaikan tata letak mengusulkan rancangan tata letak fasilitas dengan menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) dan *Class Based Storage* serta 5S pada area penyimpanan dengan sehingga dapat memperoleh jarak *material handling* yang lebih pendek.

## BAHAN DAN METODE

### 1. *Systematic Layout Planning* (SLP)

*Systematic Layout Planning* (SLP) merupakan metode yang digunakan dengan tujuan memberikan aliran *material handling* yang efisien, metode ini memperhatikan urutan proses operasi serta hubungan tiap aktivitasnya. Menurut Purnomo (2004), *Systematic Layout Planning* (SLP) merupakan tahapan-tahapan proses perancangan tata letak yang dikembangkan oleh Richard Muther seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Langkah-langkah *Systematic Layout Planning* (Sumber: Purnomo, 2004)

Menurut Muslim dan Ilmaniati (2018), perancangan layout menggunakan *Systematic Layout Planning* (SLP) dibuat untuk menyelesaikan permasalahan yang menyangkut berbagai macam permasalahan antara lain produksi, transportasi, pergudangan, *supporting*, *supporting service*, perakitan dan aktivitas-aktivitas perkantoran lainnya. Tahap-tahapan prosedur pembentukan metode *Systematic Layout Planning* (SLP), yaitu:

- a. Pengumpulan data dan menganalisis aliran material (*flow of material*), untuk menganalisis pengukuran kuantitatif untuk setiap gerakan perpindahan material diantara departemen departemen atau aktivitas-aktivitas operasional. Biasanya sering digunakan peta atau diagram-diagram sebagai berikut:
  - 1) Peta aliran proses.
  - 2) Peta hubungan aktivitas.
- b. Menganalisis hubungan aktivitas, untuk mendapatkan atau mengetahui biaya pemindahan dari material dan bersifat kuantitatif sedang analisis lebih bersifat kualitatif dalam perancangan layout disebut *activity relationship chart* (ARC).
- c. Pembuatan diagram hubungan ruangan.
- d. Menghitung kebutuhan luasan daerah.
- e. Pembentukan *block layout* alternatif.



## 2. Penempatan Barang

Penempatan barang/produk pada suatu area/ruangan sangatlah diperlukan agar barang/produk lebih mudah ditemukan maupun diambil dengan waktu yang seminimal mungkin. Menurut Juliana dan Handayani (2016) penempatan barang adalah kegiatan yang berhubungan dengan berdasarkan apa suatu barang ditempatkan dalam gudang. Kebijakan penempatan barang ini berdampak pada waktu transportasi yang dibutuhkan dan proses pencarian atau penelusuran barang. Berikut ini adalah jenis-jenis kebijakan penempatan barang, yaitu:

### a. *Random Storage*

Penempatan barang berdasarkan tempat yang paling dekat dengan lokasi input barang, implikasi kebijakan ini adalah waktu pencarian barang lebih lama. *Random storage* memerlukan sistem informasi yang baik, umumnya cara ini dilakukan pada sistem AS/RS (*Automated Storage/Retrieval System*).

### b. *Fixed Storage* atau *Dedicated Storage*

Aplikasi kebijakan yang menempatkan satu jenis bahan atau material di tempat yang khusus hanya untuk bahan atau material tersebut. Kebijakan ini akan mengurangi waktu dalam pencarian barang, namun ruang yang dibutuhkan menjadi kurang efisien karena ruang kosong untuk satu bahan atau material tidak diperbolehkan untuk ditempati bahan atau material lainnya.

### c. *Class Based Storage*

Penempatan bahan atau material berdasarkan atas kesamaan suatu jenis bahan atau material kedalam suatu kelompok. Kelompok ini nantinya akan ditempatkan pada suatu lokasi khusus pada gudang. Kesamaan bahan atau material pada suatu kelompok, bisa dalam bentuk kesamaan jenis item atau kesamaan pada suatu daftar pemesanan konsumen.

### d. *Shared Storage*

Penempatan beberapa bahan atau material dalam satu area yang dikhususkan untuk bahan atau material tersebut. Kebijakan ini mengurangi jumlah kebutuhan luas gudang dan mampu meningkatkan utilisasi area penempatan persediaan.

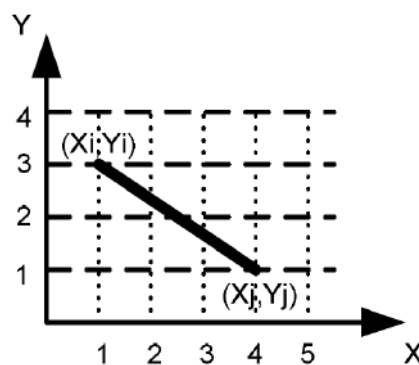
## 3. Ukuran Jarak

Menurut Purnomo (2004), terdapat beberapa sistem yang digunakan untuk melakukan pengukuran jarak suatu departemen terhadap departemen lain. Ukuran yang dipergunakan banyak tergantung dari adanya personil yang memenuhi syarat, waktu untuk mengumpulkan data dan tipe-tipe sistem pemindahan material yang digunakan yaitu:

### a. *Jarak Euclidean*

Jarak *euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas yang lainnya, contoh aplikasi pada beberapa model *conveyor*, jaringan transportasi dan distribusi (lihat pada Gambar 2). Notasinya sebagai berikut:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

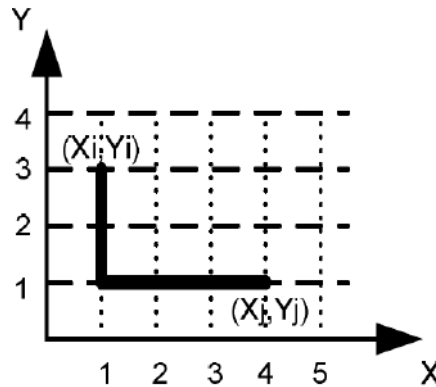


**Gambar 2.** Jarak *Euclidean*  
(Sumber: Purnomo, 2004)

b. Jarak *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* atau jarak Manhattan (Gambar 3) merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus, sering digunakan karena mudah perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai, misalnya menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas dimana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak secara tegak lurus, dengan notasi:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots \dots \dots (2)$$



**Gambar 3.** Jarak *Rectilinear*  
(Sumber: Purnomo, 2004)

4. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* dan *Shitsuke*)

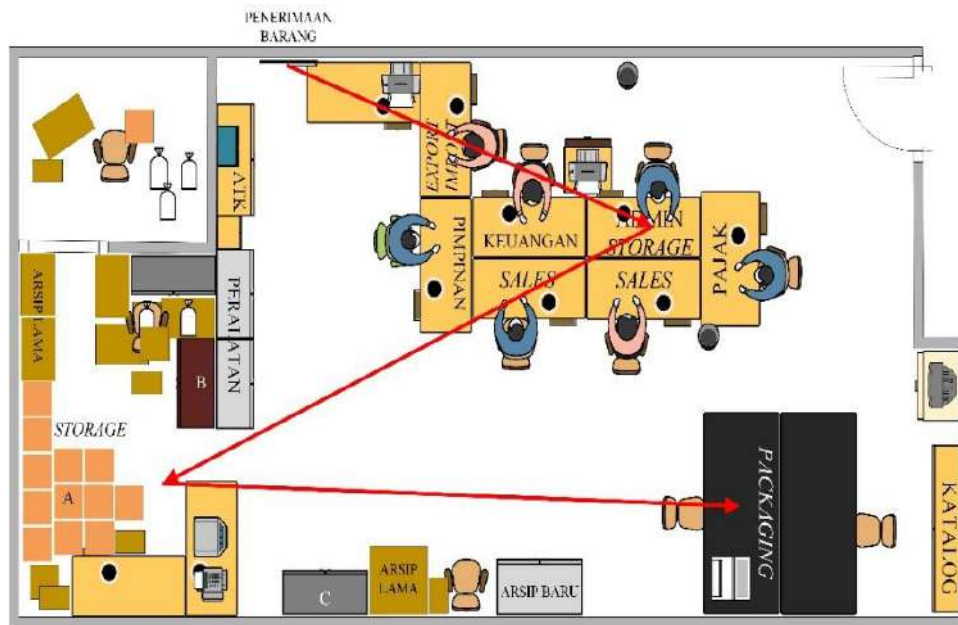
Konsep dari *kaizen* yaitu 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*) menurut Fatkhurrohman dan Sumbawa (2016), yaitu:

- Seiri* (memilah), berarti memilah berkas-berkas atau barang dalam beberapa kategori. Kategori tersebut terdiri dari barang yang sering kita gunakan sehingga perlu diletakkan di tempat yang lebih dekat dari tempat kerja, barang yang tidak sering kita gunakan sehingga dapat diletakkan di tempat yang jauh dari tempat kerja, dan barang yang tidak pernah digunakan dapat disingkirkan atau dihapus.
- Seiton* (rapi), ini mengatur secara rapi, perbekalan kantor, alat-alat, dokumen, suku cadang, buku dan lain-lainnya untuk membuat pencariannya kembali menjadi efisien dan efektif.
- Seiso* (bersih), pembersihan disini tidak hanya berarti membersihkan yang kotor saja, tetapi meliputi analisis sebab timbulnya gejala kotor. Pembersihan merupakan suatu bentuk pemeriksaan terhadap kebersihan dan menciptakan tempat kerja yang tidak memiliki cacat dan cela.
- Seiketsu* (penjagaan), penjagaan berarti terus menerus dan secara berulang-ulang menjaga pemeliharaan, penataan dan pembersihannya.
- Shitsuke* (disiplin), istilah ini berarti mendisiplinkan diri dalam melakukan sesuatu dengan cara yang benar. Hal ini, penekanannya adalah untuk menciptakan tempat kerja dengan kebiasaan dan perilaku yang baik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

## 1. Tata Letak Sebelum Perbaikan

Urutan alur *material handling* yang telah diketahui adalah mulai dari bagian penerimaan barang, admin *storage*, *storage* (area penyimpanan) dan *packaging*, seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Tata Letak Sebelum Perbaikan

Terlihat bahwa jarak *material handling* yang ditempuh cukup panjang dan tidak efisien untuk setiap departemen yang ada. Pada Tabel 1 di bawah ini ditunjukkan jarak perpindahan antar departemen.

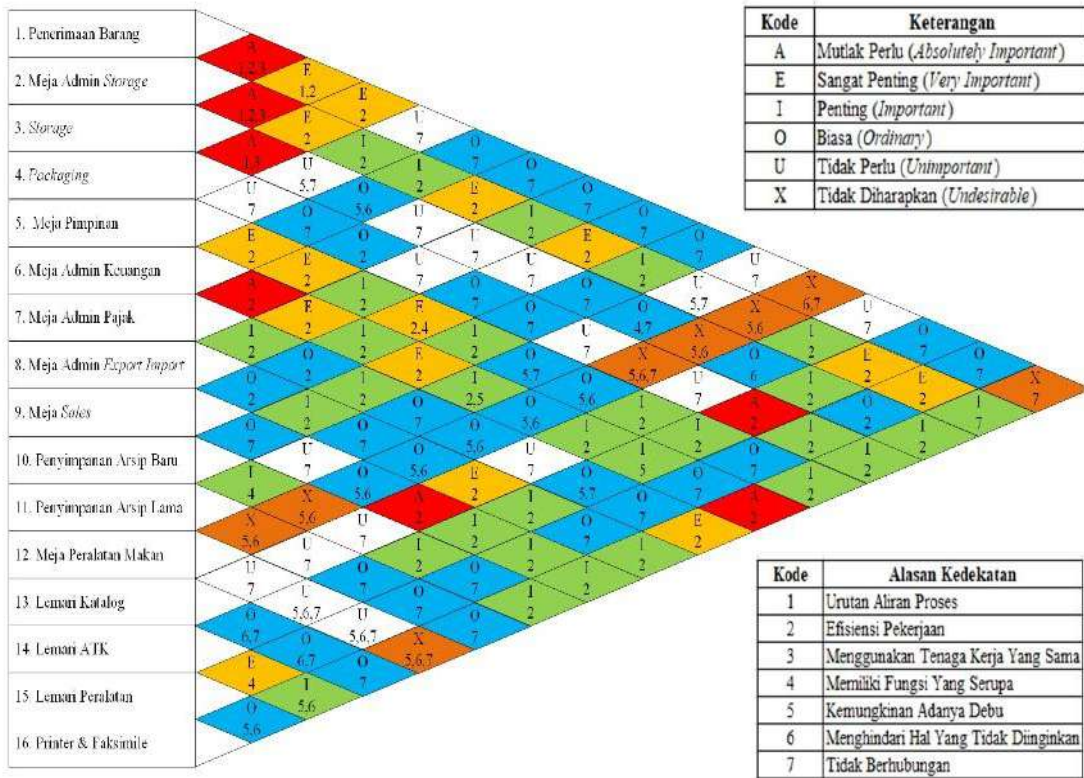
**Tabel 1.** Jarak *Material Handling* Sebelum Perbaikan

No	Dari	Ke	Jarak (m)
1	Penerimaan Barang	Meja Admin Storage	4,065
2	Meja Admin Storage	Storage	5,792
3	Storage	Packaging	6,417
Total			16,273

Jarak *material handling* awal sebesar 16,273 m, perpindahan setiap jarak 1 meter diasumsikan dengan biaya untuk karyawan dalam sehari sebesar Rp. 4.188,91. Biaya tersebut diperoleh dari gaji perbulan, dimana gaji karyawan selama 1 bulan sebesar Rp. 4.498.961. Kemudian gaji tersebut dibagi dengan 22 hari kerja dan dibagi dengan 3 kali pengambilan dalam sehari, sehingga ongkos *material handling* untuk tata letak awal per hari sebesar Rp. 68.166,08.

## 2. Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas

Perancangan ulang tata letak fasilitas dimulai dari analisis aliran *material handling* yang berupa peta proses operasi dan menghitung jarak *material handling* pada *layout* awal. Kemudian menentukan hubungan aktivitas tiap departemen berupa *Activity Relationship Chart* (ARC) sebagai dasar dalam pembuatan alternatif tata letak dengan berdasarkan derajat aktivitas dalam penilaian kualitatif dan berdasarkan pertimbangan yang bersifat subyektif dari masing-masing departemen (Gambar 5).



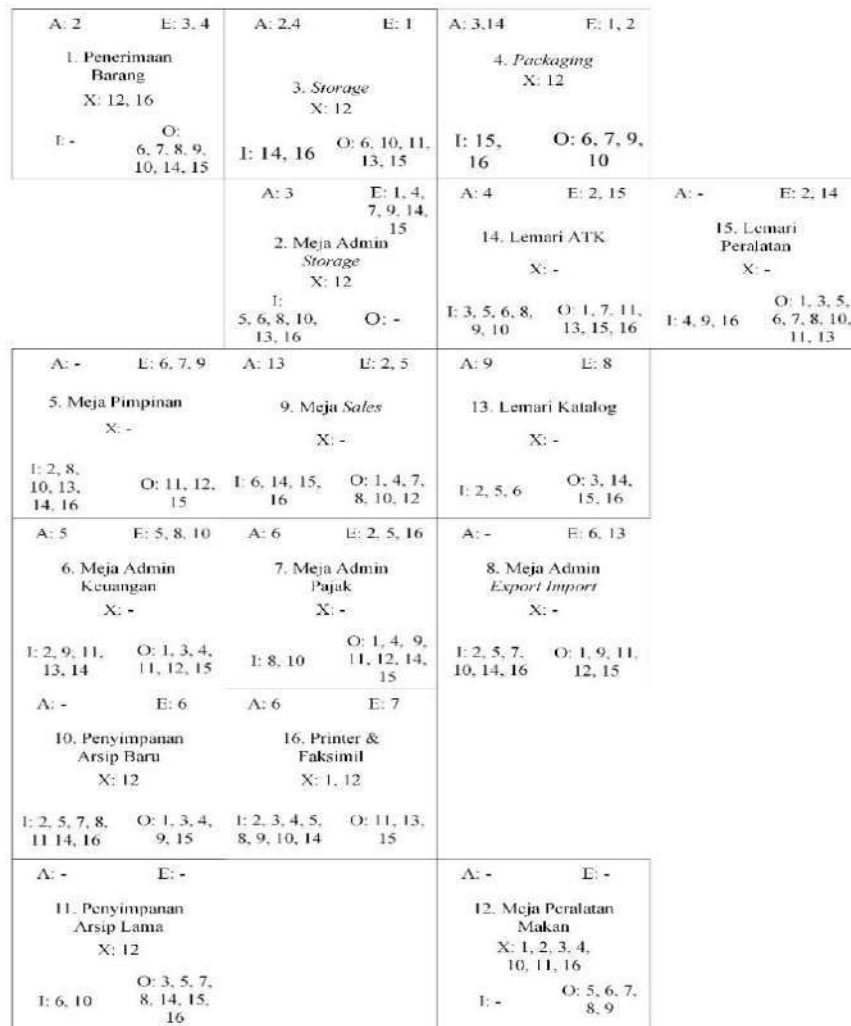
Gambar 5. Activity Relationship Chart (ARC)

Selanjutnya membuat lembar kerja (*Worksheet*) berdasarkan hasil dari *Activity Relationship Chart* dengan menuliskan derajat kedekatan antar departemen.

Tabel 2. Worksheet

No.	Departemen	Derajat Kedekatan					
		A	E	I	O	U	X
1	Penerimaan Barang	2	3, 4	-	6, 7, 8, 9, 10, 14, 15	5, 11, 13	12, 16
2	Meja Admin Storage	3	1, 4, 7, 9, 14, 15	5, 6, 8, 10, 13, 16	-	11	12
3	Storage	2, 4	1	14, 16	6, 10, 11, 13, 15	5, 7, 8, 9	12
.	.	.	.	.	.	.	.
15	Lemari Peralatan	-	2, 14	4, 9, 16	1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	12	-
16	Printer & Faksimil	6	7	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 14	11, 13, 15	-	1, 12

Selanjutnya membuat *Activity Template Block Diagram* (ATBD), blok yang menggambarkan setiap departemen dengan dasar data derajat kedekatan *Worksheet* yang kemudian menjadi pertimbangan pada *Activity Relationship Diagram* (ARD). Berdasarkan pertimbangan yang ada maka diperoleh ARD seperti dapat dilihat pada Gambar 6.



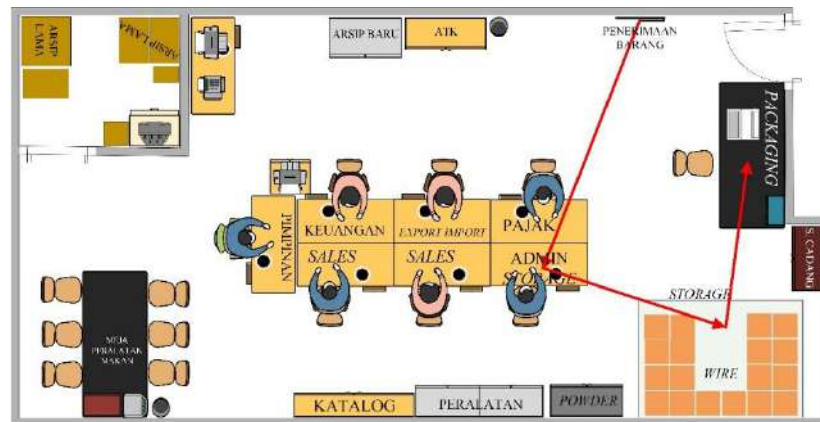
**Gambar 6.** Activity Relationship Diagram (ARD)

Setelah melakukan analisis terhadap hubungan antar departemen, kemudian untuk memperoleh tata letak baru diperlukan luas area dari tiap departemen seperti terlihat pada tabel 3

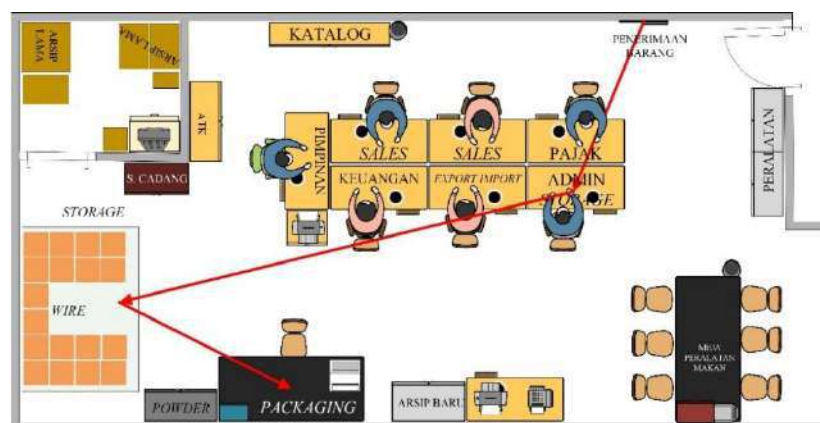
**Tabel 3.** Kebutuhan Luas Departemen

No.	Departemen	Area Kerja (cm)		Tambah Area (cm)		Jumlah	Luas (cm <sup>2</sup> )
		Panjang	Lebar	Panjang	Lebar		
1	Penerimaan Barang	60	1	100	60	1	6.060
2	Meja Admin Storage	120	60	120	50	1	13.200
3	1. Wire	200	150	-	-	1	30.000
	2. Powder	90	40	-	-	1	3.600
	3. Suku Cadang	80	40	-	-	1	3.200
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
16	Meja Printer	50	50	-	-	1	2.500
17	Meja Printer & Fax	120	60	-	-	1	7.200
Total						20	249.160

Berdasarkan dari derajat kedekatan yang diperoleh dari *Activity Relationship Chart* (ARC) yang kemudian digunakan untuk penyusunan *Activity Relationship Diagram* (ARD) maka dapat diperoleh beberapa tata letak alternatif. Alternatif usulan 1 dibuat dengan merubah banyak letak area penyimpanan menjadi lebih dekat dengan pintu masuk. Sedangkan pada alternatif usulan 2 posisi dari area penyimpanan tidak berpindah hanya dilakukan beberapa penyesuaian pad beberapa departemen. Tata letak alternatif dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



**Gambar 7.** Usulan Tata Letak Baru 1



**Gambar 8.** Usulan Tata Letak Baru 2

Pada Tabel 4 diperlihatkan perbandingan jarak *material handling* tata letak awal (sebelum perbaikan) dengan tata letak alternatif usulan yang dibuat.

**Tabel 4.** Perbandingan Jarak *Material Handling*

No	Dari	Ke	Jarak (m)		
			Awal	Usulan 1	Usulan 2
1	Penerimaan Barang	Meja Admin Storage	4,065	3,309	2,298
2	Meja Admin Storage	Storage	5,792	2,381	5,800
3	Storage	Packaging	6,417	2,082	2,393
Total			16,273	7,772	10,491

Jarak *material handling* usulan 1 sebesar 7,772 m dengan biaya per hari Rp. 32.556,181 sedangkan usulan 2 sebesar 10,491 m dengan biaya per hari Rp. 43.945,818. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa jarak dan biaya *material handling* terkecil adalah Usulan 1 dengan total biaya perbulannya sebesar Rp. 2.148.707,98.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan jarak *material handling* untuk tata letak awal, usulan 1 dan 2 berturut-turut adalah sebesar 16,273 m, 7,772 m dan 10,491 m. Usulan tata letak fasilitas dengan jarak dan ongkos *material handling* paling kecil adalah tata letak usulan 1 dengan jarak *material handling* sebesar 7,772 m dan ongkos *material handling* sebesar Rp. 32.556,18. Sehingga memberikan pengurangan ongkos *material handling* dalam sebulan sebesar Rp2.148.707,98 atau sebesar 52,2% lebih kecil. Usulan perbaikan penataan penyimpanan produk metode *Class Based Storage* memberikan usulan penataan produk penyimpanan berdasarkan jenis produk. Usulan perbaikan 5S digunakan untuk meningkatkan kesadaran karyawan terhadap lingkungan kerjanya agar pekerjaan lebih efektif. Pada tahap *seiri* diusulkan memilah produk berdasarkan *Class Based Storage* sedangkan barang lain sesuai dengan tempatnya. Pada *seiton* diusulkan untuk pemberian label produk dan pembuatan daftar letak maupun jumlah produk. Pada *seiso* diusulkan untuk membuang sampah atau kotoran yang ada pada peralatan, produk dan tempat kerja pada tempatnya. Pada *seiketsu* diusulkan untuk mengadakan inspeksi secara berkala. Sedangkan *shitsuke* diusulkan sosialisasi dan evaluasi terhadap perkembangan budaya 5S.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fatkhurrohman, A., dan Sumbawa. (2016). *Penerapan Kaizen Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Produk Pada Bagian Banbury PT Bridgestone Tire Indonesia*. Jurnal Administrasi Kantor. 4 (1). 14-31.
- Muslim, D. dan Ilmaniati, A. (2018). *Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Terhadap Optimalisasi Jarak dan Ongkos Material Handling dengan Pendekatan Systematic Layout Planning (SLP) di PT Transplant Indonesia*. Jurnal Media Teknik & Sistem Industri. ISSN: 2581-0529. 2 (1). pp. 45-52.
- Juliana, H., dan Handayani, N.U. (2016). *Peningkatan Kapasitas Gudang Dengan Perancangan Layout Menggunakan Metode Class Based Storage*. Jurnal Teknik Industri. 11 (2). 113-122.
- Purnomo, H. (2004). *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Edisi Pertama. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Udiyana, I.B.G., Pradnyana, I.G.G.O., dan Sari, N.P.N.W. (2016). *Tata Ruang Kantor, Kearsipan, Dan Kinerja Pegawai Kantor Suatu Analisis Dampak Pada Dinas Pendapatan Provinsi Bali*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian. pp. 88-103..

---

## Perancangan Digital Prototype of Foot-Operated Handsanitizer Stand

Hadi Saputra

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND

Email: [hadisaputra@akprind.ac.id](mailto:hadisaputra@akprind.ac.id)

---

### ABSTRACT

Research shown that the use of 17 drum hand sanitizers in the ICU surgical department was 100% contaminated with bacteria. During this pandemic, the transmission of the spread of the coronavirus must be reduced. You do this by using hand sanitizer liquid without touching the bottle. The economic conditions of the people who were affected during the pandemic have inspired to innovate existing hand sanitizer stand products. It is hoped that this research can produce a foot-operated hand sanitizer stand that is cheap and easy to manufacture. Innovation is done by making digital prototypes using Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Engineering (CAE). This research has produced a digital foot-operated hand sanitizer stand that is simple, easy to manufacture, and with materials that are easily available in the market.

**Keywords:** CAD, CAE, foot-operated hand sanitizer stand

### INTISARI

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan 17 *handsanitizer drum* di ruang ICU departemen bedah 100% terkontaminasi bakteri. Pada masa pandemik ini, transmisi peyebaran *coronavirus* harus direduksi. Caranya adalah dengan menggunakan cairan *handsanitizer* tanpa menyentuh botolnya. Kondisi perekonomian masyarakat yang terdampak saat pandemik, menginspirasi penulis untuk melakukan inovasi produk *handsanitizer stand* yang telah ada. Harapannya penelitian ini dapat dihasilkan *foot-operated handsanitizer stand* yang murah dan mudah pembuatannya. Inovasi dilakukan dengan membuat *digital prototype* menggunakan *Computer Aided Design (CAD)* dan *Computer Aided Engineering (CAE)*. Penelitian ini menghasilkan *digital prototype foot-operated handsanitizer stand* yang sederhana, mudah pembuatan, dan dengan menggunakan material yang mudah diperoleh dipasaran.

**Kata kunci:** CAD, CAE, *foot-operated handsanitizer stand*

### PENDAHULUAN

Selama pandemik covid-19, penggunaan zat – zat berbahaya meningkat signifikan, yang dapat membahayakan pekerja kesehatan dan warga dunia. Penggunaan zat – zat tersebut dapat menyebabkan, (a) infeksi *coronavirus*, (b) *skin disorder* dan *heat stress* sebagai akibat dari penggunaan *Personal Protective Equipment (PPE)*, (c) terpapar oleh racun karena peningkatan penggunaan *disinfectants*, (d) *psychological distress*, (e) *chronic fatigue*, (f) *stigma, discrimination, physical and psychological violence and harassment* (World Health Organization, 2021b).

*Choronavirus disease (COVID-19)* merupakan infeksi penyakit yang disebabkan *coronavirus*. Penderita penyakit ini biasanya mengalami sakit saluran pernapasan tingkat ringan hingga menengah dan memerlukan penanganan secara khusus. Pekerja kesehatan, orang tua, dan orang dengan riwayat penyakit tertentu seperti *cardiovascular, diabetic, chronic respiratory*, dan *cancer* berpotensi tertular virus ini. Penyebaran virus ini terutama terjadi akibat percikan air liur atau bersin, sehingga penting bagi kita untuk memiliki etiket pernafasan (*respiratory etiquette*). Pencegahan transmisi virus ini dapat dilakukan dengan cara mencuci tangan atau menggunakan cairan berbasis *alcohol* secara teratur dan tidak menyentuh permukaan wajah (World Health Organization, 2021a).

Perilaku dalam mencuci tangan menggunakan cairan *handsanitizer* berbasis alkohol dan kebiasaan menyentuh wajah harus menjadi perhatian dalam masa pandemik. Penggunaan PPE meningkat secara signifikan di masa pandemik *covid-19* saat ini. Salah satu contohnya adalah penggunaan *Hand Sanitizer Drums (HSD)* sebagai alat untuk mengeluarkan *handsanitizer* saat membersihkan tangan.

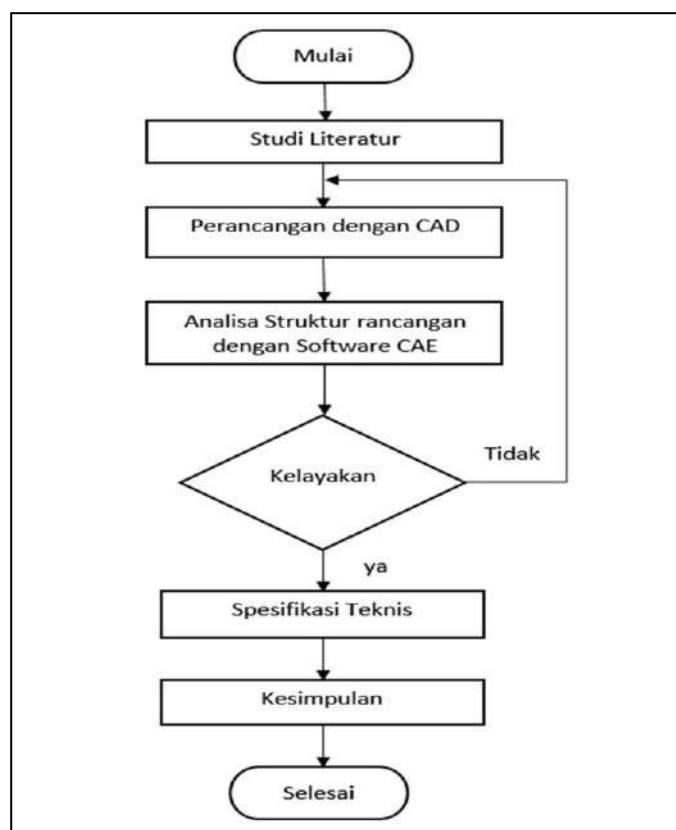
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Eiref et al.(2012) pada penggunaan 17 *HSD* di instalasi gawat darurat unit bedah diperoleh data peralatan ini 100%, terkontaminasi oleh lebih dari satu tipe bakteri. Kontaminasi ini terjadi pada bagian tombol pengeluaran cairan *alcohol/handsanitizer* sebesar 82%, pada bagian samping *HSD* 35%, dan di *nozzle* 23%.



Pertumbuhan bakteri berkisar diantara 1 hingga 50 koloni. Hal itu menunjukkan bahwa kontaminasi terjadi pada daerah yang sering kontak dengan tangan. Daerah ini merupakan daerah yang sulit untuk dibersihkan saat *maintenance* peralatan ini. Saat ini di pasaran sudah ada peralatan manual maupun otomatis *handsanitizer drums*. Tipe manual seperti yang digunakan oleh Wichaidit et al. (2020) dalam penelitiannya. Perancangan *handsanitizer drum* tipe otomatis telah dilakukan oleh Lee et al. (2020), tetapi proses pembuatannya rumit dan mahal. Kondisi ini menginspirasi penulis untuk melakukan inovasi peralatan *foot-operated handsanitizer stand* yang ada saat ini. Harapannya, peralatan ini dapat mencegah transmisi peyebaran bakteri dan virus, mudah proses pembuatan, dan murah harganya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perancangan dalam penelitian ini dilakukan dengan urutan seperti pada diagram alir seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur tentang esensi perlunya penelitian ini dilakukan. Langkah selanjutnya dengan mempelajari literatur tentang produk yang telah ada hingga saat ini. Modifikasi produk yang telah ada dengan menggunakan *Computer Aided Design (CAD)*. Analisis awal rancangan dengan *Computer Aided Engineering (CAE)*. Hal ini diperlukan untuk *assessment* kekuatan struktur draft rancangan. Proses ini diperlukan untuk identifikasi awal bila ada kelemahan dari draft rancangan. Hal ini diperlukan untuk dapat menghasilkan rancangan yang efisien dan murah.

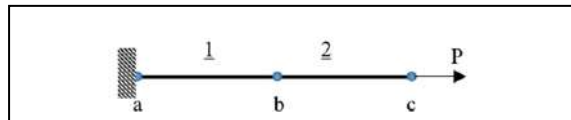
Proses iterasi diperlukan dalam proses perancangan ini. Pada akhir proses akan diperoleh spesifikasi teknis akhir rancangan ini. Proses analisis pada penelitian ini, dengan mempergunakan prinsip – prinsip dalam analisa static dan dinamika struktur seperti yang diuraikan oleh Hibbeler (2012). Serta dengan mempergunakan perangkat lunak CAE (Zywicz et al., 2012)

Analisis dengan mempergunakan perangkat lunak CAE memerlukan pengetahuan dasar tentang metode elemen hingga. Prinsip dasar perhitungan dengan menggunakan metode ini terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap *Pre-processor*, *Solver*, dan *Post-processing* (Logan, 1987). *Pre-processing* merupakan tahap awal dalam proses analisis dengan *Finite Element Methods (FEM)*. Pemodelan problem fisik, diskritisasi model dengan pemilihan tipe elemen yang akan digunakan,

penentuan kondisi batas (*elemental constrains*) pada model/problem fisik, pembebanan yang akan terjadi berupa pembebanan *static* atau *dynamic* dan tipe formulasi yang akan digunakan, *explicite* atau *implicite formulations*, serta penentuan parameter – parameter yang akan diperlukan untuk proses analisa problem fisik yang meliputi data tegangan, regangan dan perpindahan serta data – data lainnya seperti shear force maupun moment yang terjadi, semua proses tersebut dilakukan ditahap ini. Pada umumnya perangkat lunak CAE memiliki variasi tipe elemen satu dimensi (1D), dua dimensi (2D), dan tiga dimensi (3D) (Dassault Systèmes Simulia, 2012).

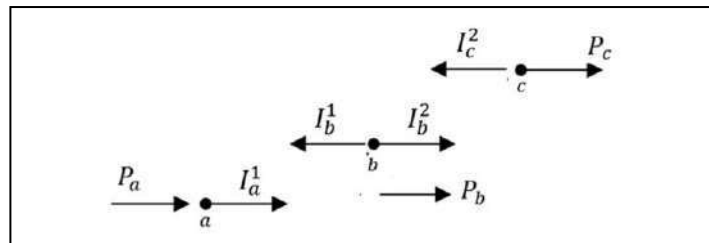
Pada penelitian ini, dipergunakan elemen tipe satu-dimensi (1D) dan element dua-dimensi (2D). Elemen satu dimensi (1D) dipergunakan untuk pemodelan poros. Sedangkan elemen dua-dimensi (2D) dipergunakan untuk pemodelan *step foot*.

*Solver* merupakan proses perhitungan pada perangkat lunak FEA. Konsep proses perhitungan *displacement* di perangkat lunak CAE/ABAQUS dengan formulasi implisit untuk elemen 1D. Uraian singkat tentang proses perhitungan dengan *implicite formulations* di tahap *solver* ini terjadi dapat dijelaskan seperti kasus pada Gambar 2 sebagai berikut (Dassault Systèmes, 2014).



Gambar 2. Batang bar dengan dua elemen, tiga nodal

*Free Body Diagram (FBD)* tiap nodal problem fisik Gambar 2, dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. *Free Body Diagram* problem fisik

Pada tiap nodal akan mengalami gaya internal dan gaya eksternal. Pada nodal a besar gaya eksternalnya  $P_a$  sedangkan gaya internalnya  $I_a^1$ . Pada nodal b besar gaya eksternalnya  $P_b$  dan gaya internalnya  $I_b^1$  dan  $I_b^2$ . Adapun pada nodal c besar gaya eksternalnya  $P_c$  dan gaya internalnya  $I_c^2$ . Beban P akan menyebabkan *displacement* pada batang bar tersebut. *Displacement* yang terjadi diasumsikan kecil. sehingga regangan yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$\varepsilon_{11} = \frac{u^b - u^a}{L} \dots\dots\dots(1)$$

Nilai  $u^a$  merupakan displacement pada nodal a, sedangkan  $u^b$  displacement pada nodal b, dan L adalah panjang elemen 1

Material yang digunakan diasumsikan elastis. Modulus elastisitas disimbulkan dengan E. Berdasarkan hukum *Hooke's* tegangan yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$\sigma_{11} = E \varepsilon_{11} \dots\dots\dots(2)$$

Besar gaya internal yang terjadi akibat beban P dinodal a, yaitu  $I_a^1$  dapat dihitung dengan persamaan 3, dan A merupakan luas penampang batang bar.

$$I_a^1 = \sigma_{11}A = \frac{EA}{L}(u^b - u^a) \dots\dots\dots(3)$$

Pada kondisi kesetimbangan jumlah gaya pada tiap nodal sama dengan nol. Penjumlahan gaya pada nodal a pada kondisi kesetimbangan dapat ditulis seperti pada persamaan 4.

$$P_a + \frac{EA}{L}(u^b - u^a) = 0 \dots\dots\dots(4)$$

Kondisi kesetimbangan pada nodal b akan menghasilkan persamaan 5.

$$P_b - \frac{EA}{L}(u^b - u^a) + \frac{EA}{L}(u^c - u^b) = 0 \dots\dots\dots(5)$$

Sedangkan pada nodal c akan menghasilkan persamaan 6.

$$P_c - \frac{EA}{L}(u^c - u^b) = 0 \dots\dots\dots(6)$$

Pada metode implisit penyelesaian persamaan kesetimbangan untuk displacement setiap nodal harus dilakukan secara simultan. Konsekuensinya persamaan kesetimbangan tiap nodal harus di selesaikan dalam bentuk matrik, bila properti tiap elemen sama, bentuk persamaan matriknya seperti pada persamaan 7.

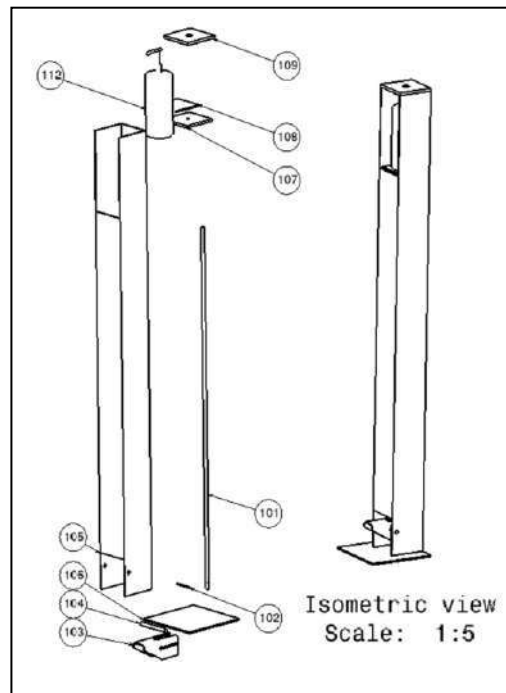
$$\begin{Bmatrix} P_a \\ P_b \\ P_c \end{Bmatrix} \left( \frac{EA}{L} \right) \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u^a \\ u^b \\ u^c \end{Bmatrix} = 0 \dots\dots\dots(7)$$

*Post-processing* merupakan langkah terakhir dalam proses simulasi. Pada tahap ini parameter – parameter hasil perhitungan di tahap *solver* seperti yang direncanakan pada tahap *pre-processor* ditampilkan. Berdasarkan hasil simulasi tersebut analisa kelayakan struktur dilakukan. Proses iterasi perlu dilakukan bila kekuatan struktur lemah atau terlalu kuat. Pemilihan material yang terlalu kuat akan menyebabkan biaya produksi yang terlalu mahal.

Hasil penelitian ini berupa spesifikasi teknis dan digital prototype yang sudah siap untuk proses manufaktur.

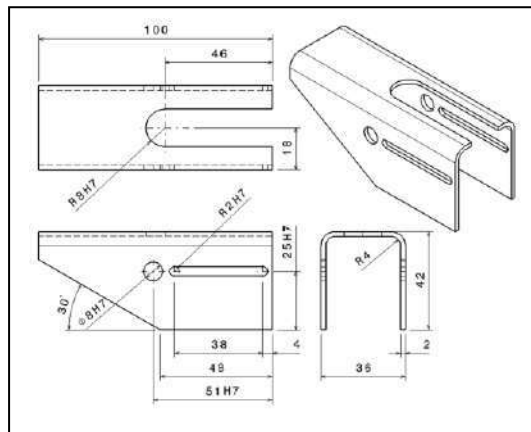
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Konsep rancangan *Foot-operated handsanitizer stand* yang akan di buat seperti terlihat pada gambar 4.



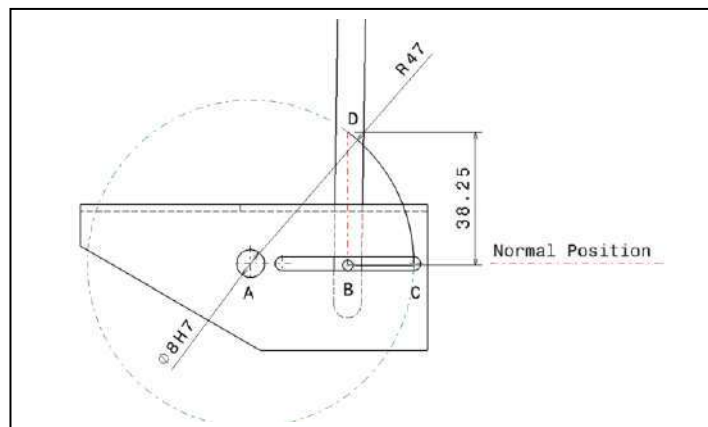
Gambar 4. Konsep rancangan *Foot-Operated Handsanitizer Stand*

*Step foot* merupakan komponen yang digunakan untuk mengkonversi beban pijakan kaki pengguna ke botol *handsanitizer*, komponen ini pada Gambar 4 ditunjukkan dengan nomor 103. *Detail design* komponen ini seperti dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Step foot*

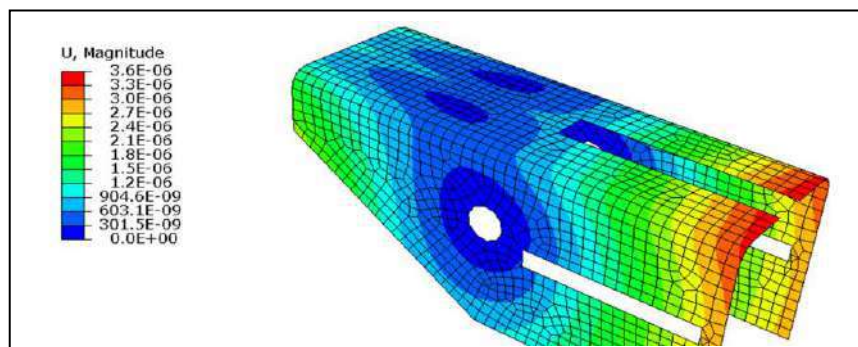
Kinematika komponen ini dapat diuraikan seperti gambar 6.



Gambar 6. Kinematika dari *step foot*

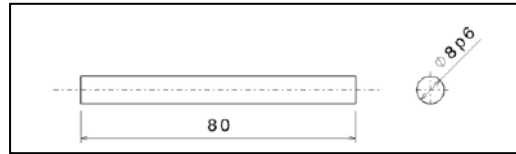
Titik A pada gambar 6 merupakan titik pusat putar komponen ini. Sedangkan titik B merupakan titik pusat poros batang *beam* dengan slider. Titik C merupakan batas maksimum perpindahan titik B di slider. Saat *step foot* digerakkan ke arah bawah dengan sudut  $90^\circ$  batang *beam* akan berpindah ke arah vertikal sebesar 38.25 mm pada titik D.

Komponen ini dirancang dengan *rigid* artinya saat mengalami beban maksimum besar deformasi yang terjadi kurang dari 0.1 mm. Analisa perancangannya dilakukan dengan menggunakan *Finite Element Analysis (FEA)* yang ada di *Abaqus*. Hasil simulasi dengan perangkat lunak tersebut seperti dapat dilihat pada gambar 7.

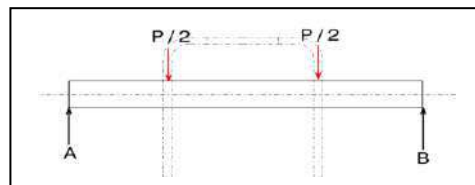


Gambar 7. Analisa *Step Foot* dengan *FEA*

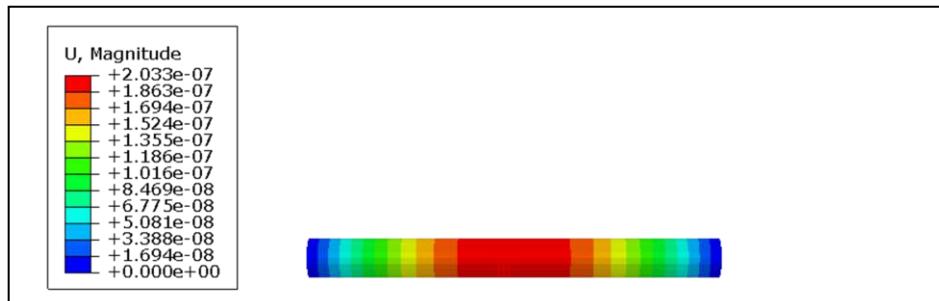
Maksimum *displacement* yang terjadi  $3.6E-6$  mm. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan struktur *step foot rigid* meskipun telah menerima beban maksimum sebesar 1.0 kg, akibat beban *handsanitizer* 600 mL beserta berat botol, 100 gram dan berat poros pengarah, 200 gram. Poros *step foot* merupakan komponen yang menumpu *step foot*. Pada Gambar 4 komponen ini memiliki nomor 104. Detail design komponen ini seperti pada Gambar 8.

Gambar 8. Poros *Step Foot*

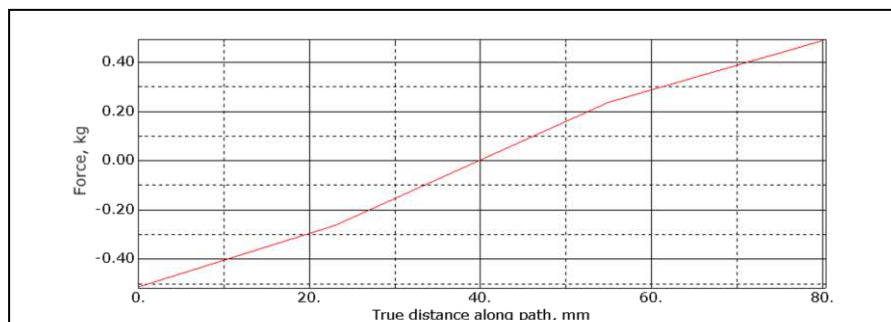
*Free Body Diagram (FBD)* komponen ini dapat dilihat pada Gambar 9. Komponen ini ditumpu dengan tumpuan roll A dan B pada kedua ujungnya. Gaya, P yang bekerja merupakan gaya terpusat sebesar 1 kg.

Gambar 9. *FBD* poros *step foot*

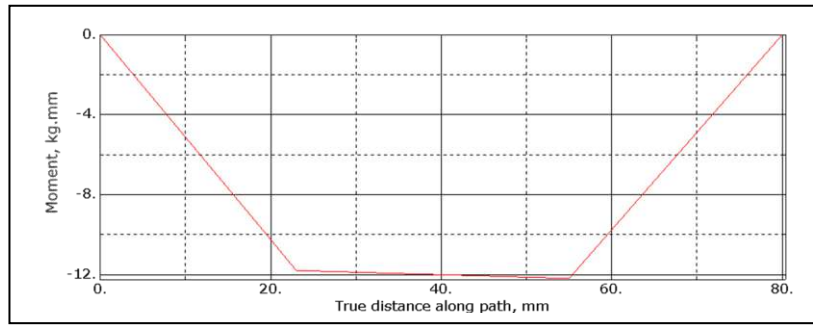
Hasil perhitungan defleksi poros *step foot* dengan *FEA* dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10. Defleksi poros *step foot*

Besar defleksi maksimum sebesar  $2.03E-7$  mm. Berdasarkan data ini disimpulkan poros dalam kondisi *rigid*. *Shear Force Diagram (SFD)* diprediksi seperti Gambar 11.

Gambar 11. *SFD* poros *step foot*

*Bending Moment Diagram (BMD)* diprediksi seperti Gambar 12.



Gambar 12. BMD poros *step foot*

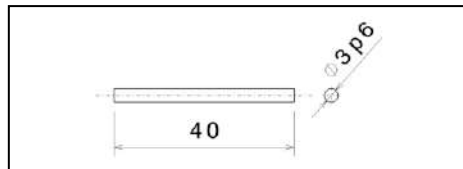
Besar Maksimum *Bending Moment* 12 kg.mm. Material yang digunakan st 37 artinya tegangan yieldingnya 37 kg/mm<sup>2</sup> (Younggi, 2021). Sehingga berdasarkan persamaan 8 berikut ini

$$\sigma_y = \frac{My}{I} \dots\dots\dots (8)$$

$$37 \text{ kg/mm}^2 = \frac{M \cdot 2\text{mm}}{\frac{\pi d^4}{64} \text{ mm}^4}$$

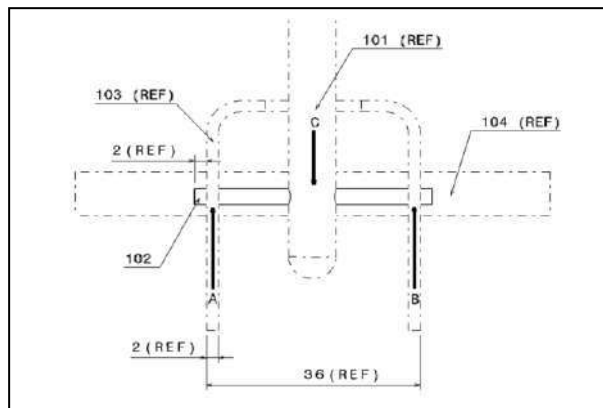
$$M = 37 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \times \frac{\pi(4\text{mm})^4}{64} \times \frac{1}{2\text{mm}} = 232,36 \text{ kg mm}$$

Dapat disimpulkan poros ini aman untuk digunakan pada rancangan ini. Komponen berikutnya adalah poros *slider* pada Gambar 1 memiliki nomor 102. Gambar dan ukurannya seperti dapat dilihat pada Gambar 13.



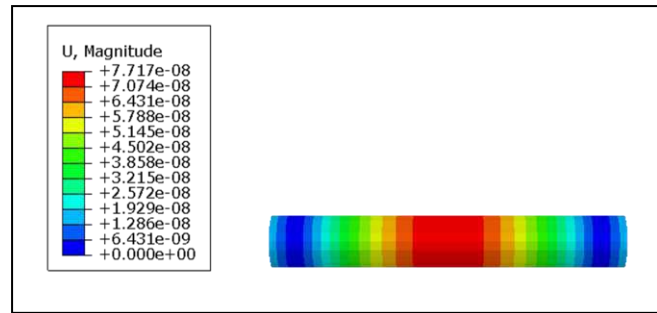
Gambar 13. Poros *Slider*

*Free Body Diagram (FBD)* komponen ini dapat dilihat pada Gambar 14. Komponen ini ditumpu dengan tumpuan roll A dan B pada kedua ujungnya. Gaya, P yang bekerja merupakan gaya terpusat dengan posisi di titik tengah batang dengan besar 1.0 kg. Gaya tersebut merupakan berat handsanitizer, poros dan batang nomor 101.



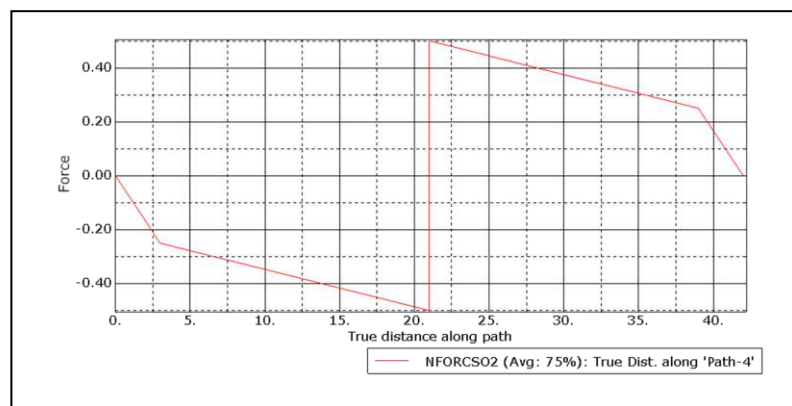
Gambar 14. FBD Poros *Slider*

Hasil perhitungan defleksi poros *slider* dengan *FEA* dapat dilihat pada Gambar 15.



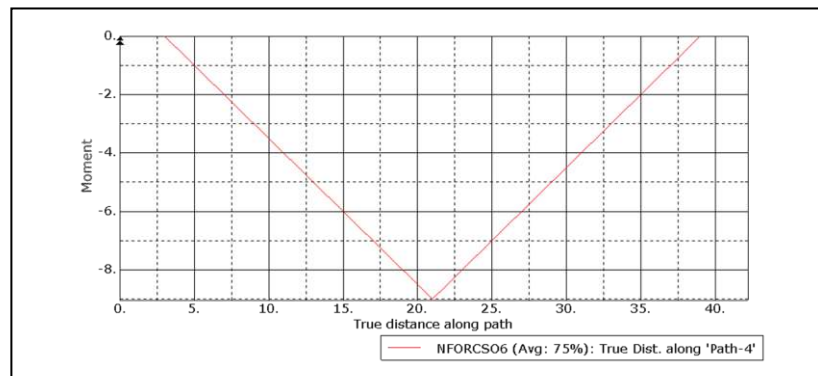
Gambar 15. Defleksi poros *slider*

Besar defleksi maksimum sebesar  $7.72E-8$  mm, sehingga poros rigid. *Shear Force Diagram (SFD)* diprediksi seperti Gambar 16.



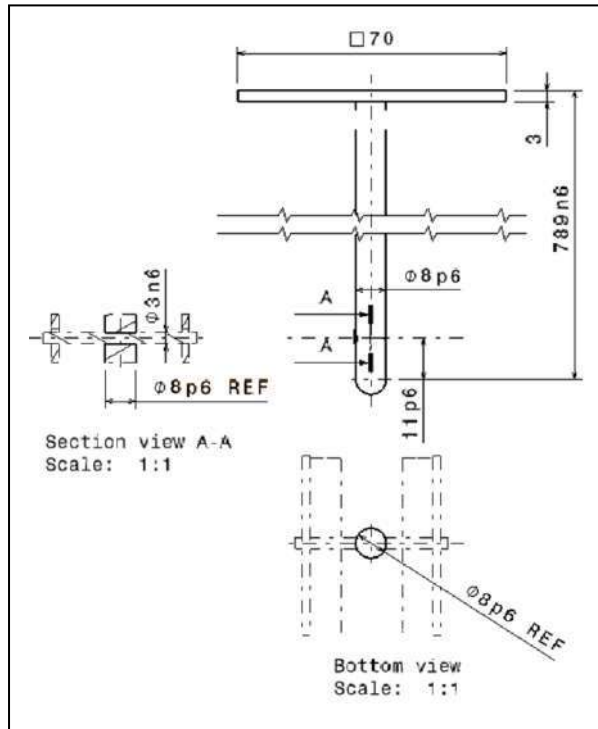
Gambar 16. *SFD* poros *slider*

Sedangkan *Bending Moment Diagram (BMD)* diprediksi seperti Gambar 17.

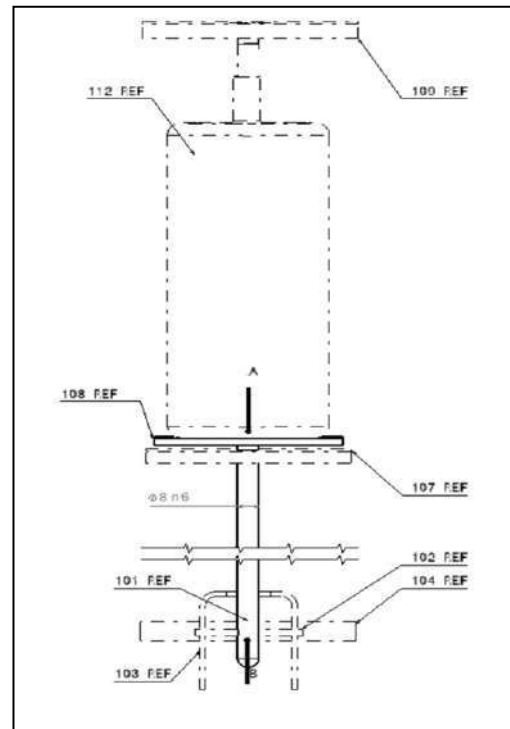


Gambar 17. *BMD* poros *slider*

Berdasarkan hasil simulasi besar bending moment 9 kg mm. Material yang digunakan untuk membuat poros ini st 37, sehingga sesuai dengan persamaan 8 dapat diperoleh nilai maksimum momennya adalah  $M = 98.0$  kg mm. Kesimpulannya poros ini aman digunakan pada mekanisme ini. Analisa komponen selanjutnya adalah komponen nomor 101 pada Gambar 4. Gambar dan ukurannya dapat dilihat pada Gambar 18. Sedangkan *Free Body Diagram (FBD)* komponen ini dapat dilihat pada Gambar 19

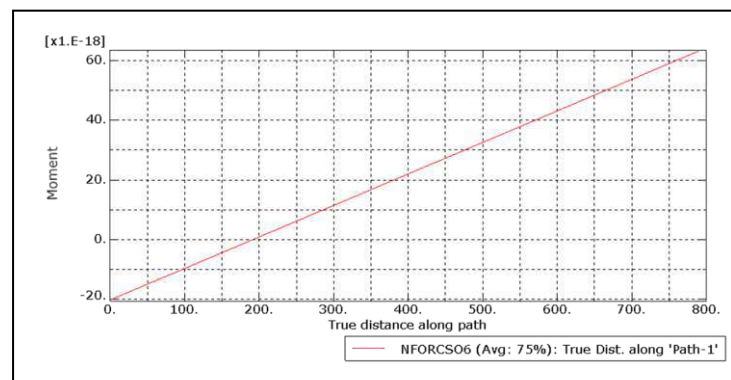


Gambar 18. Part 101



Gambar 19. FBD Part 101

Komponen ini mengalami Gaya tekan di titik A dan B. Gaya, yang bekerja merupakan gaya terpusat dengan besar 1.0 kg. Gaya tersebut merupakan berat handsanitizer, poros dan Gaya akibat pijakan kaki pengguna. Hasil perhitungan defleksi poros 101 dengan FEA sebesar  $7.48E-8$  mm. Berdasarkan data ini disimpulkan poros dalam kondisi *rigid*. Sedangkan *Bending Moment Diagram (BMD)* yang diprediksi dengan FEA seperti Gambar 20.



Gambar 20. BMD poros part 101

Berdasarkan hasil simulasi besar bending moment 9 kg mm. Material yang digunakan untuk membuat poros ini St 37, sehingga berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan 8 dapat diperoleh nilai maksimum momennya, sebesar,  $M = 1858.9 \text{ kg mm}$  dan dapat disimpulkan aman untuk digunakan pada mekanisme ini, karena masih di daerah linier elastis material St37.

## KESIMPULAN

Berdasarkan *draft digital design* dan analisa struktur dengan menggunakan CAD/CAE rancangan ini layak untuk dimanufaktur. Prediksi kekuatan dan kekakuan strukturnya cukup baik. Spesifikasi teknis produk ini. *Overall dimension*, tinggi total 1000 mm, lebar 150 mm, dan panjang 150 mm. Material yang dipergunakan st 37. Botol *handsanitizer* yang dipergunakan berkapasitas 1000 mL dengan ketinggian botol 135 mm.



## PENELITIAN SELANJUTNYA

Perlu rancangan baru yang lebih sederhana dengan fungsi yang sama serta biaya produksinya lebih murah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dassault Systèmes. (2014). ABAQUS 6.14 Getting Started with Abaqus: Interactive Edition. *ABAQUS 6.14 Getting Started*, 693. <http://abaqusdoc.ucalgary.ca/books/gsk/default.htm>
- Dassault Systèmes Simulia. (2012). Abaqus CAE User's Manual (6.12). In *Manuals*.
- Eiref, S. D., Leitman, I. M., & Riley, W. (2012). Hand Sanitizer Dispensers And Associated Hospital-Acquired Infections: Friend or fomite? *Surgical Infections*, 13(3), 137–140. <https://doi.org/10.1089/sur.2011.049>
- Hibbeler, R. (2012). *Twelfth Edition*. 665.
- Lee, J., Lee, J. Y., Cho, S. M., Yoon, K. C., Kim, Y. J., & Kim, K. G. (2020). Design of automatic hand sanitizer system compatible with various containers. *Healthcare Informatics Research*, 26(3), 243–247. <https://doi.org/10.4258/hir.2020.26.3.243>
- Logan, D. L. (1987). A first course in the finite element method. In Thomson (Ed.), *Finite Elements in Analysis and Design* (Fourth Edi, Vol. 3, Issue 2). Thomson. [https://doi.org/10.1016/0168-874x\(87\)90008-4](https://doi.org/10.1016/0168-874x(87)90008-4)
- Wichaidit, W., Naknual, S., Kleangkert, N., & Liabsuetrakul, T. (2020). Installation of pedal-operated alcohol gel dispensers with behavioral nudges and changes in hand hygiene behaviors during the covid-19 pandemic: A hospital-based quasi-experimental study. *Journal of Public Health Research*, 9(4), 423–427. <https://doi.org/10.4081/jphr.2020.1863>
- World Health Organization. (2021a). *Coronavirus*. [https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1)
- World Health Organization. (2021b). COVID-19: Occupational Health And Safety For Health Workers. *Who, February*, 1–16. [https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-HCW\\_advice-2021.1](https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-HCW_advice-2021.1)
- Younggi, D. (2021). *Teknik Mesin Manufaktur: Penomoran Baja Struktural Menurut DIN 17100*. <http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2015/02/penomoran-baja-struktural-menurut-din.html>
- Zywicz, E., Deteresa, S., Simunovic, S., Lee, H., Starbuck, J. M., Boeman, R. G., Bank, C., ASTM International, ASTM D256, روحانی حادری, Test, C. V., Tests, O., Bv, G., Goldak, J., Nguyen, D., NN, Anónimo, Romanenko, A., SuslyaeV, V., ... Banthia, V. K. (2012). Thin-walled structures as impact energy absorbers. *Materials and Design*, 2(1), 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0263-8231\(02\)00082-4](https://doi.org/10.1016/S0263-8231(02)00082-4)

## Perancangan Alat Otomatisasi Sistem Monitoring Dan Kontroling Tinggi Permukaan Air Sungai Sebagai Peringatan Dini Terjadinya Banjir

Suparman<sup>1</sup>, Eka Suhartanto<sup>2</sup>, Yahya Ibnu Shina<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta  
Email : [suparman.faiz.sf@gmail.com](mailto:suparman.faiz.sf@gmail.com)

### ABSTRACT

*The frequent occurrence of floods caused by overflows of river water indicates a lack of supervision of water level activities, even though the impact of the flood is very detrimental to the community. Therefore we need a business that can monitor and control water capacity, one form of business that can be made is by designing a device that can monitor and control the water level using sensors and microcontrollers. The way this tool works is as a means of detecting water level distances using an SRF 05 sensor by sending a signal to the Arduino uno microcontroller to process the data and then output from the LCD in the form of letters and numbers, the LED indicator which indicates the water level is a warning sign for this system. This system has three levels of water activity levels, namely at level 1 marked with a green LED then at level 2 marked with a blue LED then at level 3 marked with a red LED, the LED connected to the buzzer will provide a warning sign in the form of a siren/alarm that the water has been at the highest level and the relay has come alive with a red color. The design of an automated monitoring and control system for water level using sensors and microcontrollers has been successfully carried out. The purpose of this research is to design a tool that can monitor the water level in real time and is also based on a microcontroller. The calibration results show that the SRF 05 sensor has an average water level measuring instrument accuracy of 99.67% and has an average relative error of 0.33%. The results of this study indicate that the design of the tool that has been made has worked well as a monitoring and control system for water level using the Arduino Uno microcontroller.*

**Keywords:** 16x2 LCD, Arduino Uno, Buzzer, LED, Relay, SRF 05.

### INTISARI

Sering terjadinya bencana banjir yang disebabkan luapan dari air sungai menandakan kurangnya pengawasan terhadap aktifitas ketinggian air, padahal dampak yang ditimbulkan dari banjir tersebut sangat merugikan masyarakat. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu usaha yang dapat memonitoring dan mengontrol kapasitas air, salah satu bentuk usaha yang dapat dibuat yaitu dengan merancang suatu alat yang dapat memonitoring dan mengontrol ketinggian air menggunakan sensor dan mikrokontroler. Cara kerja alat ini yaitu sebagai alat pendeteksi jarak tinggi permukaan air menggunakan sensor SRF 05 dengan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler Arduino uno untuk mengolah datanya lalu keluaran dari LCD dalam bentuk huruf dan angka, LED indikator yang menandakan ketinggian air merupakan tanda peringatan sistem ini. Sistem ini memiliki tiga level ketinggian aktivitas air, yaitu pada level 1 ditandai dengan LED berwarna hijau lalu pada level 2 ditandai dengan LED berwarna biru kemudian pada level 3 ditandai LED yang berwarna merah, LED yang terhubung dengan buzzer akan memberikan tanda peringatan berupa sirine/alarm bahwa air telah berada di level tertinggi dan Relay menjadi hidup dengan berwarna merah. Perancangan alat otomatisasi sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air menggunakan sensor dan mikrokontroler telah berhasil dilakukan. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat suatu rancangan alat yang dapat memantau ketinggian permukaan air secara real time juga berbasis mikrokontroler. Hasil kalibrasi terlihat bahwa sensor SRF 05 memiliki akurasi rata-rata alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 99,67 % dan memiliki rata-rata eror relatif sebesar 0,33 %. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan alat yang dibuat telah bekerja dengan baik sebagai sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

**Kata Kunci:** 16x2 LCD, Arduino Uno, Buzzer, LED, Relay, SRF 05.

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan, yang memiliki banyak sungai yang tersebar di seluruh pulau dengan karakteristik yang beraneka ragam. Banyaknya aliran sungai di Indonesia menjadi salah satu sebab menjadi negara rawan banjir. Indonesia memiliki curah hujan yang tinggi, sekitar

1.000 hingga 4.000 per tahunnya. Selain banjir, curah hujan yang tinggi juga membuat Indonesia rentan akan longsor. Penyebab banjir mencakup curah hujan yang tinggi, adanya permukaan tanah lebih rendah dibandingkan muka air laut, wilayah yang terletak pada suatu cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan sedikit resapan air, pendirian bangunan disepanjang bantaran sungai, adanya aliran sungai tidak lancar akibat terhambat oleh sampah, serta kurangnya tutupan lahan di daerah hulu sungai (Rahmaniah, 2021). Setiap orang harus tetap waspada dengan kemungkinan bencana alam yang dapat terjadi.

Peringatan dini terhadap bencana sangat diperlukan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana. Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana telah mengamanatkan peringatan dini sebagai bagian dari penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi terdapat potensi terjadinya bencana, di samping upaya kesiapsiagaan dan mitigasi bencana (BNPB, 2022).

Peringatan dini juga telah ada dalam Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 yang bertujuan untuk pengambilan tindakan cepat tepat untuk mengurangi risiko bencana, serta persiapan tindakan tanggap darurat. Peringatan dini harus diselenggarakan dengan seimbang sehingga menghasilkan manfaat yang optimal dan efektif. Peringatan dini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu pengamatan gejala bencana, analisis hasil pengamatan gejala bencana, pengambilan keputusan oleh pihak yang berwenang, penyebarluasan informasi tentang peringatan bencana dan pengambilan tindakan oleh masyarakat (BNPB, 2022).

Sering terjadinya bencana banjir yang disebabkan luapan dari air sungai menandakan kurangnya pengawasan terhadap aktifitas ketinggian air, padahal dampak yang ditimbulkan dari banjir tersebut sangat merugikan masyarakat. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemantauan aktifitas air secara real time yang setidaknya dapat memberikan peringatan dini sebelum terjadinya banjir (Filavati & Istarno, 2018).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi banjir yaitu dengan upaya memanfaatkan alat pendeteksi banjir. Adanya alat pendeteksi banjir di masyarakat bisa menjadi solusi mengetahui lebih awal terjadinya banjir (Nasution, 2019). Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan khususnya di bidang elektronika sangat membantu kegiatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada zaman modern seperti sekarang ini, peradaban manusia yang semakin maju dan menghasilkan sebuah teknologi yang dapat membantu memenuhi kebutuhan hidupnya. Manusia merasa dimudahkan dan terbantu dengan adanya teknologi berupa alat-alat kontrol sederhana termasuk robotika yang mendukung kinerja manusia (Jaya, 2016).

Masuknya Indonesia menjadi wilayah yang rawan banjir maka perlu adanya teknologi yang dirancang secara otomatisasi sebagai sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air sungai sebagai peringatan dini terjadinya banjir. Alat pendeteksi banjir harus dirancang untuk memudahkan masyarakat dalam mendapatkan informasi deteksi dini banjir dengan baik dan akurat. Melihat hal ini maka perlu adanya sistem monitoring, kontroling dan evaluasi. Monitoring dilakukan untuk mengumpulkan pengukuran kemajuan dan data dari memantau sebuah perubahan atau objek dari program yang terfokus pada proses juga keluarannya disebut. Untuk menjawab sebuah permasalahan diperlukan kegiatan monitoring guna mendapatkan data dasar, sebaliknya dengan memosisikan suatu data supaya bisa digunakan dan diharapkan akan memberikan nilai lebih disebut evaluasi. Sedangkan kontroling sebagai proses yang menentukan pelaksanaan, pekerjaan dan perbaikan. Fungsi dari kontroling adalah bagian dari sistematisa manajemen pelaksanaan suatu tugas tertentu. Selain fungsi kontroling, tujuan pengawasan juga tidak kalah penting untuk dipahami. apabila tujuannya sudah jelas, maka otomatis fungsi dapat dijalankan sesuai dengan konsep awal dan akan memberikan manfaat tertentu (Nasution, 2019).

Berdasarkan latar belakang yang ada maka peneliti tergerak untuk merancang alat otomatisasi sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air sungai sebagai peringatan dini terjadinya banjir sehingga alat ini dapat memberikan informasi ke masyarakat sekitar sungai yang terdekat dengan lokasi banjir.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penelitian pengambilan data ini dilaksanakan pada bulan Maret - April 2022 dan penelitian ini dilakukan di Kampus Instiper Yogyakarta serta di Selokan Mataram Desa Maguwaharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Pada kegiatan penelitian menggunakan analisis data kualitatif, dilakukan dengan melakukan penelitian eksperimen. Jenis penelitian tersebut berupa *library research* adalah metode penelitian dengan melakukan membaca dan mencatat bahan penelitian lalu mengolahnya, bahan penelitian didapat dari mengutip

pendapat para ahli, dari jurnal dan dari internet yang memiliki hubungan dengan penelitian tersebut dan juga *field research* adalah metode penelitian dengan turun langsung ke lapangan untuk mendapatkan dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk bahan dari pembahasan (Sari, 2020). Dalam pengumpulan data, metode yang digunakan adalah metode observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung pada tempat penelitian terhadap suatu objek yang akan dibahas dan diteliti juga mencari data atau informasi sebanyak mungkin yang memiliki hubungan dengan objek yang diteliti (Fairuzelsaid, 2021).

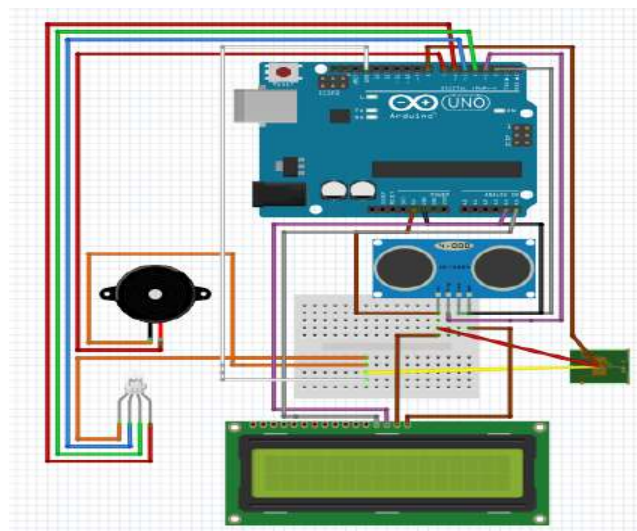
Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini meliputi laptop Processor Core i7, Hardisk 1TB, RAM 8GB, arduino uno, sensor ultrasonik (srf 05), LED / penanda ketinggian hijau, biru, merah, buzzer, LCD 16x2, relay dan kabel jumper. Sedangkan perangkat lunak menggunakan Microsoft Windows 10 atau Windows XP sebagai sistem operasi dan aplikasi Arduino Ide.

Air digunakan sebagai objek penelitian pada rancang rangkaian sistem ini, rancangan ini dapat memantau otomatis semua aktivitas tinggi rendahnya air, komponen yang digunakan seperti dari sensor ultrasonik, Arduino Uno, Buzzer, mikrokontroler, LCD 16x2, kabel jumper LED dan Relay. Sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi jarak tinggi air lalu mengirim sinyal ke Arduino uno kemudian datanya diproses agar dapat tampil ke LCD dengan bentuk huruf dan angka, alat ini nanti akan memiliki pertanda seperti LED indikator yang menandai ketinggian air. terdapat tiga level tinggi air pada sistem ini, yaitu posisi level 1 ditandai LED berwarna hijau lalu posisi level 2 LED berwarna biru lalu posisi level 3 LED berwarna merah, LED yang terhubung buzzer akan memberikan peringatan berupa sirine ketikatinggi air telah pada posisi level 3 dan Relay menjadi hidup dengan berwarna merah.

Proses pengetesan perangkat lunak agar dapat mengetahui sistem yang dibuat ini sesuai dan dapat bekerja sesuai yang diharapkan disebut pengujian sistem. Pada pengujian dari sistem ini biasa juga diartikan untuk memperoleh bug dan masalah pemrograman yang mengakibatkan gagal pada pengetesan sistem perangkat lunak.

Pada penelitian ini menggunakan metode pengujian black box testing. Rangkaian sistem yang telah jadi akan diuji dari proses yang akan terjadi. Rangkaian sistem diuji untuk mengetahui permasalahan seperti kesalahan penulisan kode. ada beberapa langkah pengujian yaitu pengujian perakitan alat, bisa dilakukan dengan mengetes seluruh rangkaian pada alat dan keseluruhan sistem kemudian mengecek rangkaian apabila sudah berjalan sesuai yang diinginkan.

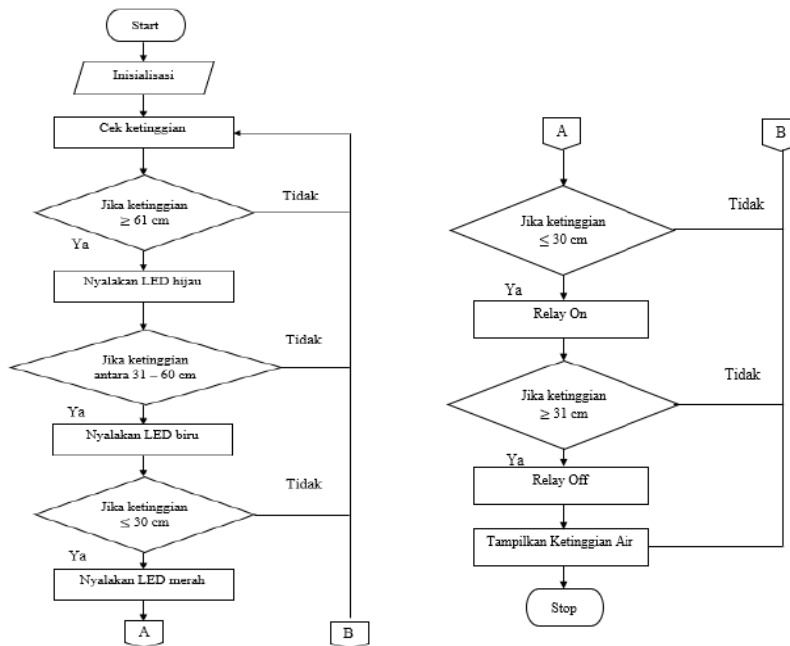
Untuk pengujian perangkat lunak yaitu diuji dengan menjalankan sistem. Dimulai dari proses input sampai dengan proses outputnya. Jika sistem sudah berjalan sesuai yang diinginkan kemudian didapat data ketinggian dan aktifitas dari aplikasi yang terkoneksi dengan PC. Dibagian pengujian sistem keseluruhan ini diuji dengan menghidupkan *prototype* dengan menghubungkan kabel yang tersambung dari Arduino uno ke sensor ultrasonik sebagai input dan melakukan kalibrasi dengan membandingkan hasil bacaan alat dengan hasil ukur meteran. Jika hasil bacaan alat sudah sesuai dengan hasil ukur meteran maka pada level 1 akan berwarna hijau, di level 2 akan berwarna biru dan di level 3 akan berwarna merah juga buzzer dan relay menyala bersamaan. Berikut ini skematik rangkaian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Skematik Rangkaian

## Hasil Perancangan Program

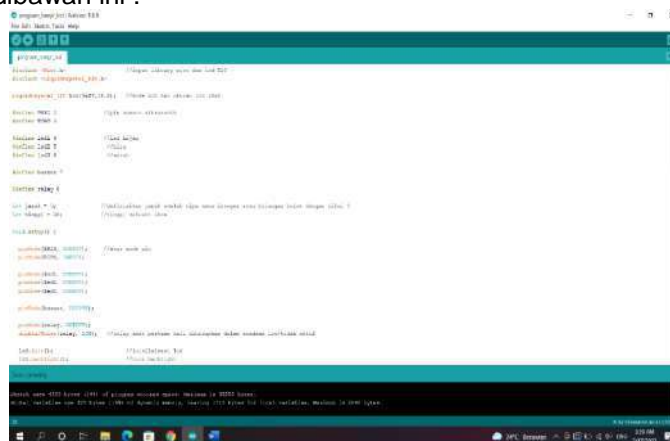
Alur kerja sistem dari penelitian ini dapat dilihat pada flowchart berikut :



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan dari Gambar 2 diatas dimulai dari inialisasi sistem yang merupakan tahapan awal proses pengukuran ketinggian air. Inialisasi atau pengenalan ini digunakan untuk mendeteksi ketinggian air. Selanjutnya pengecekan ketinggian disini alat melakukan pembacaan ketinggian air. Jika air pada posisi bawah ditandai LED hijau menyala, jika air pada posisi tengah ditandai LED biru menyala dan jika air pada posisi atas ditandai LED merah menyala, sirene dan relay menyala secara bersamaan. Penampilan ketinggian disini LCD akan berulang secara terus-menerus menampilkan aktifitas air setelah dilakukan pengecekan.

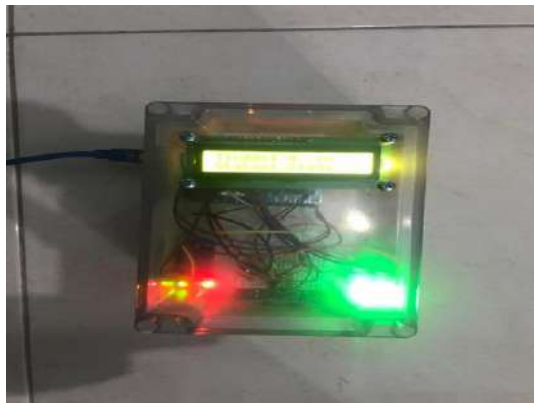
Pada perancangan rangkaian alat kali ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, maka otomatis menggunakan Arduino Ide sebagai pembuatan programnya. Bahasa pemrograman JAVA yang digunakan Arduino Ide. Arduino Ide adalah hasil pengembangan dari software Processing yang dirombak menjadi Arduino Ide yang khusus digunakan pemrograman dengan Arduino. Pada Arduino Ide terdapat semacam message box yang berwarna hitam berfungsi untuk menampilkan status, seperti pesan compile, upload program dan error. Board yang telah terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan berada dibagian bawah paling kanan Arduino Ide. Untuk menjalankannya perlumenghubungkan Arduino Uno dengan USB yang terhubung ke laptop supaya program bisa dibaca. Tampilan program Arduino Ide yang telah dibuat dan siap digunakan seperti pada Gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3 Tampilan Program Koding Arduino Ide

## Hasil Perancangan Perangkat Keras

Hasil perancangan perangkat keras

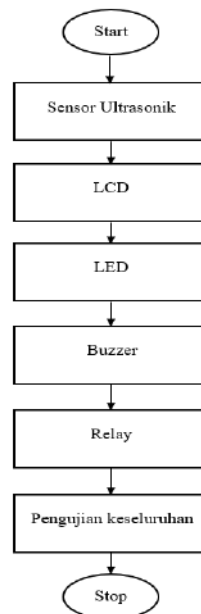


Gambar 4 Alat Monitoring dan Kontroling Tinggi Permukaan Air

Gambar 4 adalah hasil rakitan alat Monitoring dan kontroling tinggi Air yang memakai sensor ultrasonik. Alat ini menggunakan Arduino Uno untuk pusat kontrol dari kinerjanya. Alat ini menggunakan empat port dari mikrokontroler yang bisa digunakan mengubah input menjadi output. Alat ini juga memakai LCD 16x2 untuk menampilkan aktifitas air secara visual. Kemudian LED sebagai penampil tinggi air dengan lampu RGBnya. Ketika air pada posisinormal ditandai LED hijau menyala. ketika air pada posisi siaga ditandai LED biru menyala dan ketika air pada posisi waspada ditandaiLED merah, buzzer dan relay menyala bersamaan. Buzzer dan relay ini bekerja sebagai output yang berfungsi ketikadilevel 3 (waspada) untuk menandai ketinggian air yang berbeda.

## Hasil Pengujian Sistem

Pada pengujian ini digunakan untuk mengetahui sistem yang telah dibuat bisa berjalan sesuai yang diinginkan juga berguna untuk membantu pekerjaan manusia (Wibisono & Baskoro, 2002). Pengujian dimulai dari menguji modul atau komponen terpisah. Kemudian melaukan uji pada sistem keseluruhan. Metode yang digunakan seperti pada flowchart 5 dibawah ini:



Gambar 5 Diagram Alir Pegujian Sistem

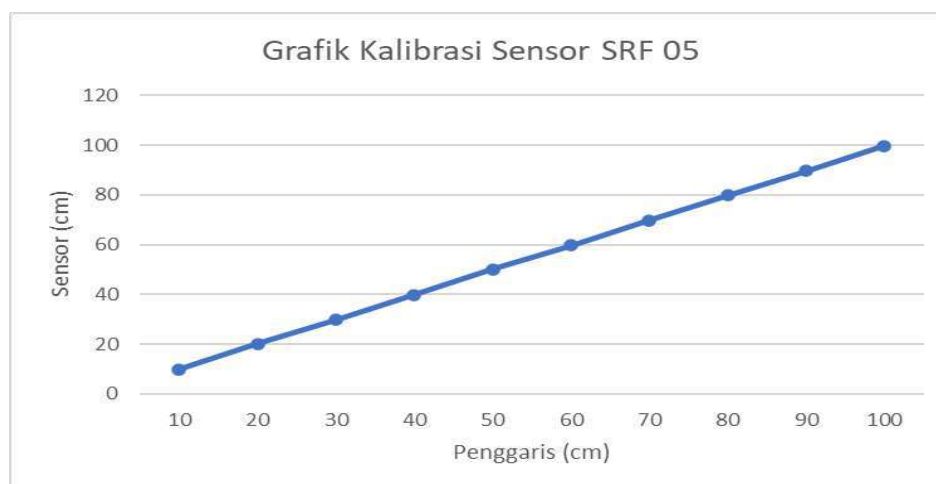
Pengujian sensor ultrasonic, sensor ultrasonik atau sensor ping merupakan alat yang cara kerjanya menggunakan pancaran gelombang ultrasonic (Puspasari et al., 2019). Sensor ping ini memiliki rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut transmitter dan rangkaian penerima ultrasonik yang biasa disebut receiver. Pengujian dilakukan dengan membaca tinggi air yang berada didalam ember untuk mengetahui air pada level ketinggian maksimum atau minimum. Sensor digunakan untuk input dari empat output pada sistem yang telah dibuat sebuah LCD yang mendapat sinyal dari sensor lalu diubahnya kebentuk huruf dan angka. LED digunakan untuk indikator level tinggi air, lalu buzzer untuk pertanda bunyi atau sirine dan juga Relay sebagai saklar yang keduanya akan hidup bersamaan saat level tinggi air pada posisi tertinggi. Kalibrasi hasil dari pengujian sensor yang telah dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan seperti alat monitoring ketinggian air, alat meteran dan air dalam ember, mengatur jarak sensor dan air sejauh 10 cm terhadap meteran, mencatat hasil pembacaan dari sensor, mengulangi prosedur 2 dan 3 untuk tiap jarak berikutnya dengan menambah 10 cm antara 10 cm sampai 90 cm dan menghitung *error relative* pembacaan sensor terhadap penggaris, jika besarnya eror lebih dari 5 %, perlu melakukan kalibrasi ulang menggunakan prosedur yang sama. Dari pengujian tersebut dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Kalibrasi Sensor SRF 05

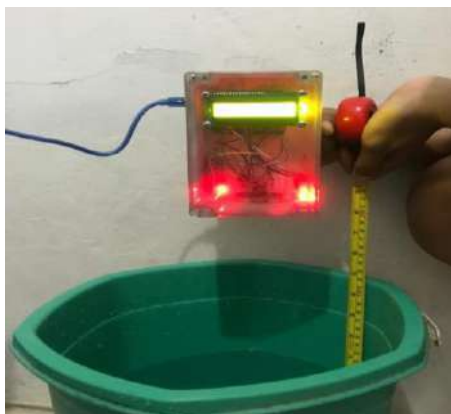
No.	Waktu	Jarak Sensor (cm)	Jarak Penggaris (cm)	Error Relatif (%)
1.	09.05	9,8	10	2
2.	09.10	20,2	20	-1
3.	09.15	29,7	30	1
4.	09.20	39,9	40	0,25
5.	09.25	50,1	50	-0,2
6.	09.30	59,8	60	0,34
7.	09.35	69,9	70	0,14
8.	09.40	79,8	80	0,25
9.	09.45	89,7	90	0,34
10.	09.50	99,8	100	0,2
Rata-rata				0,33

Sensor SRF 05 memiliki range 3 cm – 400 cm. Tetapi, percobaan ini *prototypedidesain* untuk pengukuran perubahan jarak antara 10 – 100 cm, pengujian tersebut dilakukan menggunakan metode kuasi eksperimental yaitu membandingkan dua variabel dengan percobaan yang random jumlahnya, dan berfungsi untuk memperkecil eror. Dari hasil kalibrasi terlihat bahwa sensor SRF 05 memiliki akurasi rata-rata alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 99,67 % dan memiliki rata-rata eror relatif sebesar 0,33 %.

Dari tabel 1 dapat dibuat sebuah grafik penghubung antara hasil pembacaan sensor dan meteran, dapat dilihat hasil dari pembacaan sensor disimbolkan sumbu y dan hasil dari pembacaan meterandisimbolkan sumbu x, sehingga diperoleh grafik kalibrasi sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik Kalibrasi Sensor SRF 05



Gambar 7 Proses Kalibrasi Sensor Ultrasonik

### Pengujian alat keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan cara mendeteksi tinggi permukaan air pada sungai untuk mengetahui air dalam keadaan status normal, siaga atau waspada, hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Alat Keseluruhan

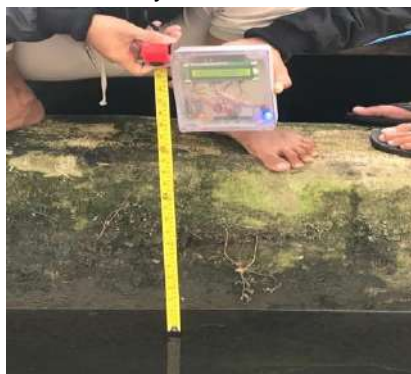
Level	Status	Jarak	Indikator	Keterangan
1	Normal	$\geq 61$ cm	Hijau	Buzzer dan relay mati
2	Siaga	31 – 60 cm	Biru	Buzzer dan relay mati
3	Waspada	$\leq 30$ cm	Merah	Buzzer dan relay nyala

Pengujian Alat pada level 1 (Gambar 8), air berada pada status normal dengan jarak diatas 60 cm maka LED hijau menyala, buzzer dan relay mati.



Gambar 8 Pengujian Alat Pada level 1

Pengujian Alat pada level 2 (Gambar 9), air berada pada status siaga dengan jarak antara 31 - 60 cm maka LED biru menyala, buzzer dan relay mati.



Gambar 9 Pengujian Alat Pada level 2



Pengujian alat pada level 3 (Gambar 10), air berada pada status waspada dengan jarak dibawah 31 cm maka LED merah menyala, buzzer dan relay menyala secara bersamaan.



Gambar 10 Pengujian Alat Pada level 3

Pengujian sistem keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3,

Tabel 3 Pengujian Sistem Keseluruhan

NO.	JARAK (cm)	OUTPUT			
		LED	BUZZER	LCD (cm)	RELAY
1	10	merah	Bunyi	10	Hidup
2	15	merah	Bunyi	15	Hidup
3	20	merah	Bunyi	20	Hidup
4	25	merah	Bunyi	25	Hidup
5	30	merah	Bunyi	30	Hidup
6	35	biru	Diam	35	Mati
7	40	biru	Diam	40	Mati
8	45	biru	Diam	45	Mati
9	50	biru	Diam	50	Mati
10	55	biru	Diam	55	Mati
11	60	biru	Diam	60	Mati
12	65	hijau	Diam	65	Mati
13	70	hijau	Diam	70	Mati
14	75	hijau	Diam	75	Mati
15	80	hijau	Diam	80	Mati
16	85	hijau	Diam	85	Mati
17	90	hijau	Diam	90	Mati

Analisis hasil pengujian, dari kegiatan pengujian didapatkan bahwa sensor yang dipakai bisa berjalan dengan normal untuk melakukan pemantauan tinggi air dari level normal hingga level waspada. Maka pemantauan tinggi air pun berjalan sesuai yang diharapkan. LCD dapat memunculkan data berupa huruf dan angka dari aktifitas air juga LED sebagai indikator level tinggi air kemudian secara otomatis menyalakan sirine dari buzzer dan relay menyala pada level waspada. Analisis kelayakan sistem pada pembuatan dan perancangan sistem pemantauan tinggi permukaan air, pengujian dari komponen keseluruhan dan terpisah didapatkan hasil seperti yang diinginkan maupun yang sudah diprogramkan. Setelah dirancangnya sistem pemantauan tinggi permukaan air, didapatkan suatu *prototype* pendeteksi tinggi permukaan air sungai yang berdampak pada kemudahan dan efektifitas kerja yang lebih produktif bagi masyarakat umum.

Analisis kelemahan sistem ditemukan kelemahan, tetapi kelemahan ini tidak begitu berarti maupun serius yang mengakibatkan sistem tersebut tidak berfungsi sebagai mana yang diinginkan. Kelemahan ini terdapat pada sensor yang setelah dikalibrasi ternyata memiliki eror relatif alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 0,33 % dan memiliki akurasi rata-rata sebesar 99,67 %. Oleh sebab itu diperlukan sensor yang memiliki ketepatan pembacaan yang lebih tinggi lagi, sehingga alat pemantauan tinggi permukaan air ini dapat bekerja dengan optimal.

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa alat yang telah dibuat mampu melakukan monitoring tinggi permukaan air sungai menggunakan LED untuk indikator level ketinggian air, LCD dapat menggambarkan ketinggian air, buzzer sebagai penanda bunyi dan relay sebagai indikator buka tutup pintu air otomatis. Dari hasil kalibrasi terlihat bahwa sensor SRF 05 memiliki akurasi rata-rata alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 99,67 % dan memiliki rata-rata eror relatif sebesar 0,33 %. Alat ukur sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air ini dapat diimplementasikan pada sungai, alat ini mampu memberi peringatan dini banjir pada ketinggian  $\leq 30$  cm dengan indikator LED menyala merah, buzzer berbunyi dan relay menyala otomatis yang digunakan sebagai indikator untuk membuka pintu air pada sungai.

**DAFTAR PUSTAKA**

- BNPB. (2022). Peringatan Dini Bencana. Retrieved from <https://bnpb.go.id/peringatan-dini-bencana>
- Fairuzelsaid. (2021). Teknik Observasi. Retrieved from <https://fairuzelsaid.upy.ac.id/mpti/teknik-observasi/>
- Filavati, Z. S., & Istarno. (2018). Pemodelan Daerah Risiko Banjir Akibat Luapan Sungai Menggunakan Data Airborne Lidar (Studi Kasus: Sungai Boyong, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Etd.Repository.Ugm.Ac.Id*. Retrieved from <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/162135>
- Jaya, H. (2016). *Desain Dan Implementasi Sistem Robotika* (Pertama, Vol. 300). Makassar: Edukasi Mitra Grafika.
- Nasution, R. F. (2019). *Sistem monitoring permukaan dan debit air sungai serta intensitas curah hujan sebagai peringatan dini banjir berbasis mikrokontroler atmega32*. *repository.uinsu.ac.id*. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Retrieved from [http://repository.uinsu.ac.id/9175/1/RIZKI Fitriana Nasution.pdf](http://repository.uinsu.ac.id/9175/1/RIZKI%20Fitriana%20Nasution.pdf)
- Puspasari, F., Fahrurrozi, I., Satya, T. P., Setyawan, G., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393>
- Rahmaniah. (2021). Analisis Penyebab Bencana Alam Banjir yang Ada di Wilayah Indonesia. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.31219/osf.io/gmpn4>
- Sari, M. (2020). NATURAL SCIENCE : Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA , ISSN : 2715-470X ( Online ), 2477 – 6181 ( Cetak ) Penelitian Kepustakaan ( Library Research ) dalam Penelitian Pendidikan IPA, 6(1), 41–53.
- Wibisono, W., & Baskoro, F. (2002). Pengujian Perangkat Lunak Dengan Menggunakan Model Behaviour Uml. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 1(1), 43. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v1i1.a95>

## PEDOMAN PENULISAN NASKAH

### Bahasa

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang baku.

### Susunan Naskah

Susunan naskah memuat judul, abstract, intisari, pendahuluan, metode, pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka dan ditulis tanpa menggunakan nomor sub judul. Judul singkat dan jelas menunjukkan isinya, ditulis bold dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Di bawah dicantumkan nama penulis (tanpa gelar) dan afiliasi, serta alamat email.

**ABSTRACT** dalam bahasa Inggris dan ditulis italic, dilengkapi dengan intisari berbahasa Indonesia yang memuat permasalahan, metodologi dan hasil. *Abstrac* dan Intisari memuat maksimal 300 kata dan dilengkapi dengan *keywords* atau kata kunci sebanyak 3-5 kata.

**PENDAHULUAN** berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metodologi (jika ada) serta tinjauan pustaka dan landasan teori yang relevan, tanpa menggunakan sub judul. Sumber rujukan ditunjuk dengan menuliskan di dalam kurung: nama akhir penulis dan tahun penerbitan.

**METODE** dapat berupa metode penelitian kuantitatif, kualitatif, survei, model penelitian kombinasi atau menggunakan metode penelitian deskriptif.

**PEMBAHASAN** menguraikan hasil analisis kualitatif dan/atau kuantitatif dengan penekanan pada jawaban atas permasalahan.

**KESIMPULAN** berisi pernyataan singkat tentang hasil yang disarikan dari pembahasan. Saran dapat dituliskan pada bagian paling akhir.

**DAFTAR PUSTAKA** hanya memuat pustaka yang relevan dengan naskah dan disusun menurut abjad, menggunakan aplikasi Mendeley, EndNote atau aplikasi sejenisnya dengan menggunakan *American Psychological Association* (APA) style

### Teknik Penulisan

Naskah diketik dengan jarak 1 spasi, pada format ukuran A4 (210 x 297 mm), halaman. Jenis huruf Arial 10 point, margin atas 2,5 cm, bawah 2.5 cm, kiri 3 cm, dan kanan 2.5 cm, Jumlah halaman 7-10 tanpa footnote. Gambar/Foto merupakan gambar digital (hasil scanner) yang menyatu dalam teks, menggunakan warna/*greyscale*. Penomoran tabel (di atas tabel), gambar (di bawah gambar) dengan nomor urut. Gunakan angka arab (1,2, 3 dst) untuk penomoran gambar,. Persamaan dituliskan dengan angka arab pada tepi kanan diantara tanda kurung.

**PENDAHULUAN, METODE, PEMBAHASAN, KESIMPULAN dan DAFTAR PUSTAKA** dibuat dengan 1 kolom

### Pengiriman Naskah

Naskah dikirim ke Redaksi melalui laman <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jurtek> secara *online*, melakukan registrasi (atau login bagi yang sudah mempunyai akun) terlebih dahulu kemudian mengunggah artikel dan Surat Pernyataan tertulis belum pernah dimuat dalam penerbitan lain.

Redaksi berhak menolak naskah yang tidak memenuhi kriteria/persyaratan teknis, mengadakan perubahan susunan naskah, memperbaiki bahasa dan berkonsultasi dengan penulis sebelum naskah dimuat.

