

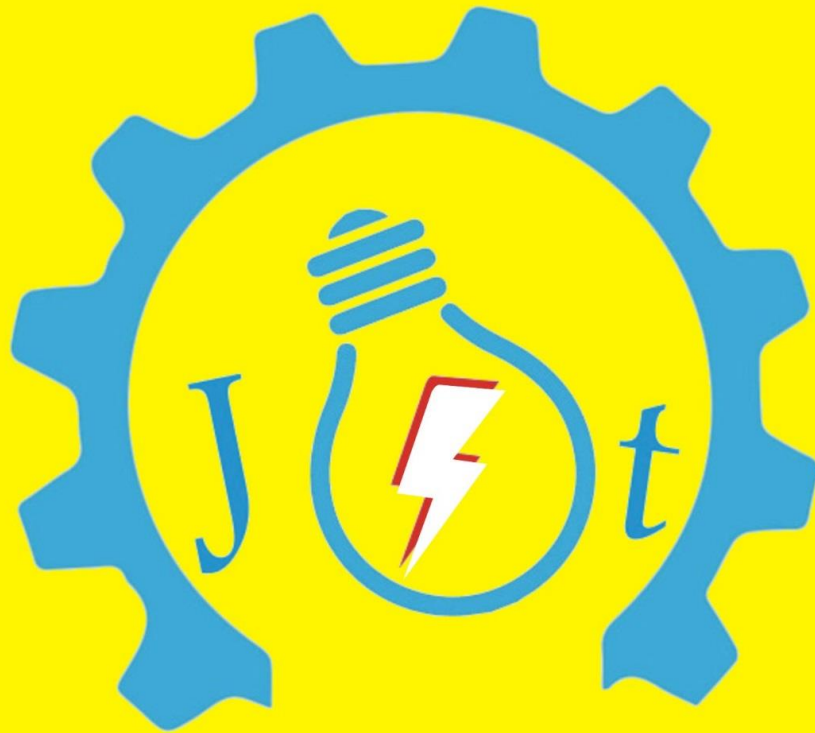


Media Online : ISSN 2962-5300

Media Cetak : ISSN 2088-060X

Jurnal Sains & Teknologi
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Volume XIII. No 2. September 2023



ISSN 2088-060X



9 772088 060009

ISSN 2962-5300



9 772962 530000

Diterbitkan Oleh :
Fakultas Teknik Universitas Darma Persada
© 2023

REDAKSI JURNAL SAINS & TEKNOLOGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Pelindung : Dekan Fakultas Teknik
Penasehat : Wakil Dekan I Fakultas Teknik
Chief Editor : Didik, Sugianto, ST, MEng
Jurnal Editor : Yendi Esye, ST, MSi
Eka Yuni Astuti, S.Kom, MMSI
Section Editor : Alfian Desta Joanda, ST, MT
Trisna Ardi Wiradinata
Afri Yudha, M.Kom
Layout Editor : Eva Novianti, S.Kom, MMSI
Ario Kurnianto, STp, MT
Sendi Pelita, AMd
Kutaro, SPd
Mitra Bestari : Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU
Dr. Ade Supriatna, ST, MT
Dr. Ir. Asyari Daryus, MT
Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, STP, M.Eng
Dr. Ir. Budi Sumartono, MT
Dr. Rolan Sireger, ST, MT
Dr. Linda Nur Afifa, ST, M.Kom

Alamat Redaksi : **Fakultas Teknik**
Universitas Darma Persada
Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa, Jakarta Timur
Telp (021) 8649051, 8649053, 8649057
Fax (021) 8649052/8649055
E-mail : jurnalteknikunsada@yahoo.co.id

Pengantar Redaksi

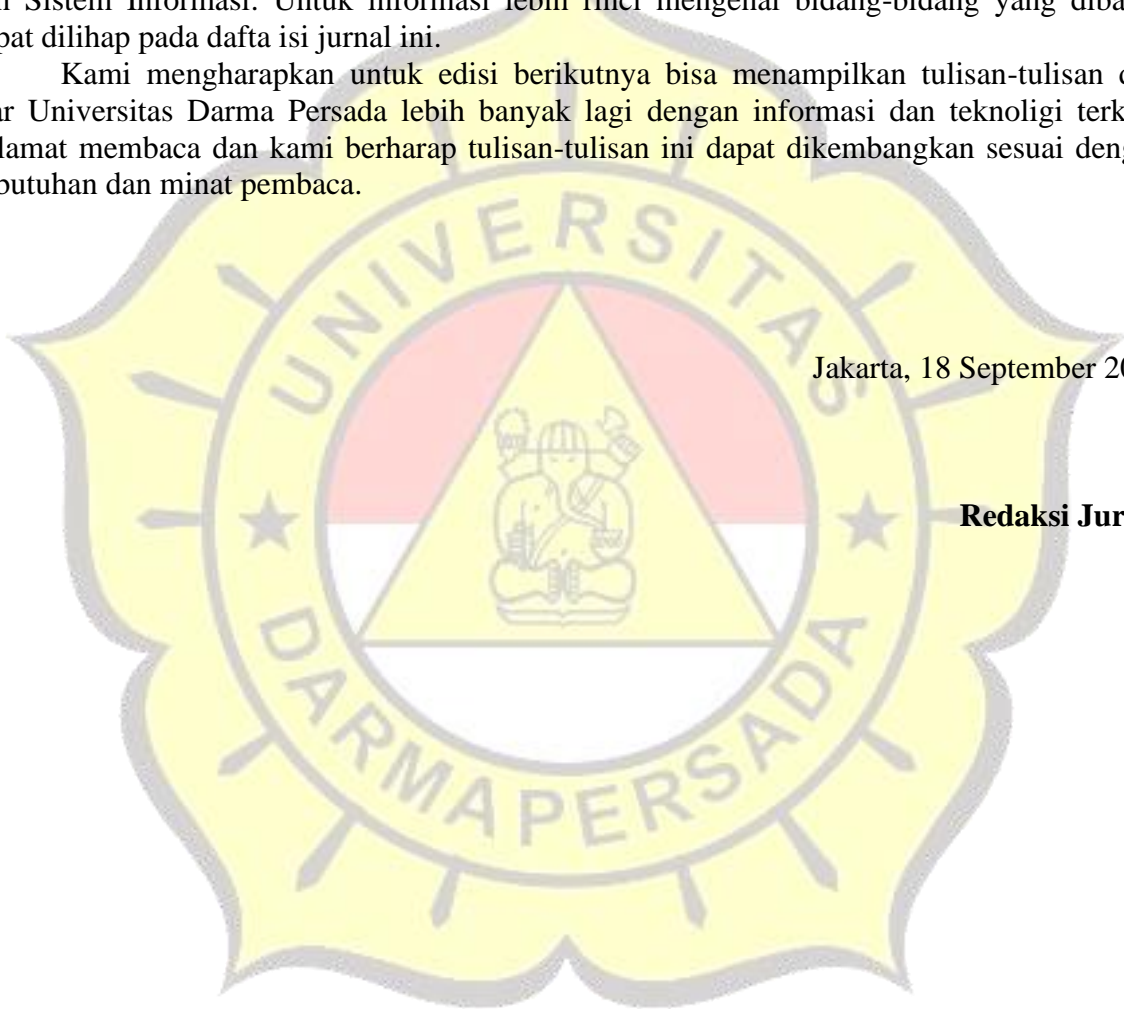
Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada pada Volume XIII. No. 2. September 2023 ini menyuguhkan lima belas (15) tulisan bidang teknologi. Tulisan tersebut ditulis oleh dosen-dosen program-program studi di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada, Jakarta yang tentu saja kami harap dapat menambah wawasan pembaca.

Bidang-bidang teknologi yang dibahas pada Jurnal Volume XIII. No. 2 September 2023 ini adalah bidang Teknik Industri, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Sistem Informasi. Untuk informasi lebih rinci mengenai bidang-bidang yang dibahas dapat dilihat pada daftar isi jurnal ini.

Kami mengharapkan untuk edisi berikutnya bisa menampilkan tulisan-tulisan dari luar Universitas Darma Persada lebih banyak lagi dengan informasi dan teknologi terkini. Selamat membaca dan kami berharap tulisan-tulisan ini dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan minat pembaca.

Jakarta, 18 September 2023

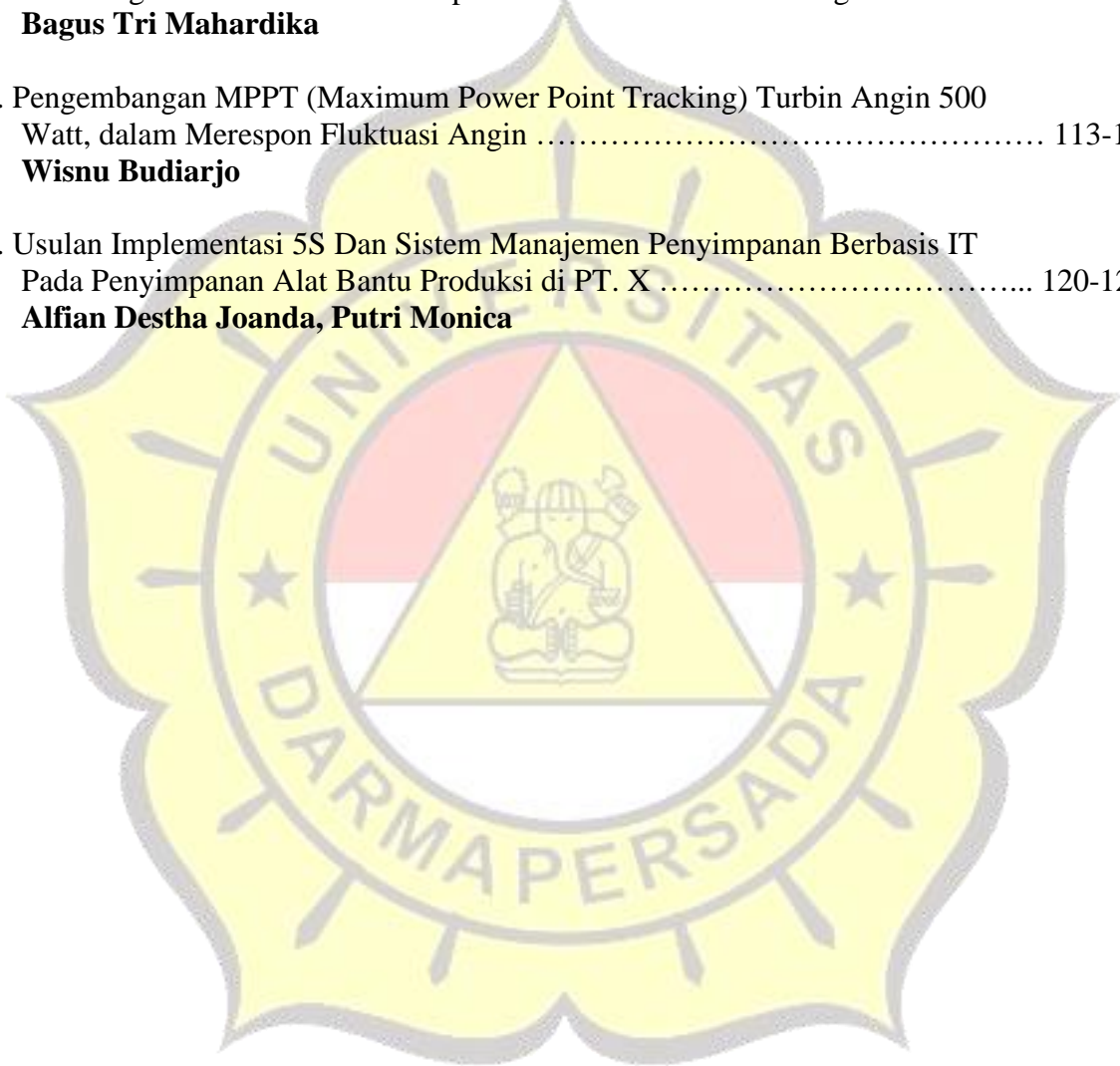
Redaksi Jurnal



DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| Pengantar Redaksi | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| 1. Pemilihan Prioritas Pekerjaan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Studi Kasus PT. Z | 1-8 |
| Gita Prawesti. | |
| 2. Kajian Aplikasi Heat Exchanger Tipe Plate-Frame : Efisiensi dalam Pertukaran Panas | 9-18 |
| Erwin, Yefri Chan, Herry Susanto, Husen Asbanu, Asyari Daryus, Yovi Lenardo | |
| 3. Perbaikan Penerapan 5S Pada Area Produksi Dorayaki di CV. Abe Seika | 19-28 |
| Sarah Isniah | |
| 4. Penggunaan Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Menganalisis Sentimen dari Ulasan Pelanggan Terhadap Layanan Kurir J&T Express di Google Play Store | 29-36 |
| Saddam Mahendra, Suzuki Syofian | |
| 5. Perancangan Awal Mesin Bleeding Untuk Optimasi Proses Perawatan Sistem Rem Hidrolik Pada Kendaraan Minibus | 37-44 |
| Rolan Siregar, Ismawan Akbar, Didik Sugiyanto, Yefri Chan, Herry Susanto, Husen Asbanu, Yendi Esye, Ario Kurnianto | |
| 6. Optimalisasi Penjadwalan Pekerjaan Produksi dengan Metode Earliest Due Date (EDD) di PT. Pabrik Tepung Bogasari: Studi Kasus | 45-54 |
| Fanesa Grace, Nur Syamsiyah, Endang Ayu Susilawati, Eka Yuni Astuty, Yahya | |
| 7. Pengaruh Pasca-Pemrosesan Annealing Terhadap Sifat Mekanis Polimer Hasil Cetak 3D Fused Deposition Modeling (FDM) | 55-61 |
| Juan Pratama | |
| 8. Klasifikasi Rumah Tangga Desa Rigi Berbasis Web Menggunakan Metode Support Vector Machine Dan Grid Search | 62-71 |
| Yan Sofyan Andhana Saputra, Prodensio Veto Meo | |
| 9. Analisis Hemat Energi Listrik Dalam Optimalisasi Kinerja | 72-80 |
| Nur Hasanah | |
| 10. Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Tegangan Dan Keuletan Aluminium Paduan 6082 | 81-86 |
| Nopryandi, Asyari Daryus, Trisna Ardi Wiradinata, Didik Sugiyanto, Chandra Laksana Setiawan | |

11. Pengembangan Sistem Informasi Penerimaan Peserta Japanese Language Proficiency Test (JLPT) Universitas Darma Persada 87-94
**Yahya, Eva Novianti, Mira Febriana Sesunan,
Mohammad Alfitra Ramadhan**
12. Pengembangan Sistem Informasi Kelayakan Pemberian Pinjaman Dengan Metode Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) pada Koperasi XYZ 95-103
Eva Novianti, Yahya, Deki Satria, Muhammad Farhan Alifianto Nugroho
13. Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web dengan Laravel 104-112
Bagus Tri Mahardika
14. Pengembangan MPPT (Maximum Power Point Tracking) Turbin Angin 500 Watt, dalam Merespon Fluktuasi Angin 113-119
Wisnu Budiarmo
15. Usulan Implementasi 5S Dan Sistem Manajemen Penyimpanan Berbasis IT Pada Penyimpanan Alat Bantu Produksi di PT. X 120-127
Alfian Destha Joanda, Putri Monica



Pemilihan Prioritas Pekerjaan Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) Studi Kasus PT. Z

Gita Prawesti^{1*}

¹ Dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada,
Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : gita.prawesti@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Metode AHP adalah metode untuk memilih skala prioritas dengan cara pembobotan antar variabel dan sub-variabel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan skala prioritas pekerjaan PT. Z yang bergerak pada bidang konstruksi. PT. Z memiliki beberapa jenis pekerjaan seperti jembatan, gedung, jalan, EPC, normalisasi sungai dan dermaga. Pekerjaan tersebut memiliki variabel, yaitu keuangan, tingkat kesulitan dan owner. Variabel-variabel tersebut yang akan dimasukkan ke dalam matriks pairwise comparison dan akan dilakukan perbandingan berpasangan. Tidak hanya variabel, sub-variabel dan jenis pekerjaan juga akan dilakukan perbandingan berpasangan, kemudian dihitung bobot akhir pekerjaan. Bobot akhir yang tertinggi adalah prioritas pekerjaan untuk PT. Z.

Kata kunci: AHP; Bobot; Perbandingan berpasangan; Variabel

Abstract

AHP is a method for selecting priorities by way of weighting between variables and sub-variables. The purpose of this study was to get a job priorities PT. Z which is engaged in the construction field. PT. Z has some kind of work such as bridges, buildings, roads, EPC, the normalization of the river and dock. The work has a variable, namely finance, the level of difficulty and the owner. These variables to be incorporated into the matrix of pairwise comparison, and will be paired comparisons. Not only variables, sub-variables and the type of work will also be done pairwise comparison, then calculated the weight of the final work. Weights highest end is a priority job to PT. Z.

Keywords: AHP, Weights, Pairwise comparison, Variable

1. Pendahuluan

Pesatnya pembangunan di Indonesia menciptakan persaingan antar perusahaan. Berbagai jenis pekerjaan dengan varian resiko serta keunggulan membuat manajemen memerlukan suatu acuan dalam pengambilan keputusan terutama dalam menentukan skala prioritas pekerjaan pra-tender dan sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan kebijakan perusahaan kedepan. Dalam menentukan skala prioritas tersebut dibutuhkan beberapa kriteria atau variabel dan penilaian kualitatif dengan skoring skala prioritas. Tidak terkecuali perusahaan yang bergerak pada bidang konstruksi.

PT. Z adalah perusahaan jasa konstruksi yang mengerjakan beberapa jenis pekerjaan, seperti Jembatan, Gedung, Jalan, EPC, Normalisasi Sungai dan Dermaga. Terkadang PT. X harus memilih pekerjaan mana yang akan menjadi prioritas untuk dikerjakan saat pekerjaan tersebut datang pada saat yang bersamaan. Hal ini disebabkan oleh variabel yang mempengaruhi pekerjaan seperti masalah keuangan, tingkat kesulitan dan owner. Variabel - variabel tersebut memiliki sub variabel yang juga mempengaruhi prioritas jenis pekerjaan yang ada.

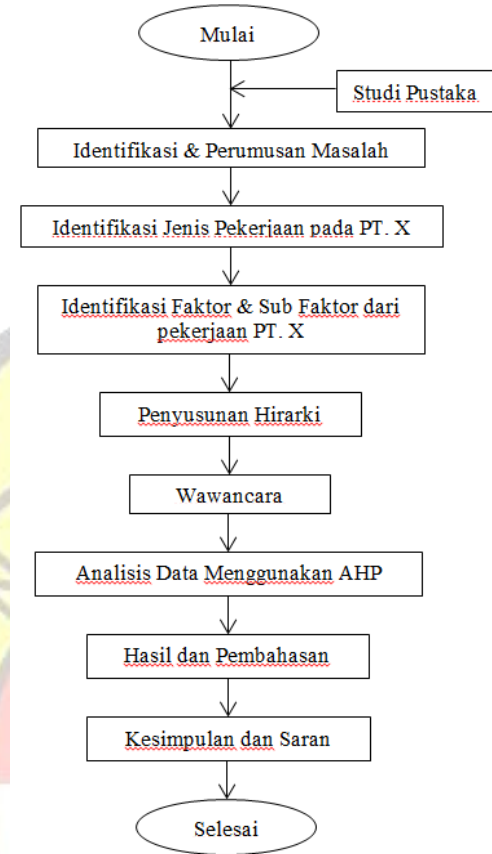
Dalam penelitian ini penulis menggunakan metoda AHP. Menurut Sutiono [1] Analisis Hirarki Proses (AHP) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengambil keputusan dalam memilih pilihan yang paling baik dari beberapa pilihan alternatif. Sehingga penelitian ini dapat membantu menentukan mana pekerjaan yang dapat dikerjakan terlebih dahulu berdasarkan skala prioritas pekerjaannya. Penentu skala prioritas yang tepat dapat membantu manajemen sebagai berikut :

- Mengurangi resiko kegagalan pekerjaan,
- Mengurangi resiko kerugian atau in efisiensi,
- Menjaga mutu dan kepuasan pelanggan,
- Menjaga kestabilan finansial perusahaan,
- Menjaga ketahanan / *Sustainebility* perusahaan dalam persaingan global.

2. Metodologi

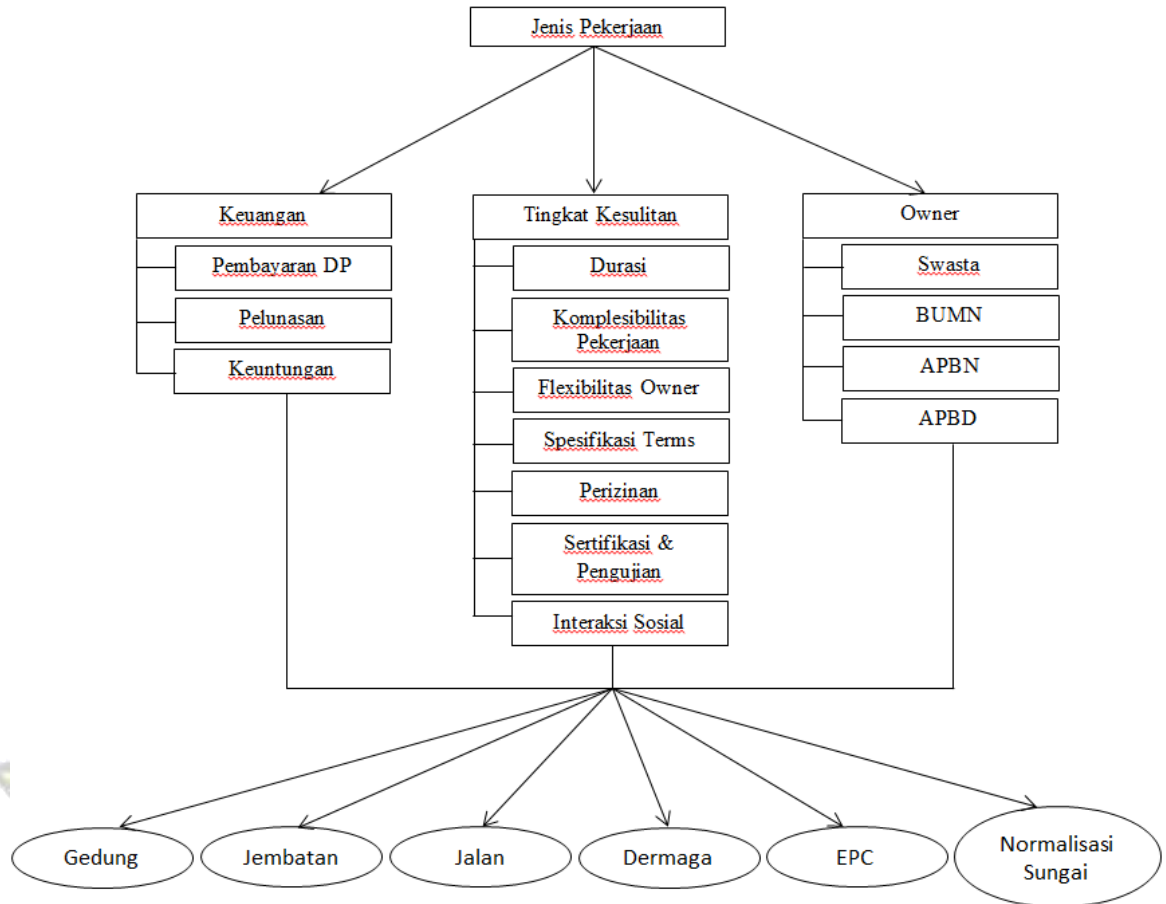
Pengumpulan data menggunakan metode wawancara yang dilakukan dengan salah satu pegawai PT. X dan analisa data - data internal perusahaan PT. X yang sifatnya rahasia (*Confidential Report*) dalam penentuan penilaian antar kriteria dan sub kriteria serta jenis pekerjaan yang menjadi prioritas.

Tahap-tahap penelitian dapat dilihat dari Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Tahap-tahap penelitian

Dalam pengerjaan AHP terlebih dahulu kriteria dan sub kriteria serta jenis pekerjaan dibuat kedalam hierarki AHP pemilihan jenis pekerjaan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hirarki AHP pemilihan jenis pekerjaan

Dari Gambar 2 tersebut dapat dilihat, bahwa keuangan, tingkat kesulitan dan owner adalah variabel dari pekerjaan. Kemudian antar variabel tersebut dimasukkan ke dalam matriks *pairwise comparison*, dengan skala dasar perbandingan berpasangan. Setelah itu dihitung bobot dari kriteria dan sub-kriteria, dan hasil yang tertinggi merupakan pilihan pekerjaan yang dikerjakan terlebih dahulu.

3. Landasan Teori

Pengertian Analisis Hirarki Proses (AHP)

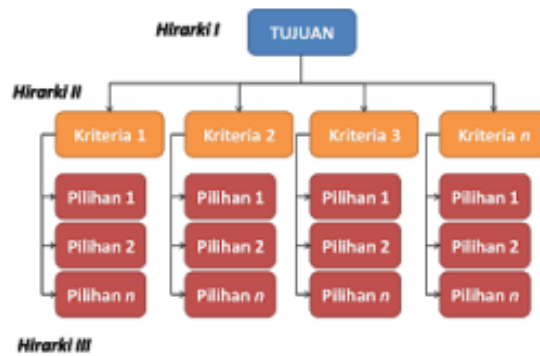
Selain yang disebutkan di pendahuluan, ada beberapa pengertian AHP menurut ahli, yaitu :

1. Menurut Nugeraha [2] AHP adalah sebuah konsep untuk pembuatan keputusan berbasis *multicriteria* (kriteria yang banyak). Beberapa kriteria yang dibandingkan satu dengan lainnya (tingkat kepentingannya) adalah penekanan utama pada konsep AHP.
2. Menurut Taylor [3] AHP adalah sebuah metode untuk memeringkat alternatif keputusan dan memilih yang terbaik dengan beberapa kriteria. AHP mengembangkan satu nilai numerik untuk memeringkat setiap alternatif keputusan, berdasarkan pada sejauh mana tiap-tiap alternatif memenuhi kriteria pengambil keputusan.

Prinsip Dasar Analisis Hirarki Proses (AHP)

Menurut Syukron [4] , untuk melakukan analisis menggunakan Analisis Hirarki Proses harus menggunakan tiga prinsip pokok, yaitu:

1. Prinsip penyusunan hirarki, adalah dengan memecah tujuan menjadi kriteria-kriteria yang terpisah. Dimana kriteria-kriteria tersebut saling berhubungan. Gambar 3 merupakan contoh pembuatan hirarki pada AHP [5] :



Gambar 3. Contoh Hirarki AHP

- Prinsip menentukan prioritas, adalah dengan menetapkan rangking kriteria-kriteria berdasarkan prioritas dengan melakukan perbandingan secara berpasangan antar kriteria menggunakan skala banding berpasangan. Tabel 1 menunjukkan skala perbandingan berpasangan [6].

Tabel 1. Skala bandingan berpasangan

| Intensitas Kepentingan | Definisi |
|------------------------|---|
| 1 | Sama pentingnya dibandingkan dengan yang lain |
| 3 | Sedikit lebih penting dibandingkan yang lain |
| 5 | Cukup penting dibandingkan dengan yang lain |
| 7 | Sangat penting dibandingkan dengan yang lain |
| 9 | Ekstrim pentingnya dibandingkan yang lain |
| 2, 4, 6, 8 | Nilai diantara dua penilaian yang berdekatan |
| Resiprokal | Jika elemen I memiliki salah satu angka di aras dibandingkan elelemen J, maka J memilik nilai kebalikannya ketika dibandingkan dengan I |

- Prinsip konsistensi logis, adalah dengan memastikan bahwa seluruh kriteria telah disatukan dengan logis dan diurutkan dengan konsisten. Prinsip konsistensi logis menyajikan pengolahan data secara matriks dan selanjutnya dilakukan pengujian. Untuk menyusun matriks dan pengujian dilakukan beberapa langkah, seperti berikut:
 - Pertama menyatukan pendapat melalui kuesioner terkait keterikatan antar elemen dengan rumus rata-rata geometri:

$$GM = \sqrt[n]{(X_1)(X_2) \dots \dots (X_n)} \tag{1}$$
 Dimana GM adalah *geometric mean*, X_1 adalah responden pertama, X_2 adalah responden ke dua, X_n adalah responden ke n.
 - Kedua adalah membuat matriks perbandingan seperti pada Tabel 2:

Tabel 2. Matriks perbandingan

| Kriteria/ Alternatif | 1 | 2 | 3 | N |
|-------------------------|------|------|------|------|
| 1 | 1 | GM12 | GM14 | GM1N |
| 2 | GM21 | 1 | GM23 | GM2N |
| 3 | GM31 | GM32 | 1 | GM3N |
| n | GMN1 | GMN2 | GMN3 | 1 |

- Ketiga adalah uji konsistensi. Uji konsistensi adalah dengan mengurutkan kepentingan pada tiap-tiap elemen sebagai bobot alternatif ternormalisasi. Bobot alternatif merupakan nilai bobot setiap kriteria pada setiap kolom yang dibandingkan. Tabel 3 merupakan contoh pembuatan tabel uji konsistensi:

Tabel 3. Uji konsistensi

| Kriteria/ Alternatif | 1 | 2 | 3 | N |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 1 | GM12 | GM14 | GM1N |
| 2 | GM21 | 1 | GM23 | GM2N |
| 3 | GM31 | GM32 | 1 | GM3N |
| N | GMN1 | GMN2 | GMN3 | 1 |
| Σ | GM11+N1 | GM12+N2 | GM13+N3 | GM1N+N1 |

Selanjutnya menentukan nilai λ maksimum dengan rumus:

$$\lambda_{maksimum} = (\sum GM_{11-n1} \times \bar{x}_1) + \dots + (\sum GM_{1n-n1} \times \bar{x}_n) \tag{2}$$

Setelah mendapat nilai λ maksimum, maka dilanjutkan dengan mencari nilai *Consistency Index* (CI) dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{maksimum} - n}{n - 1} \tag{3}$$

Dimana CI adalah indeks konsistensi. Bilai CI = 0 maka matriks dapat dinyatakan konsisten. Jika CI > 0 selanjutnya melakukan uji batas ketidakkonsistenan yang diterapkan menggunakan *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{4}$$

Dimana nilai RI adalah kesesuaian dengan ordo n pada matriks. Apabila nilai CR < 10% atau 0.10 maka ketidakkonsistenan opini dapat diterima.

- Keempat menetapkan prioritas pada masing-masing hierarki melalui proses iterasi (perkalian matriks). Pengambilan keputusan berdasarkan akumulasi nilai global yang tertinggi.

4. Hasil Dan Pembahasan

Berikut adalah hasil rekapitulasi 20 responden yang membandingkan nilai variabel dan dimasukkan ke dalam matriks *pairwise comparison*. Pada matriks ini variabel yang dibandingkan adalah keuangan, tingkat kesulitan dan owner, seperti Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Matriks *pairwise comparison* antar variabel

| | Keuangan | Tingkat Kesulitan | Owner |
|-------------------|----------|-------------------|-------|
| Keuangan | 1 | 3 | 5 |
| Tingkat Kesulitan | 1/3 | 1 | 3 |
| Owner | 1/5 | 1/3 | 1 |

Matriks pairwise comparison antar variabel tersebut diubah ke dalam bentuk desimal lalu dijumlahkan per kolom seperti pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Matriks *pairwise comparison* dalam bentuk desimal

| | Keuangan | Tingkat Kesulitan | Owner |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Keuangan | 1.000 | 3.000 | 5.000 |
| Tingkat Kesulitan | 0.333 | 1.000 | 3.000 |
| Owner | 0.200 | 0.333 | 1.000 |
| Jumlah | 1.533 | 4.333 | 9.000 |

Kemudian menetapkan peringkat ke bentuk *vector* prioritas yang ternormalisasi (disebut juga dengan *eigen vector* ternormalisasi). Tabel 6 merupakan *eigen vector* ternormalisasi antar variabel:

Tabel 6. Eigen vector ternormalisasi antar variabel

| | | | | | |
|-------------------|----------|-------------------|-------|--------------|--------------------------|
| | Keuangan | Tingkat Kesulitan | Owner | Jumlah Baris | Eigen Vektor Normalisasi |
| Keuangan | 0.652 | 0.692 | 0.556 | 1.900 | 0.633 |
| Tingkat Kesulitan | 0.217 | 0.231 | 0.333 | 0.781 | 0.260 |
| Owner | 0.130 | 0.077 | 0.111 | 0.318 | 0.106 |

Setelah itu, untuk mendapati hasil perhitungan perbandingan kriteria yang konsisten atau tidak maka dilakukan perhitungan konsistensi (nilai CR < 0.1), dengan langkah berikut :

- Menentukan nilai Eigen Maksimum (λ_{maks})
(λ_{maks}) = (1.533 x 0.633) + (4.333 x 0.260) + (9 x 0.106) = 3.055

- Menghitung Indeks Konsistensi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{3.055 - 3}{3 - 1}$$

$$CI = 0.028$$

- Rasio Konsistensi (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{0.028}{0.58} = 0.048 \text{ (untuk nilai RI dapat dilihat pada tabel 7)}$$

Preferensi pembobotan (CR) adalah konsisten atau tidak konsisten dapat diabaikan, karena nilai CR < 0.10.

Tabel 7. Daftar indeks random konsistensi (RI)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| RI | 0.0 | 0.0 | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 | 1.49 | 1.51 | 1.48 | 1.56 | 1.57 | 1.59 |

Selanjutnya masing-masing sub kriteria diberikan bobot lalu dilakukan perbandingan berpasangan seperti langkah-langkah melakukan perbandingan berpasangan pada variabel. Kemudian hasil dari bobot masing-masing subkriteria dikalikan dengan bobot induknya untuk mendapatkan bobot yang sebenarnya. Tabel 8 adalah bobot dari kriteria dan sub-kriteria :

Tabel 8. Bobot dari kriteria dan sub-kriteria

| Kriteria/Sub Kriteria | Bobot |
|----------------------------|-------|
| Keuangan | 0.633 |
| Pembayaran DP | 0.122 |
| Pelunasan | 0.053 |
| Keuntungan | 0.458 |
| Tingkat Kesulitan | 0.260 |
| Durasi | 0.095 |
| Kompleksibilitas Pekerjaan | 0.583 |
| Flexibilitas Owner | 0.757 |
| Spesifikasi Terms | 0.628 |
| Perizinan | 0.454 |
| Sertifikasi & Pengujian | 0.189 |
| Interaksi Sosial | 0.083 |
| Owner | 0.106 |
| Swasta | 0.007 |
| BUMN | 0.016 |
| APBN | 0.031 |
| APBD | 0.052 |

Selanjutnya adalah mengevaluasi pekerjaan dari setiap aspek sub variabel dengan melakukan perbandingan berpasangan seperti contoh di atas. Dalam penelitian ini terdapat 14 matriks perbandingan berpasangan. Cara menghitung bobot pekerjaan sama seperti menghitung bobot variabel maupun sub-variabel.

Setelah didapat bobot pekerjaan pada setiap sub-variabel, selanjutnya menghitung nilai gabungan masing-masing pekerjaan. Nilai gabungan diperoleh dengan mengalihkan bobot setiap sub variabel dengan nilai pekerjaan pada sub variabel. Hasil penilaian pekerjaan dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

Tabel 9. Hasil Penilaian Akhir Pekerjaan

| Kriteria/Sub Kriteria | Bobot | Gedung | Jembatan | Jalan | Dermaga | EPC | Normalisasi sungai |
|----------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|
| Keuangan | 0.633 | | | | | | |
| Pembayaran DP | 0.122 | 0.114 | 0.173 | 0.194 | 0.035 | 0.124 | 0.222 |
| Pelunasan | 0.053 | 0.107 | 0.158 | 0.222 | 0.034 | 0.062 | 0.335 |
| Keuntungan | 0.458 | 0.039 | 0.092 | 0.241 | 0.143 | 0.065 | 0.300 |
| Tingkat Kesulitan | 0.260 | | | | | | |
| Durasi | 0.095 | 0.100 | 0.249 | 0.390 | 0.150 | 0.067 | 0.044 |
| Kompleksibilitas Pekerjaan | 0.583 | 0.036 | 0.099 | 0.228 | 0.164 | 0.069 | 0.244 |
| Flexibilitas Owner | 0.757 | 0.036 | 0.164 | 0.228 | 0.099 | 0.069 | 0.400 |
| Spesifikasi Terms | 0.628 | 0.037 | 0.101 | 0.217 | 0.167 | 0.069 | 0.228 |
| Perizinan | 0.454 | 0.409 | 0.097 | 0.037 | 0.163 | 0.229 | 0.065 |
| Sertifikasi & Pengujian | 0.189 | 0.036 | 0.096 | 0.244 | 0.160 | 0.064 | 0.310 |
| Interaksi Sosial | 0.083 | 0.391 | 0.070 | 0.062 | 0.154 | 0.258 | 0.065 |
| Owner | 0.106 | | | | | | |
| Swasta | 0.007 | 0.400 | 0.064 | 0.096 | 0.160 | 0.244 | 0.036 |
| BUMN | 0.016 | 0.160 | 0.096 | 0.064 | 0.400 | 0.244 | 0.036 |
| APBN | 0.031 | 0.064 | 0.160 | 0.400 | 0.036 | 0.096 | 0.244 |
| APBD | 0.052 | 0.036 | 0.244 | 0.160 | 0.096 | 0.064 | 0.244 |
| TOTAL | | 0.353 | 0.428 | 0.714 | 0.492 | 0.340 | 0.889 |

5. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Urutan pemilihan pekerjaan pada PT X berdasarkan bobot adalah sebagai berikut: normalisasi sungai dengan bobot 0.889, yang kedua adalah pembuatan jalan dengan bobot 0.714, selanjutnya secara berturut-turut adalah pengerjaan dermaga (0.714), pembuatan jembatan (0.428), pembangunan gedung (0.353), dan terakhir adalah EPC dengan bobot 0.340.
2. Pemilihan kriteria yang dapat diperhatikan dalam pemilihan pekerjaan dapat diurutkan sebagai berikut: keuangan, tingkat kesulitan dan owner pekerjaan tersebut.
3. Metode Analisis Hirarki Proses dapat digunakan dalam pengambilan keputusan pekerjaan mana yang akan dipilih atau dikerjakan terlebih dahulu. Tidak hanya itu, Analisis Hirarki Proses dapat digunakan dalam pengambilan keputusan untuk menetapkan pilihan lainnya, seperti pemilihan supplier [7] [8], penentuan sales terbaik [5], pemilihan merek CCTV [9], dan lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Sutiono, "https://dosenit.com/," 23 Maret 2023. [Online]. Available: <https://dosenit.com/ilmu-komputer/analytical-hierarchy-process>. [Accessed 9 Januari 2024].
- [2] D. Nugeraha, *Sistem Penunjang Keputusan*, Yogyakarta: Garudhawaca, 2017.
- [3] B. W. Taylor, *Introduction to Management Science, Sains Manajemen*, Jakarta: Salemba Empat, 2014.
- [4] A. Syukron, *Pengantar Manajemen Industri*, Jakarta: Graha Ilmu, 2014.
- [5] Imron, "Penerapan Metode AHP pada Penentuan Sales Terbaik Studi Kasus: PT Sampoerna Telekomunikasi Indonesi," *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol. V, pp. 127-134, 2019.

- [6] M. Riadi, "kajianpustaka.com," 10 Maret 2020. [Online]. Available: <https://www.kajianpustaka.com/2020/03/analytical-hierarchy-process-ahp-proses-hirarki-analitik-pha.html>. [Accessed 9 Januari 2024].
- [7] A. A. K. Nisa, S. and S. Sukamta, "Penggunaan Alaytical Hierarchy Process (AHP) untuk Pemilihan Supplier Bahan Baku," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 01, pp. 86-93, 2019.
- [8] A. W. Ningsih and Z. F. Rasyada, "Analisis Pemilihan SUPplier dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) pada Bahan Baku Rotan (Studi Kasus pada CV. Lucky Furnicraft)," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 13, 2024.
- [9] A. Sudrajat, M. Sodiqin and I. Komarudin, "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process terhadap Pemilihan Merek CCTV," *Jurnal Infotech*, vol. 02, pp. 19-30, 2020.



Kajian Aplikasi *Heat Exchanger* Tipe *Plate-Frame*: Efisiensi dalam Pertukaran Panas

Erwin^{1*}, Yefri Chan¹, Herry Susanto¹, Husen Asbanu¹, Asyari Dariyus¹, Yovi Lenardo¹

¹Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

²Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : erwin@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Heat exchanger tipe plate-frame adalah satu di antara berbagai jenis heat exchanger yang digunakan dalam proses pertukaran panas dalam industri. Kajian ini berfokus pada penerapan heat exchanger tipe plate-frame dan efisiensinya dalam proses pertukaran panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan plate frame heat exchanger dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi proses pertukaran panas. Desain plate frame heat exchanger memungkinkan aliran fluida yang efisien dan efektif, menghasilkan pertukaran panas yang optimal. Selain desainnya yang efisien, plate frame heat exchanger juga memiliki luas permukaan yang besar yang memungkinkan perpindahan panas yang optimal antara dua fluida yang berbeda. Plate frame heat exchanger dapat digunakan di berbagai industri. Dalam kajian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan plate frame heat exchanger memberikan manfaat yang signifikan bagi industri. Plate frame heat exchanger dapat mengurangi biaya operasional, memperpanjang umur peralatan, dan meningkatkan efisiensi dalam proses pertukaran panas. Dengan demikian, plate frame heat exchanger dapat dijadikan sebagai alternatif untuk industri yang ingin memenuhi kebutuhan pertukaran panas mereka secara efektif dan efisien.

Kata kunci: Efisien; Efektif; Heat exchanger; Plate-frame

Abstract

This study focuses on the application of plate-frame heat exchangers and their efficiency in heat exchange processes. The results of the study indicate that the use of plate-frame heat exchangers can significantly improve the efficiency of heat exchange processes. The design of plate-frame heat exchangers allows for efficient and effective fluid flow, resulting in optimal heat exchange. In addition to their efficient design, plate-frame heat exchangers also have a large surface area, allowing for optimal heat transfer between two different fluids. Plate-frame heat exchangers can be used in various industries. The study concludes that the use of plate-frame heat exchangers provides significant benefits to industrial processes. Plate-frame heat exchangers can reduce operational costs, extend the lifespan of equipment, and improve efficiency in heat exchange processes. Thus, plate frame heat exchangers can be used as an alternative for industries that wish to meet their heat exchange needs effectively and efficiently.

Keywords: Efficient; Effective; Heat exchanger; Plate-frame

1. Pendahuluan

Heat Exchanger (HE) adalah komponen heat exchanger yang diperlukan pada proses industri seperti pembangkit listrik, perminyakan, industri gas, industri kayu, industri kertas, makanan dan lainnya yang membutuhkan boiler terutama digunakan dalam proses produksi. *Heat Exchanger* sendiri bergantung pada temperatur *coolant* dan fluida yang didinginkan. Proses perpindahan panas ialah proses pelepasan dan penerimaan panas agar terjadi perubahan pada suhu yang dihasilkan. Adanya *Heat exchanger* dalam proses industri biasanya berperan sebagai komponen proses industri dan juga sebagian besar sebagai komponen untuk penghemat energi (Wicaksono, Wijanarko, Simanullang, dkk, 2018). *heat exchanger* atau biasa disebut *heat exchanger (HE)*, yang populer di industri adalah alat perpindahan panas yang dapat bertindak sebagai cairan pemanas atau pendingin. Biasanya media pemanasnya adalah air panas sebagai cairan panas dan air biasa sebagai air pendingin. Berbagai jenis HE berkualitas yang biasa digunakan dalam industri meliputi *shell and tube*, *plate-frame*, *adiabatic wheel*, *pillow plate*, *phase change*, serta *heat exchanger dynamic scraped surface* (Putri, 2020).

Pada penelitian ini, *Plate Frame HE* dipilih sebagai target *Heat Exchanger* yang akan dikaji. Jenis *heat exchanger plate frame* ini adalah *heat exchanger plate* dan rangka yang terdiri dari plate melintang, bergelombang,

atau berprofil lainnya. Pemisah antar plate vertikal dilengkapi dengan paking lunak (biasanya karet). plate dan komponennya disatukan oleh perlengkapan di mana setiap sudut plate (biasanya persegi panjang) memiliki lubang untuk mengalirkan cairan. Di dua lubang ini, cairan mengalir masuk dan keluar di satu sisi, sedangkan cairan lainnya mengalir keluar melalui lubang dan masuk kembali ke ruang di sisi lain dikarenakan adanya sekat di antara sisi sisi plate-frame. Penggunaan plate-frame heat exchanger dalam proses pertukaran panas telah menjadi topik penelitian yang banyak dibahas dan telah berkembang. Pada pembahasan ini, dilakukan kajian tentang aplikasi heat exchanger tipe plate-frame dan efisiensi yang dihasilkan dalam proses pertukaran panas tersebut.

2. Metode Penelitian

Pada kajian kali ini penulis menggunakan metode penelitian studi literatur dengan cara mencari jurnal dan artikel yang berhubungan dengan topik yang dibahas di internet. Setelah itu dilakukan review pada artikel dan jurnal tersebut kemudian menjadikannya kajian ilmiah berupa review artikel dan jurnal mengenai pengaplikasian heat exchanger tipe plate-frame pada industri. Metodologi penelitian yang digunakan pada kajian ini menggunakan metode kualitatif. Metodologi penelitian kualitatif ialah pendekatan penelitian yang fokus pada pemahaman mendalam tentang fenomena sosial, budaya, dan psikologis yang kompleks. Penelitian kualitatif dilakukan dengan cara mengumpulkan dan menganalisis data yang bersifat deskriptif, yang dapat berupa wawancara, observasi, atau dokumen (Iskandar, 2009). Metode penelitian kualitatif memiliki beberapa keunggulan diantaranya ialah penelitian kualitatif memungkinkan pengkaji untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan terperinci tentang topik yang akan dikaji (Indrawan. R, 2016).

3. Hasil Dan Pembahasan

A Review of Heat Transfer Enhancement Techniques In Plate Heat Exchangers (Zhang Ji, dkk, 2019)

Plate-frame heat exchanger telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri sejak penggunaan komersial pertama di tahun 1920-an. Meningkatkan kinerja plate-frame heat exchanger sangat penting untuk konversi energi dan system ekonomi karena dapat menghemat modal untuk investasi. Efisiensi plate heat exchanger dapat ditingkatkan baik dengan mengoptimalkan penggunaan teknologi yang dapat meningkatkan perpindahan panas. Kajian ini memberikan ikhtisar studi tentang teknik peningkatan perpindahan panas untuk heat exchanger plate dalam kondisi aliran satu fasa dan dua fasa. Bagian pertama berfokus pada efek parameter geometrik pada kinerja *heat exchanger* bergelombang chevron. Bagian kedua mengeksplorasi teknik perpindahan panas lanjutan untuk plate heat exchanger. Bagian selanjutnya menganalisis mekanisme dalam berbagai proses perpindahan panas dan memberikan penilaian komprehensif serta perbandingan kinerja termohidraulik dan teknik peningkatan heat exchanger distrik dengan parameter geometris yang berbeda. Selain itu, kriteria evaluasi kinerja untuk heat exchanger bergelombang chevron dihitung menggunakan informasi dari literatur terbuka dengan parameter geometris yang berbeda dan teknik peningkatan perpindahan panas yang berbeda. Perkiraan menunjukkan bahwa untuk heat exchanger plate bergelombang, parameter geometrik adalah sudut yang paling berpengaruh. Dalam perpindahan panas satu fasa, perpindahan panas dan penurunan tekanan meningkat seiring dengan peningkatan sudut. Selain itu, rasio aspek chevron juga secara signifikan memengaruhi perpindahan panas dan penurunan tekanan, karena keduanya meningkat seiring dengan peningkatan rasio aspek. Hasil percobaan dari sebagian besar pekerjaan terkait menunjukkan bahwa peningkatan sudut poros meningkatkan koefisien perpindahan panas dua fase. Teknologi passive surface dan penggunaan nanofluida adalah dua teknologi peningkatan plate heat exchanger yang paling umum digunakan. Metode ini meningkatkan kapasitas perpindahan panas dan meningkatkan tekanan. Untuk teknik passive surface yang digunakan dalam perpindahan panas fase tunggal, permukaan relief memiliki kapasitas perpindahan panas yang lebih tinggi daripada permukaan bergelombang sekunder dan permukaan kasar. Dalam aliran dua fase, penggunaan rekayasa permukaan pasif dapat meningkatkan perpindahan panas secara signifikan dengan menyediakan lebih banyak tempat nukleasi untuk pembentukan gelembung/tetes. Struktur mikro permukaan dengan lapisan nano dan mikro menyebabkan peningkatan sepuluh kali lipat dalam aliran panas mendidih dari koefisien transfer.

CAE Methods For Plate Heat Exchanger Design (Dvorak V dan Vit Thomas, 2017)

Heat recovery dapat secara signifikan mengurangi konsumsi energi yang diperlukan untuk pemanas atau penyejuk udara bangunan. Pada jurnal ini akan disajikan pengembangan metode CAE sederhana untuk desain cepat dan optimalisasi dimensi plate heat exchanger untuk pemulihan panas (heat Recovery). Penurunan tekanan dan efisiensi dievaluasi sebagai fungsi dari kecepatan inlet heat exchanger. Data yang diperoleh dianalisis, inflow/outflow crossflow dan intermediate counterflow diselidiki secara independen dan data diganti dengan fungsi yang diusulkan untuk angka Nusselt dan koefisien kerugian. Fungsi-fungsi ini digunakan untuk

mengilustrasikan pengaruh ukuran heat exchanger. Hal ini akan menunjukkan heat exchanger yang lebih besar yang menawarkan efisiensi yang lebih baik dan penurunan tekanan yang lebih rendah pada laju aliran yang sama, serta permukaan perpindahan panas yang lebih besar. Alat yang berguna adalah persamaan turunan yang juga memperhitungkan pengaruh ketebalan material dan ketebalan plate untuk desain dan optimalisasi heat exchanger recuperative yang digunakan dalam sistem HVAC. Aliran dan perpindahan panas dalam heat exchanger udara-ke-udara dalam plate heat exchanger counterflow dipelajari numerik dengan software Fluent. Metode yang dikembangkan sebelumnya digunakan untuk menyiapkan perhitungan jaringan. Penurunan tekanan dan efisiensi dievaluasi sebagai fungsi kecepatan inlet untuk tiga ukuran heat exchanger. Data yang diperoleh dianalisis, dipelajari bagian rata-rata dari crossflow inflow/outflow dan counterflow secara independen dan informasi digantikan oleh fungsi yang sesuai. Fungsi Nusselt number menggunakan fungsi daya biasa dari bilangan Reynolds untuk konveksi paksa, sedangkan pada bagian cross-flow linier bergantung pada bilangan Reynolds yang sesuai. Fungsi faktor kerugian didasarkan pada asumsi bahwa kerugian tersebut terdiri dari kerugian lokal dan kerugian friksi/gesekan. Fungsi-fungsi ini digunakan untuk mengilustrasikan pengaruh ukuran heat exchanger. Ini menunjukkan heat exchanger yang lebih besar menawarkan efisiensi yang lebih baik dan penurunan tekanan yang lebih rendah pada laju aliran yang sama, serta permukaan perpindahan panas yang lebih besar. Bahkan mengingat kurangnya ruang, heat exchanger yang lebih sempit menawarkan efisiensi yang lebih besar, tetapi juga penurunan tekanan yang lebih baik. Persamaan yang diturunkan juga memperhitungkan pengaruh ketebalan material dan peningkatan plate pada alat yang digunakan yang berguna untuk desain dan optimalisasi heat exchanger recuperative yang digunakan dalam sistem HVAC.

Thermal and Hydraulic Optimization of Plate Heat Exchanger using Multi Objective Genetic Algorithm (Imran M, dkk, 2017)

Pada artikel ini, disajikan optimalisasi termal dan hidrolis untuk plate heat exchanger tipe Chevron. Optimasi dilakukan dengan menggunakan algoritma genetika multi-objektif di lingkungan optimasi MATLAB. Batas matrix adalah kumpulan geometri yang berbeda antara parameter plate heat exchanger dalam batas tertentu. Kedua fungsi objektif tersebut merupakan penurunan tekanan sisi panas dan perpindahan panas. Karena adanya kontradiksi antara fungsi-fungsi objektif tersebut maka tidak ada solusi yang dapat memenuhi kedua fungsi tujuan secara bersamaan. Kenaikan perpindahan panas menghasilkan penurunan tekanan, sehingga hasil optimal disajikan sebagai Pareto Front. Bahkan sebelumnya Alat Algoritma Genetika Multi-Objektif digunakan untuk menemukan solusi yang optimal antara kehilangan tekanan dan perpindahan panas. Ketajaman analisis dilakukan untuk menganalisis pengaruh parameter geometri heat exchanger kinerja termal hidrolis. Hasil analisis menunjukkan bahwa perpindahan panas dan penurunan tekanan sangat dipengaruhi oleh jarak pusat vertical port, jumlah plate secara signifikan mempengaruhi tekanan dari thermal plates. Pada penelitian ini menyajikan optimalisasi termal dan hidrolis heat exchanger plate. Untuk batas logis geometris parameter perpindahan panas dan pressure drop dari heat exchanger ruang akan dioptimalkan karena hubungan terbalik antara penurunan tekanan dan perpindahan panas tidak memiliki nilai tunggal yang mengoptimalkan kedua fungsi objektif tersebut. Algoritma genetika multi-objektif digunakan dalam program MATLAB untuk menemukan solusi optimal yang memenuhi kedua fungsi tujuan sampai tingkat tertentu. Hal tersebut akan bermanfaat bagi insinyur desain untuk memilih solusi Pareto Front yang optimal berdasarkan pressure drop dan perpindahan panas. Analisis yang mendalam juga dilakukan di mana pengaruh parameter geometris individu pada perpindahan panas dan pressure drop akan diselidiki. Hasilnya terlihat bahwa jarak antara pusat port horizontal dan jumlah plate pemanas menunjukkan tren penurunan tekanan dan perpindahan panas yang serupa. Perpindahan panas dan penurunan tekanan meningkat seiring dengan bertambahnya jarak dari pusat horizontal port dan jumlah plate panas. Solusi optimal kemudian ditunjukkan pada lebar maksimum dan jumlah plate maksimum, yang pada akhirnya bergantung pada analisis ekonomi. Untuk vertical port centre distance dan jarak antar plate terdapat trade-off antara penurunan tekanan dan perpindahan panas. Optimasi dan sensitivitas analisis dapat digunakan sebagai peran penting dalam menentukan desain yang optimal yang akan di aplikasikan.

Evaluasi Faktor Pengotoran Kinerja Penukar Panas di Unit Pendingin Gas Pabrik Cair CO₂ (Amrozi, R. R., Udjiana, S., & Muharram, Y., 2022)

Heat exchanger adalah perangkat yang dapat digunakan sebagai pemanas atau pendingin, dan tujuan utamanya adalah untuk mencegah pembentukan padatan selama transmisi panas dari satu cairan ke cairan lain. Perpindahan panas tidak langsung terjadi ketika cairan pemanas tidak bersentuhan langsung dengan cairan pemanas, sedangkan perpindahan panas langsung terjadi ketika cairan pemanas bergabung dengan cairan pemanas dalam wadah tanpa dipisahkan. Sebaliknya, senyawa molekul yang dikenal sebagai CO₂ cair yang merupakan susunan dari dua atom O₂ yang tersinkron secara kovalen dengan atom C (karbon). CO₂ cair sering digunakan di tempat-tempat seperti pembakaran besi, pembuatan karet, pembuatan refrigeran, pembuatan beberapa bahan

kimia, penambangan, dan pengelasan. Salah satu unit terbaru PT PON, tanggung jawab utama unit cair CO₂ adalah memanfaatkan gas limbah dari PT. Dalam heat exchanger plate, bahan baku harus didinginkan untuk menghasilkan CO₂ cair. Prosedur perpindahan panas terjadi antara dua cairan di sisi plate heat exchanger plate (PHE), yang terdiri dari plate dan bingkai. heat exchanger mempengaruhi keberhasilan semua proses industri karena kerusakan atau kegagalan teknis dapat menghentikan unit di lapangan. Oleh karena itu, untuk menghasilkan hasil yang baik dan dapat menangani unit yang sepenuhnya terlibat, alat heat exchanger harus memiliki kinerja yang sangat baik. Pertimbangan positif untuk heat exchanger ketika indeks polusi diperhitungkan. Dengan menghitung nilai fouling factor, kinerja plat heat exchanger ini dinilai baik atau buruk. Penumpukan pengotor pada permukaan heat exchanger yang bersentuhan dengan permukaan perpindahan panas, dikenal sebagai pengotoran. Berikut ini adalah metode yang digunakan untuk membentuk kontaminasi: Dekomposisi produk organik, Polimerisasi (oksidasi), Dekomposisi produk organik, Kristalisasi, Pengendapan lumpur atau debu halus, Endapan biologis dan Korosi. Polusi heat exchanger meningkat seiring penggunaan. Beban perpindahan panas nyata dan efisiensi heat exchanger keduanya berkurang seiring dengan meningkatnya pengotoran.

Teknik perhitungan menggunakan aplikasi HTRI akan digunakan untuk penelitian yang akan dilakukan, dan setelah itu akan dipresentasikan temuan sehingga dapat dilakukan perbandingan mengenai efektivitas heat exchanger PT. PON beserta temuan percobaan penelitian ini. Asosiasi Produsen Penukar Tubular menciptakan dan menyempurnakan produk HTRI. (TEMA). Saat merancang heat exchanger, terutama heat exchanger plate, perangkat lunak HTRI adalah alat yang sangat membantu. Alat HTRI dapat mensimulasikan, mengklasifikasikan, dan merencanakan. Perhitungan harus dilakukan untuk menentukan jumlah faktor polusi. Dengan memanfaatkan data DCS Secara teori, waktu pemeliharaan akan dipersingkat dan biaya pemeliharaan pabrik dapat meningkat jika nilai koefisien polusi lebih rendah dari nilai koefisien polusi yang ditentukan. Waktu perawatan akan diperpanjang jika koefisien polusi lebih tinggi dari koefisien polusi asli, tetapi jika heat exchanger terlalu besar, itu akan menghasilkan biaya investasi yang tinggi. Nilai faktor polutan heat exchanger harus berada dalam kisaran yang dapat diterima sehingga permukaan panas yang diperlukan dapat diisi sepenuhnya dan pengeluaran modal lebih efektif digunakan. Alasannya mengarah pada kesimpulan bahwa waktu dan biaya perbaikan lebih tinggi dan lebih pendek ketika koefisien polusi lebih rendah ketika menguji heat exchanger terhadap faktor dimensi. Semakin lama waktu perbaikan, tetapi semakin tinggi biaya investasi, semakin tinggi nilai koefisien polusi uji dibandingkan dengan koefisien polusi desain.

Plat Perbaikan *Heat Exchanger* NO HE 312 PT. Pacific Indopalm Industri (Pratama, R., 2021)

Heat exchanger plate logam mentransfer panas antar cairan. Karena area kontak cairan yang lebih besar di heat exchanger ini, penggunaannya lebih terjangkau daripada di heat exchanger tradisional. Metode rekayasa dasar yang meningkatkan transmisi panas cepat termasuk heat exchanger plate. Dua ruang interior tipis dari plate heat exchanger mendistribusikan dua cairan dengan luas permukaan terbesar di seluruh plate logam. Panas dapat bergerak lebih cepat berkat piring. Alat yang berfungsi sebagai konverter panas adalah heat exchanger piring. perangkat yang bertukar panas antara dua zat menggunakan plate logam. Manfaat utama menggunakan heat exchanger piring adalah berfungsi sebagai heat exchanger dengan kemampuan perpindahan panas yang ditingkatkan dan sangat baik. Teknologi heat exchanger plate sangat efektif. Plate logam stainless steel digunakan untuk membangun heat exchanger semacam ini. Efek perpindahan panas dihasilkan oleh laju di mana cairan panas dan dingin masuk (dan pergi) melalui ventilasi di empat sudut plate. Untuk menghindari pencampuran minuman panas dan dingin bersama-sama dan menyebabkan tumpahan. Untuk menutup lembaran logam, gunakan celah karet. Pada bingkai, spacer dan plate terpasang. (bingkai). Volume transmisi panas menentukan luas permukaan heat exchanger. Dan ada juga gambar heat exchanger tipe plate di PT. Pacific Indopalm Industries Dumai.

Bagian dan fungsi heat exchanger plate meliputi: Penutup tetap yang berfungsi sebagai bagian atas heat exchanger, Baut stud digunakan untuk mengamankan flense, Kaki bingkai bertindak sebagai penopang heat exchanger plate, Gunakan kain kafan sebagai heat exchanger dengan plate pelindung, Tabung bantalan digunakan sebagai bantalan baut, Mengencangkan baut, yang digunakan untuk mengamankan baut pada heat exchanger plate, Mur kunci, digunakan sebagai pelapis cincin heat exchanger pada plate baut, Mur pengencang, mirip dengan cara pengikat dikencangkan, Guide bar, yang berfungsi sebagai alas tiang bawah heat exchanger piring, Kaki penyangga, berfungsi sebagai tapak dasar tiang penyangga untuk heat exchanger plate, Poros pendukung berfungsi sebagai tiang untuk heat exchanger plate, Penutup untuk pembukaan inspeksi di atas lubang heat exchanger plate, Rakitan rol, digunakan sebagai roda penggerak untuk menggerakkan plate atas plate heat exchanger, Penutup bergerak adalah penutup yang dapat disesuaikan atau dipindahkan, seperti penutup heat exchanger piring, Gasket untuk piring kemasan heat exchanger, Batang pembawa yang berfungsi sebagai lokasi

celah pergeseran heat exchanger plate, Paket piring, juga dikenal sebagai heat exchanger piring. Sebagian besar waktu, plate heat exchanger ini memiliki kisaran 0,5 hingga 3 mm dan terpisah 1,5 hingga 5 mm. plate dan struktur untuk pemanasan permukaan memiliki luas permukaan yang bervariasi dari 0,03 hingga 1,5 m², dan rasio lebar terhadap panjang 2 hingga 3. heat exchanger terkecil adalah 0,03 m² dan yang terbesar adalah 1500 m². Laju aliran cairan maksimal 2500 m³/jam diizinkan. plate, rangka, dan paking adalah tiga bagian utama yang membentuk unit PHE secara umum.

Plate

Elemen plate PHE berfungsi sebagai saluran untuk pergerakan cairan panas dan dingin. Cara transfer panas tergantung pada bentuk dan pola plate. Setiap panel telah Dipahat / Diindentasi untuk memberikan permukaannya desain gelombang. Pola gelombang ini memiliki potensi untuk meningkatkan perpindahan panas dan mengurangi endapan/fouling dengan meningkatkan tegangan geser dan kelancaran, sehingga menciptakan jalur aliran tekan yang terhubung. Untuk menemukan wilayah tertentu dalam STHE yang memiliki koefisien transmisi panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lain. Pola gelombang ini juga membuat luas permukaan yang berguna lebih besar karena ada banyak kontak antara cairan dan permukaan cakram. Diferensial dalam tekanan yang ada antara dua lempeng yang berdekatan satu sama lain. Hingga 230 tekanan kerja psig, terutama saat menggunakan pola gelombang silang seperti pola herringbone atau chevron. 0,6 mm adalah ketebalan panel minimal yang telanjang. (0,024 in).

Gasket

Segel PHE membatasi dan mengontrol aliran cairan. Cairan mengalir sehingga tidak ada komponen yang bercampur di dalamnya. Karena sebagian besar akan menjadi kempes setiap kali kebocoran PHE terjadi, segel perangkat PHE adalah bagian yang paling sering perlu diganti. Zat penyegel harus tahan lama, tahan terhadap reaksi kimia, dan mampu menahan suhu tinggi. Teknik jenis Lem dan metode Non-Lem digunakan untuk memasang segel di plate.

Frame

Perangkat PHE didukung oleh bingkai. Batas perangkat PHE Disk internal adalah tempat bingkai berada. Jenis bingkai B, C, dan F digunakan untuk mengkategorikan bentuk bingkai. Bingkai tipe C untuk PHE kecil, tipe B untuk PHE sedang, dan tipe F untuk PHE besar (dengan banyak plate pemasangan). Biasanya, sasis terbuat dari baja karbon dengan lapisan anti karat. Plate terfragmentasi menjadi beberapa bagian di heat exchanger plate nomor 312. Dalam hal ini, itu terjadi sebagai akibat dari obstruksi gerakan cairan yang disebabkan oleh plak CPO. Pengawas di lokasi produksi mengelola kerusakan. plate heat exchanger tersumbat jika gerakan cairan kurang dari 60 hingga 80 m³/jam. Berikut ini adalah prosedur yang digunakan untuk memperbaiki heat exchanger yang telah tersumbat: Siapkan alat yang diperlukan, termasuk kunci pas dan alat pelindung diri. Setelah membuka kunci fitting, buka pengencang yang menahan heat exchanger plate di tempatnya. Tarik plate heat exchanger menjauh dari bingkai dengan mendorong penutup tetap yang tidak permanen. Selanjutnya, semprotkan 120 bar tekanan air bertekanan ke heat exchanger plate. Setelah membersihkan plate heat exchanger, tentukan segel mana yang utuh dan mana yang perlu diganti. Ganti pelindung heat exchanger plate yang rusak dengan yang baru. Untuk memudahkan pemasangan segel baru, bersihkan heat exchanger secara menyeluruh sebelum melepas paking lama dengan obeng. Setelah itu, pasang sealant segar. Pasang kembali dan kencangkan plate heat exchanger setelah mengganti paking. Mengikuti instruksi perakitan, pasang kembali sekrup pemasangan.

Optimalisasi Perawatan Plat Tipe Heat Exchanger untuk Mendukung Efektivitas Pendinginan Kinerja Air Tawar Mesin Generator di Kapal MV.DK 02 (Maulana Rifan, 2021)

Motor diesel menyediakan propulsi utama untuk MV. DK 02, dan heat exchanger plate kapal digunakan untuk tujuan pendinginan. plate dalam jenis heat exchanger plate ini memiliki alur yang seragam dan disatukan oleh pengencang. Setiap plate memiliki penjepit kedua di kedua sisi dan dilengkapi dengan segel unik di alur di sekitarnya untuk mencegah cairan media pendingin bercampur dengan cairan yang didinginkan. Penelitian ini merupakan investigasi kualitatif deskriptif tentang praktik terbaik untuk mempertahankan heat exchanger plate yang menyediakan pendinginan untuk motor generator pada MV.DK 02.

Kita akan berbicara tentang sistem pendingin tertutup dan terbuka dan cara kerjanya karena aliran cairan pendingin sangat penting untuk pengoperasian motor kapal berpendingin air. Ada kelebihan dan kekurangan dalam menggunakan berbagai media pendingin, seperti air tawar pada sistem pendingin tertutup dan air asin pada sistem pendingin luar ruangan. Pendingin suhu rendah (LT) dan pendingin suhu tinggi (HT) adalah dua bagian

dari heat exchanger kapal. (HT). Sebagai gambaran, air laut dapat ditambahkan dan ditarik dari heat exchanger untuk dijadikan pendingin. Oleh karena itu, air sungai mengalir berlawanan arah jarum jam dengan air laut. Oleh karena itu, desain seperti gelombang plate di area perpindahan panas menghasilkan pusaran yang kuat, menghasilkan transmisi panas yang tinggi. Karena beban panas, pendingin air tawar disedot ke dalam generator mesin diesel melalui jaket pendingin sebelum dialihkan ke radiator suhu tinggi. Untuk mendinginkan ekosistem air tawar, air laut dituangkan dari laut ke dalam heat exchanger (pendingin suhu rendah) dalam bentuk air tawar.

Berdasarkan cara penulis berpikir tentang topik tersebut, yaitu "Optimasi pemeliharaan untuk mendukung kinerja plate pendingin air tawar untuk genset diesel," ia dapat mengetahui apa yang menyebabkan kinerja heat exchanger turun dan bagaimana caranya. heat exchanger plate digunakan dalam genset bertenaga diesel, dan langkah-langkah yang diambil untuk memastikannya berfungsi pada efisiensi puncak. Menurut penelitian, gasket kotor, kerusakan, dan penggunaan yang diperpanjang pada suhu tinggi semuanya berkontribusi pada penurunan efisiensi heat exchanger. Penurunan kinerja heat exchanger dapat disebabkan oleh kondisi permukaan laut yang kotor yang menghalangi aliran air laut, segel yang rusak menyebabkan kebocoran, dan penurunan tekanan pompa karena kerusakan impuls pompa dan kondisi air, pendingin, yang dapat berkarat dan berskala, dan penggunaan panel jangka panjang pada suhu tinggi, yang menurunkan kapasitas penyerapan panel. Dimungkinkan untuk meningkatkan kinerja heat exchanger plate dengan secara rutin membersihkan kotak luar dan memeriksa anoda seng pada kotak hisap atas, serta dengan memeriksa paking ketika bingkai dipasang di sistem instalasi dan mulai memompa. Perawatan berkala dan penggantian gesekan atau bagian listrik dari motor pompa dan media pendingin dilakukan. Kadar garam dan kandungan kimia dalam air tawar juga diperiksa secara berkala. Terakhir, plate heat exchanger selalu diganti jika tidak lagi berfungsi dengan baik atau tidak sesuai dengan jam operasional di manual book.

Pengaruh Suhu dan Arah Aliran terhadap Efektivitas Penukar Panas NTU (ϵ -NTU) pada Penukar Panas Tipe Pelat dan Rangka (Reni Yuniarti, dkk, 2020)

Heat exchanger, seperti yang dijelaskan dalam artikel ini, adalah alat yang digunakan sebagai alat transfer panas fluida dengan temperatur. Penelitian ini dilakukan pada suhu fluida panas 39-52 °C baik pada arah sirkulasi searah maupun berlawanan arah jarum jam. Air digunakan sebagai fluida panas dan fluida dingin karena air merupakan media perpindahan panas yang aman dan efektif. Hasil analisis awal penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi heat exchanger NTU (-NTU) baik dalam arah aliran maupun arah aliran balik dapat ditingkatkan dengan meningkatkan suhu fluida. Ketika dua fluida suhu berbeda disatukan, panas ditransfer dari yang lebih hangat ke yang lebih dingin, dan sebaliknya. Karena adanya pemisah, transmisi panas di dalam heat exchanger terjadi melalui konduksi dan konveksi, bukan melalui pencampuran kedua fluida. Fluida yang sering digunakan dalam alat heat exchanger berubah dari uap air, yang merupakan fluida panas, menjadi air, yang merupakan fluida dingin. Karena lebih aman dan lebih mudah diperoleh dan diproses, fluida air sering digunakan sebagai media perpindahan panas. Ada berbagai macam instrumen untuk heat exchanger, termasuk pendingin, kondensor, pemanas, reboiler, penguap, dan pendingin, tergantung pada kegunaannya.

Industri menggunakan heat exchanger secara ekstensif untuk berbagai jenis perangkat lunak yang sangat penting untuk proses manufaktur. menjadi simulasi heat exchanger, khususnya kondensor, yang mengubah fase uap menjadi fase cair dalam penyulingan minyak mentah atau dalam produksi uap (PLTU) menggunakan heat exchanger vaporizer. Beberapa keuntungan dan kerugian heat exchanger tipe PFHE. Efisiensi perpindahan panas yang lebih baik, desain peralatan murah dan simpel, perawatan yang lebih mudah, dan berkurangnya korosi adalah manfaat dari heat exchanger PFHE ini. Suhu maksimum yang dapat digunakan adalah 250°C tetapi bergantung pada material plate, dengan kekurangannya adalah material plate yang digunakan tidak terlalu tahan terhadap tekanan yang lebih tinggi dari 30 atm. (Lin dan Rochelle, 2017; Sammeta dkk., 2011). Dengan perubahan temperatur kedua fluida akan dapat mengidentifikasi efisiensi penukar kalor. Kinerja heat exchanger ditentukan oleh nilai efektivitasnya; semakin tinggi nilai efektivitasnya, semakin baik prosedur pertukaran panas dalam perangkat

Analisis Perhitungan Penukar Panas Tipe Plat – Bingkai pada *Intercooler* dengan Tipe Shell dan Tube (Rezal Arby Handoko dan La Ode M Firman, 2022)

Satu shell dan dua pipa dengan arah sirkulasi counterflow akan digunakan dalam penelitian ini untuk membahas desain perhitungan dimensi shell dan tube. Heat exchanger merupakan bagian yang krusial dalam PLTP. Penelitian ini membandingkan kinerja heat exchanger rangka-plate yang digunakan pada intercooler, yang mendinginkan air pendingin sekunder dengan air pendingin primer. Mesin ini menggunakan heat exchanger tipe plate sebagai sumber panasnya. Namun, ada beberapa masalah dengan heat exchanger plate ini, termasuk betapa mudahnya segel dapat bocor karena gasket sederhana yang telah berubah bentuk, bagaimana jika plate rusak, harus diganti dan tidak dapat diperbaiki, dan betapa mahalnya titanium yang digunakan untuk membuat heat

exchanger. Penukar kalor tipe plate adalah intercooler. plate-plate pada heat exchanger plate disusun dengan cara tertentu untuk menciptakan dua jalur: sisi panas dan sisi dingin. Sisi panas dialiri oleh fluida yang suhunya cukup tinggi, sedangkan sisi dingin adalah kebalikannya. Pada PLTP ini digunakan zat cair yang sama yaitu air. Fluida bertemperatur tinggi dan fluida bertemperatur rendah dipertukarkan melalui plate yang membagi dua jalur, sehingga terjadi perpindahan panas. Komponen plate intercooler bertindak sebagai saluran untuk pertukaran panas dan dingin melalui plate penukar panas. Ukuran dan bentuk plate yang memulai proses perpindahan panas menentukan metode operasinya. Peningkatan transmisi panas dan penurunan pengotoran atau pengendapan karena peningkatan tegangan geser dan turbulensi dimungkinkan berkat pola berlubang seperti gelombang pada setiap pelat. Selain itu, pipa-pipa ini disatukan untuk membentuk penukar panas. Pipa-pipa ini berjalan secara paralel dan diatur dalam sebuah cincin. Permukaan luar pipa akan membawa fluida dingin, sedangkan permukaan pipa yang disambung akan membawa fluida panas. Penukar panas ini dapat berfungsi dalam berbagai konfigurasi aliran, termasuk aliran berlawanan, aliran silang, dan aliran paralel.

Analisis dan Pembahasan Hasil Matematis Hasil perhitungan nilai efektivitas secara teoritis dan perhitungan grafik efektivitas baik untuk shell and tube maupun plate-frame tidak jauh berbeda: efektivitas yang dihitung dari plate-frame adalah 30,7%, sedangkan shell and tube 45,65%. Hal ini dapat disimpulkan dari hasil perhitungan dan penelitian yang telah dilakukan bahwa: Dengan panjang 1,83 m, diameter 0,404 m, diameter luar 0,01905 m, diameter dalam 0,01483 m, dan area aliran 0,00017 m per tabung, Heat Exchanger tipe shell and tube kami efisien dan mudah digunakan. Namun, kebocoran seal adalah masalah umum pada penukar panas rangka-pelat karena variasi bentuk paking. Pelat terbuat dari bahan yang mahal seperti titanium. Nilai efektivitas sebesar 45,65% pada penukar kalor di PLTP sebagai hasil desainnya. Nilai efektivitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan tipe rangka plate yang memiliki nilai 30,7%.

A review of heat transfer enhancement techniques in plate heat exchangers (Zhang, J., Zhu, X., Mondejar, M. E., & Haglind, F., 2019)

Teknik peningkatan perpindahan panas dalam PHE bertujuan untuk meningkatkan kinerja hidrolika termal dengan meningkatkan koefisien perpindahan panas, mengurangi ukuran peralatan penukar panas, atau mengurangi perbedaan suhu pendekatan. Teknik ini bisa aktif atau pasif, dan teknik permukaan pasif, nanofluida, dan teknik peningkatan lainnya telah didokumentasikan dalam literatur penelitian. Aplikasi ini menunjukkan potensi teknik ini untuk meningkatkan kinerja termal-hidraulik heat exchanger. Artikel ini meninjau dampak parameter geometris bergelombang chevron pada kinerja PHE, metode peningkatan perpindahan panas di PHE, dan nanofluida. Ini memeriksa mekanisme perpindahan panas yang mengatur dan merangkul sifat perpindahan panas dan penurunan tekanan dari PHE. Ini juga memberikan ringkasan penelitian tentang metode untuk meningkatkan perpindahan panas dalam plate heat exchanger di bawah aliran satu dan dua fase.

Ulasan tersebut mengatakan bahwa sudut chevron adalah ukuran geometris terpenting untuk plate heat exchanger chevron corrugated. Ketika perpindahan panas yang hanya melibatkan satu fase, peningkatan sudut chevron menyebabkan peningkatan transmisi panas dan penurunan tekanan. Kecepatan perpindahan panas serta penurunan tekanan dipengaruhi secara signifikan oleh rasio aspek gelombang chevron. Ini karena Kecepatan perpindahan panas serta penurunan tekanan keduanya meningkat seiring dengan peningkatan rasio aspek. Diperlukan lebih banyak penelitian untuk menentukan kemiringan chevron dan rasio aspek yang ideal. Sudut chevron memiliki dampak signifikan pada daerah perpindahan panas yang dicirikan oleh konveksi dalam aliran dua fase, seperti pendidihan konvektif dan kondensasi kontrol geser. Koefisien perpindahan panas dua fase meningkat dengan meningkatnya sudut chevron, seperti yang disarankan oleh temuan eksperimental dari sebagian besar karya terkait. Plate heat exchanger biasanya ditingkatkan menggunakan metode permukaan pasif dan nanofluida. Metode ini meningkatkan efisiensi perpindahan panas sekaligus meningkatkan kehilangan tekanan. Di antara teknik permukaan pasif yang digunakan untuk perpindahan panas fase tunggal, emboss memberikan peningkatan terbesar dalam meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Menggunakan teknik permukaan pasif dalam aliran dua fase dapat meningkatkan transmisi panas secara signifikan dengan menyediakan lebih banyak tempat nukleasi untuk pembentukan gelembung dan tetesan. Hal ini dicapai dengan meningkatkan jumlah situs nukleasi. Koefisien perpindahan panas aliran dididih naik sepuluh kali lipat karena permukaannya berpori nano dan berpori mikro. Ketika nanofluida digunakan dalam plate heat exchanger, terjadi beberapa fenomena yang tidak terjadi pada tabung skala makro, seperti munculnya konsentrasi optimal dan dalam beberapa kasus, penurunan kinerja perpindahan panas. Faktor evaluasi kinerja untuk PHE bergelombang chevron menunjukkan bahwa peningkatan parameter geometris antara β 30° dan 60°; γ 0,071 dan 0,5; η 1,17 dan 1,29 membuat kinerja termohidraulik menjadi lebih baik. Pada bilangan Reynolds 600, permukaan emboss tipe kapsul dengan 1% Al₂O₃-air nanofluida memiliki kriteria evaluasi kinerja tertinggi 1,9.

Analyses of thermal performance and pressure drop in a plate heat exchanger filled with ferrofluids under a magnetic field (Zheng, D., Yang, J., Wang, J., Kabelac, S., & Sundén, B., 2021)

Penelitian ini menggunakan partikel Fe₃O₄ untuk membuat fluida magnetik (ferrofluid). Partikel-partikel tersebut diselubungi etanol suling dan memiliki tingkat kemurnian 99,9% untuk mencegah oksidasi. Diameter partikel berkisar dari 15 nm hingga 25 nm, dengan dimensi partikel rata-rata 20 nm. Ferrofluid dibuat dalam dua langkah: partikel dimasukkan ke dalam air DI, dan getaran ultrasound digunakan untuk menyebarkannya. Natrium sitrat ditambahkan sebagai surfaktan agar lebih stabil. Skala elektronik dengan presisi 1 mg digunakan untuk mengukur partikel dan dispersan, dan potensial Zeta ditemukan -33 mV.

Pada berbagai laju aliran masuk, efek eksperimental medan magnet pada aliran dan keefektifan termal plate heat exchanger dengan ferrofluida diselidiki dalam penelitian ini. Ketika tidak ada medan magnet, efektivitas perpindahan panas hanya sedikit meningkat (sebesar 0,22%) ketika nanopartikel Fe₃O₄ ditambahkan ke air DI pada konsentrasi 0,1%. Hal ini menunjukkan bahwa plate-frame heat exchanger tidak dapat meningkatkan kecepatan perpindahan panas dengan mengganti air DI dengan 0,1 vol% nanofluida Fe₃O₄-air. Berdasarkan hasil percobaan, nanofluida Fe₃O₄-air 0,1 vol% tidak jauh berbeda dengan air DI. Penggunaan dua buah magnet dalam susunan superposisi pada masing-masing sisi meningkatkan bilangan Nusselt rata-rata sebesar 23,8% dibandingkan dengan keadaan tanpa medan magnet. Namun, jika dibandingkan dengan skenario di mana hanya satu magnet yang digunakan, angka Nusselt rata-rata dapat dikurangi ketika dua magnet digunakan dalam konfigurasi yang ditempatkan bersebelahan. Hal ini menunjukkan bahwa susunan magnet memiliki pengaruh yang besar terhadap peningkatan transmisi panas. Ketika dua magnet vertikal diposisikan bersebelahan, penurunan tekanan berkurang sebesar 10,0% jika dibandingkan dengan skenario di mana tidak ada medan magnet. Penemuan ini menawarkan cara baru untuk meningkatkan kinerja termal sistem pertukaran panas tanpa meningkatkan penurunan tekanan. Sebagian besar waktu, kinerja termal yang baik dapat dicapai dalam banyak penggunaan industri dengan meningkatkan hambatan aliran. Namun, ditemukan dalam studi saat ini bahwa penggunaan ferrofluida dalam heat exchanger plate meningkatkan efisiensi perpindahan panas dan mengurangi penurunan tekanan pada distribusi medan magnet yang optimal.

Multi-objective thermal design optimization of plate frame heat exchangers through global best algorithm (Emrah O., 2017)

Studi ini berkaitan dengan desain termal plate frame heat exchanger berdasarkan Global Best Algorithm. Dengan memanfaatkan beberapa skema gangguan dasar yang mengambil referensi dari Pencarian Diferensial dan Evolusi Diferensial, Global Best Algorithm bertujuan untuk mendapatkan solusi optimal dengan mengintensifkan solusi yang lebih menjanjikan. Keefektifan Algoritma Terbaik Global yang diusulkan akan dievaluasi untuk mempertahankan konfigurasi optimal plate frame dengan mempertimbangkan penilaian desain dan tujuan. Hasil yang diambil dari GBEST akan dibandingkan dengan metodologi optimisasi metaheuristik terkenal dari Pencarian Koperasi Buatan, Algoritma Kelelawar, serta Pengoptimalan Swarm. Dari metode yang telah dilakukan, Global Best Algorithm menggunakan fungsi dasar dari Evolusi Diferensial dan Algoritma Pencarian Diferensial dapat memberi mutu pada intensifikasi yang merupakan fase utama dari algoritme pengoptimalan.

Pertama, efisiensi algoritma yang diusulkan telah diuji lebih dari 16 masalah dan hasilnya telah dibandingkan dengan algoritma pengoptimalan yang berlisensi. Kedua, koefisien perpindahan panas keseluruhan, biaya total dan berat heat exchanger merupakan tujuan masalah untuk dioptimalkan secara terpisah maupun bersamaan. Metode pareto digunakan sebagai optimisasi untuk memilih solusi kompromi terbaik di antara kurva pareto melalui metode pengambilan keputusan dari LINMAP, TOPSIS, dan teori entropi Shannon. Standart deviasi diketahui berdasarkan masing-masing metode pengambilan keputusan satu sama lain dan solusi optimal untuk setiap kasus yang ditentukan. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengamati pengaruh beberapa parameter desain seperti ketebalan plate, diameter port, sudut chevron, jarak horizontal dan vertikal antar port, panjang total plate terhadap nilai fungsional koefisien perpindahan panas keseluruhan dan total biaya heat exchanger. Ditemukan bahwa dua tujuan optimasi utama ini sangat bergantung pada variabel desain tersebut.

Energy and cost optimization of a plate and fin heat exchanger using genetic algorithm (Najafi Hamidreza, dkk, 2011)

Kondisi operasi untuk kasus heat exchanger ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan. Fluida dianggap sebagai udara (dengan asumsi gas ideal) dan PFHE sebagian besar terbuat dari Aluminium. perubahan sifat termal udara sehubungan dengan suhu diperhitungkan. Daftar variabel geometrik yang dianggap sebagai parameter

optimisasi dari batasan yang berbanding untuk setiap parameternya. Beberapa variabel geometri pada fungsi tujuan diselidiki dan di setiap bagian, nilai semua parameter, kecuali yang dipilih untuk penyelidikan, dijaga konstan. Dengan memvariasikan nilai parameter yang dipilih. Ketinggian sirip berpengaruh pada total laju perpindahan panas (Q) dan total biaya tahunan. Menaikkan tinggi sirip menghasilkan peningkatan pada area aliran bebas dan area perpindahan panas total yang secara nonlinier mempengaruhi nilai NTU. Peningkatan H mengarah pada pengurangan penurunan tekanan yang pada gilirannya menurunkan nilai daya pemompaan dan biaya operasional. Setiap kenaikan H akan mengakibatkan peningkatan area perpindahan panas total yang menyebabkan kenaikan biaya awal PFHE. Oleh karena itu, ketinggian sirip memiliki dua efek yang bertentangan pada total biaya tahunan sistem variasi total biaya tahunan mengenai tinggi sirip menurun yang menunjukkan bahwa dengan menambah tinggi sirip, pengurangan biaya operasional lebih besar daripada kenaikan biaya modal.

Dalam pengoperasian heat exchanger ada pengoptimalan parameter yang perlu dipertimbangkan. Untuk mencapai parameter desain yang dapat menghasilkan total biaya tahunan rendah dan tingginya laju perpindahan kalor. Hasilnya adalah front Pareto yang merupakan himpunan solusi optimal yang masing-masing merupakan trade-off antara fungsi tujuan. Untuk laju aliran massa tertentu dan suhu masuk, yang dihasilkan Pareto front dapat memberikan total biaya tahunan yang paling kecil untuk setiap tingkat perpindahan panas total yang diperlukan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian penerapan aplikasi heat exchanger tipe plate-frame, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *heat exchanger* tipe *plate-frame* dapat meningkatkan efisiensi dalam pertukaran panas. Heat exchanger tipe plate-frame memiliki desain yang memungkinkan aliran fluida untuk bergerak dengan efisien dan efektif, sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran panas yang optimal. Selain itu, heat exchanger tipe plate-frame dapat mengoptimalkan pertukaran panas antara dua fluida yang berbeda, hal ini disebabkan besarnya luas permukaan. Dalam aplikasinya, heat exchanger tipe plate-frame biasa digunakan pada berbagai industri.

Dengan efisiensi yang tinggi dan kemampuan adaptasi yang luas, penggunaan heat exchanger tipe plate-frame dapat memberikan manfaat signifikan dalam proses industri. Selain meningkatkan efisiensi, penggunaan heat exchanger tipe plate-frame juga dapat mengurangi biaya operasional dan memperpanjang umur pemakaian peralatan. Oleh karena itu, heat exchanger tipe plate-frame dapat menjadi pilihan yang tepat bagi industri dalam memenuhi kebutuhan pertukaran panas yang efektif dan efisien.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih Kami sampaikan kepada Pimpinan Fakultas Teknik Unsada dan seluruh Dosen Prodi Teknik Mesin yang telah membantu penyelesaian artikel ini. Akhir kata, kami berharap hasil penelitian kami dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang signifikan pada bidang studi yang relevan. Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan

Daftar Pustaka

- [1] Amrozi, R. R., Udjiana, S., & Muharram, Y. (2022). Evaluasi Kinerja Heat Exchanger Pada Gas Cooler Unit CO₂ Liquid Plant. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 8 (1), 111-117.
- [2] Dvorak V., Vit Thomas. 2017. CAE Methods For Plate Heat Exchanger Design. Technical University Of Liberec. Studentska 2. Liberec. 46117. Czech Republic. (www.sciencedirect.com, diakses pada 23 Maret 2023).
- [3] Emrah O. 2017. Multi-Objective Thermal Design Optimization Of Plate Frame Heat Exchangers Through Global Best Algorithm. *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology* 7(1) (2017) 33–73.
- [4] Imran M., Pambudi N A., Farooq M. 2017. Thermal And Hydraulic Optimization Of Plate Heat Exchanger Using Multi Objective Genetic Algorithm. *Case Studies in Thermal Engineering*. Sciencedirect. (www.elsevier.com/locate/csite, diakses pada 22 Maret 2023).
- [6] Indrawan, R. 2016. Metodologi Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif dan Campuran Untuk Manajemen, Pembangunan, dan Pendidikan. Perpustakaan IAIN Palangka Raya. (http://senayan.iain-palangkaraya.ac.id/index.php?p=show_detail&id=12309&keywords=, diakses pada 28 Maret 2023).
- [7] Iskandar. 2009. Metodologi Penelitian Kualitatif. Jakarta; Gaung Persada, cet.1. h.11
- [8] Ji Zhang., dkk. 2019. A review of heat transfer enhancement techniques in plate heat exchangers. DTU Library. (10.1016/j.rser.2018.11.017, diakses pada 22 Maret 2023).
- [9] Maulana Rifan, (2021). Optimalisasi Perawatan Heat Exchanger Type Plate Untuk Menunjang Efektivitas Kinerja Cooling Fresh Water Mesin Generator Di Kapal MV. DK 02. (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).

- [10] Najafi Hamidreza, dkk. 2011. Energy and cost optimization of a plate and fin heat exchanger using genetic algorithm. *Applied Thermal Engineering* 31 (2011) 1839-1847.
- [11] Pandya, N. S., Shah, H., Molana, M., & Tiwari, A. K. (2020). Heat transfer enhancement with nanofluids in plate heat exchangers: A comprehensive review. *European Journal of Mechanics - B/Fluids*, 81, 173–190. doi:10.1016/j.euromechflu.2020.02.004
- [12] Pratama, R. (2021). Pt. Pacific Indopalm Industries Perbaikan Plate Heat Exchanger No He 312.
- [13] Putri, L. 2020. Heat Exchanger. Artikel Heat Exchanger Unimuda Sorong. (<https://kimia.unimudasorong.ac.id/artikel/heat-exchanger>, diakses pada 28 Maret 2023).
- [14] Reni Y., Feerzet A., Yuniar L., Lisa., Muhammad., Suhartono., Suharto. 2022. Pengaruh Temperatur dan Arah Aliran Terhadap Efektivitas heat exchanger NTU (ϵ -NTU) Pada Alat heat exchanger Tipe Plate and Frame. Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera (<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip> diakses pada 22 Maret 2023).
- [15] Rezal Arby Handoko., La Ode M Firman. 2020. Analisis Perhitungan Heat Exchanger Jenis Plate – Frame Pada Intercooler Dengan Jenis Shell And Tube. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila (<https://teknik.univpancasila.ac.id/semrestek/prosiding/index.php/12345/article/view/369>, diakses pada 22 Maret 2023)
- [16] Sholikhah, A. M., & Moentamaria, D. (2022, December 24). PERANCANGAN PLATE HEAT EXCHANGER SEBAGAI HIGH TEMPERATURE SHORT TIME PASTEURIZER SUSU DISTILAT: JURNAL TEKNOLOGI SEPARASI. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i3.394>
- [17] Sohib, M., Riyanta A. 2017. Analisis Fouling Pada Plate And Frame, Lean/Rich Amine Exchanger Di Saka Indonesia-Pangkajene. Program Studi Teknik Mesin Universitas Gresik.
- [18] Wicaksono, C., dkk. 2018. Perancangan Eco Heat Exchanger Type 1-2 Shell And Tube dan Pengaruh Jumlah Baffle Terhadap Transfer Panas. *Jurnal Chemurgy*, 1(1), 27.
- [19] Zhang, J., Zhu, X., Mondejar, M. E., & Haglind, F. (2019). A review of heat transfer enhancement techniques in plate heat exchangers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 305–328. doi:10.1016/j.rser.2018.11.017
- [20] Zheng, D., Yang, J., Wang, J., Kabelac, S., & Sundén, B. (2021). Analyses of thermal performance and pressure drop in a plate heat exchanger filled with ferrofluids under a magnetic field. *Fuel*, 293, 120432. doi:10.1016/j.fuel.2021.120432

Perbaikan Penerapan 5S Pada Area Produksi Dorayaki di CV. Abe Seika

Sarah Isniah^{1*}

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : sarah.isniah@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Pada penulisan ini bertujuan untuk memperbaiki penerapan 5S yang sedang berjalan di CV Abe Seika. Perbaikan dilakukan karena penerapan 5S tidak berjalan dengan baik. Selain itu, untuk meningkatkan efisiensi proses produksi melalui penerapan budaya kerja 5S, dan untuk memastikan bahwa perbaikan dapat dilakukan secara konsisten. Data dokumentasi kemudian menjadi acuan perbaikan untuk memperbaiki proses 5S yang sedang berjalan. Terdapat data audit 5S yang disajikan dalam penulisan ini. Analisa fishbone diagram juga menjadi salah satu indentifikasi masalah 5S yang terjadi di CV Abe Seika. Lalu di sajikan pada tabel 5W + 1H. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil audit yang dilakukan perusahaan setelah perbaikan dan menunjukkan score diatas 65% sesuai dengan ketentuan perusahaan.

Kata kunci: Diagram Tulang Ikan; Industri Kecil Menengah; Perbaikan Berkelanjutan; 5S; 5W+1H

Abstract

This writing has the purpose to improve the ongoing implementation of 5S at CV Abe Seika. The improvement was carried out due to the ineffective implementation of 5S. Furthermore, this was intended to make the 5S work culture within the production process area more efficient, as well as to document it in order to enable continuous improvement. 5S audit data is presented in this writing. The documentation data before and after the ongoing 5S improvement serves as a reference for the enhancement process. Based on an audit conducted by the company following improvements, which revealed a score exceeding 65% in compliance with corporate policies, conclusions were made.

Keywords: Continous Improvement; Fishbone; Small and Medium Industries ; 5S; 5W+1H

1. Pendahuluan

Industri kecil dan menengah (IKM) adalah salah satu kekuatan pendorong terdepan dalam pembangunan ekonomi dan merupakan komponen penting dalam pembangunan ekonomi yang kompetitif, karena IKM menciptakan lapangan pekerjaan lebih cepat daripada sektor usaha lainnya, memiliki berbagai jenis produk, dan memberikan kontribusi yang signifikan dalam perdagangan [1]. IKM juga sangat bergantung pada tenaga kerja, yang merupakan dasar bagi sumber kehidupan di Indonesia [2].

Perusahaan harus menerapkan 5S di gamba atau tempat kerja mereka jika mereka ingin menghasilkan lebih banyak uang dengan sedikit pemborosan [3]. Akibatnya, perusahaan tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan yang tidak menghasilkan nilai tambah. Proses produksi sangat dipengaruhi oleh tempat produksi [4]. Nilai tambah yang memuaskan pelanggan ditambahkan pada barang atau jasa di tempat produksi, yang memungkinkan perusahaan untuk bertahan dan berkembang [5]. Tempat produksi yang ideal akan memungkinkan proses

produksi berjalan dengan efektif dan efisien. 5S dapat membantu menemukan tempat produksi terbaik [6].

2. Metodologi

Data primer, yang diperoleh dari pengamatan secara langsung, dan data sekunder, yang diperoleh dari studi pustaka yang dilakukan oleh penulis saat mengumpulkan data, digunakan dalam penulisan. Metode ini dapat digunakan dalam dua cara, yaitu:

- a. Observasi: Pengumpulan data dilakukan dengan melihat dan mengamati situasi di area tempat produksi.
- b. Wawancara: Pengumpulan data dilakukan dengan menanyakan keluhan pekerja tentang masalah di area tempat produksi.
- c. Dokumentasi: Dokumentasi dilakukan untuk menggambarkan lingkungan kerja yang mendukung kinerja perusahaan dalam memenuhi pelayanannya tenaga kerja.

Metode Pengumpulan Data Sekunder: Metode ini digunakan secara tidak langsung untuk mendapatkan data atau informasi, seperti laporan perusahaan dan buku-buku yang berkaitan dengan 5S.

3. Landasan Teori

Jika tidak ada 5S di fasilitas produksi, itu menunjukkan bahwa ada efisiensi rendah, pemborosan, ketidakdisiplinan, kualitas yang buruk, biaya yang tinggi, dan banyak masalah untuk memenuhi deadline penyerahan produk. Ini menunjukkan bahwa dalam industri yang semakin ketat, perdagangan bebas dapat diterapkan [7].

Semua pekerjaan membawa ketegangan dan tekanan, yang disebut stres, yang berdampak pada kemampuan seorang pekerja dan bagaimana mereka melihat pekerjaan mereka. Tempat kerja yang nyaman, sehat, dan selamat bagi manusia (manusia), mesin (mesin), dan lingkungan (lingkungan) dapat meningkatkan produktivitas, semangat kerja, dan beban kerja. Namun, lingkungan kerja yang tidak sehat dapat menyebabkan kewaspadaan berkurang, kurangnya perhatian terhadap kondisi kerja, penyakit, dan berbagai kecelakaan kerja. [8]

Teknik ini terdiri dari lima langkah: sort (ringkas), set in order (rapi), shine (resik), standardize (rawat), dan sustain (rajin). Langkah-langkah ini dilakukan secara berurutan dan dapat digunakan di mana pun [9].

Masaaki Imai menyampaikan konsepnya tentang 5S sebagai berikut [10] :

1. Seiri - Ringkas, Membuang barang yang tidak diperlukan.
2. Seiton - Rapi, Membenahi dan men-standar-kan tempat penyimpanan atau meletakkan barang atau peralatan pada tempatnya.
3. Seiso - Resik, Menjaga kebersihan tempat kerja (membersihkan tempat kerja agar bebas dari debu dan sampah).
4. Seiketsu - Rawat, Mempertahankan tempat kerja agar tetap Ringkas, bersih/Resik dan Rapi.
5. Shitsuke - Rajin, Disiplin diri sendiri.

4. Hasil Dan Pembahasan

CV Abe Seika sebenarnya sudah sejak lama menerapkan 5S tanpa karyawan sadari dan ketahui apa itu 5S secara terperinci. Sistem 5S ini berguna untuk meminimalisir pemborosan yang terdapat pada area produksi yang akan berpengaruh terhadap *output* dari proses produksi

tersebut. Selain itu, sistem 5S juga dapat mengurangi biaya produksi yang tinggi akibat penataan alat dan bahan di area produksi yang tidak teratur dengan baik. Untuk itu diperlukannya penerapan 5S ini guna memperbaiki sistem yang kurang baik.

Pengambilan Data

Dalam proses pengumpulan atau pengambilan data ini, didapatkan dari dokumentasi tentang penerapan 5S di CV. Abe Seika. Dari dokumentasi tersebut, ditemukan bahwa audit penerapan 5S tidak berjalan dengan baik. Tabel 1 menunjukkan hal ini.

Tabel 1. Data Hasil Audit 5S Pada Area Proses

| Process | Jan '21 | Feb '21 | Mar '21 | Apr '21 | May '21 | Jun '21 | Jul '21 | Agt '21 | Sep '21 | Oct '21 | Nov '21 | Des '21 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P.1 | 63% | 65% | 70% | 59% | 50% | 65% | 60% | 65% | 57% | 65% | 70% | 65% |
| P.2 | 78% | 75% | 70% | 71% | 75% | 65% | 67% | 75% | 62% | 68% | 52% | 64% |
| P.3 | 81% | 70% | 69% | 80% | 58% | 82% | 77% | 64% | 60% | 50% | 58% | 60% |
| P.4 | 75% | 65% | 58% | 61% | 70% | 67% | 70% | 62% | 65% | 83% | 85% | 70% |
| P.5 | 65% | 75% | 83% | 81% | 75% | 76% | 75% | 53% | 70% | 65% | 55% | 75% |
| Min.Score | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% |

Data Hasil Pengamatan 5S pada area produksi di CV. Abe Seika



Gambar 1. Kertas Order

Pada Gambar 1 ini terlihat jelas cara penataan pada kertas order seperti tidak tertata. Dalam prinsip 5S, kerapian di area lokasi 5S menjadi salah satu faktor penting. Akibat yang timbul dari masalah kertas order ini adalah terdapat pemborosan waktu dalam *update order* yang dilakukan pekerja.



Gambar 2. Tempat Bahan-bahan Kue pada sisi kanan yang tidak berlabel

Pada Gambar 2 terlihat tempat bahan-bahan kue dalam tempat yang tidak berlabel sehingga dapat menyebabkan kekeliruan pekerja dalam mengambilnya.



Gambar 3. Susunan Meja Pembuatan Adonan

Pada Gambar 3 terlihat meja pembuatan adonan yang berantakan dan tidak ditata sehingga tidak memudahkan pekerja dalam penggunaannya. Sesuai dengan prinsip 5S yaitu ringkas, menyiapkan alat yang di butuhkan saja. Selebihnya alat-alat yang tidak dibutuhkan dapat disimpan kembali di tempat yang seharusnya.



Gambar 4. Penataan Kompor Gas

Pada Gambar 4 terlihat susunan kompor dalam proses pemanggangan dorayaki tidak rapih. Begitu juga dengan susunan gas yang berantakan. Selain itu, terlihat kompor tidak terawat. Sehingga berpengaruh kepada kerapihan dan kerawatan. Seharusnya karyawan lebih dislipin dalam hal pembersihan peralatan kerja. Akibat yang timbul dari Gambar ini adalah keselamatan pekerja yang rendah dikarenakan area produksi yang terdapat selang gas berantakan.



Gambar 5. Penataan Alat-alat Produksi

Pada Gambar 5 terlihat penataan peralatan produksi sudah lumayan tertata rapih. Akan tetapi ada beberapa peralatan yang tidak diletakan dengan rapih. Merupakan ketidaksesuaian dengan prinsip 5S yaitu *Seiketsu* (Rawat). Akibat yang timbul dari penataan peralatan yang kurang baik adalah kemungkinan pekerja membutuhkan waktu dalam pencariannya.

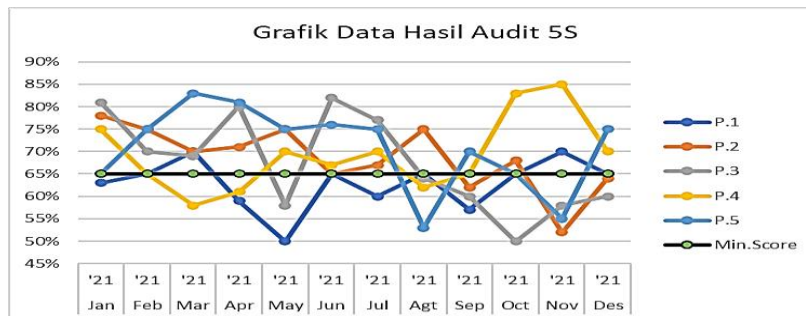


Gambar 6. Penataan Alat Produksi

Pada Gambar 6 terlihat penataan dinding area produksi untuk alat-alat produksi. Akan tetapi penataannya kurang cukup baik. Dikarenakan susunan dinding tidak rapi. Sehingga terdapat pemborosan waktu yang dilakukan pekerja dalam pencariannya.

Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan berupa Gambar situasi area produksi CV. Abe Seika, maka dapat diketahui proses 5S yang tidak berjalan dengan baik.



Gambar 7. Grafik Hasil Audit 5S

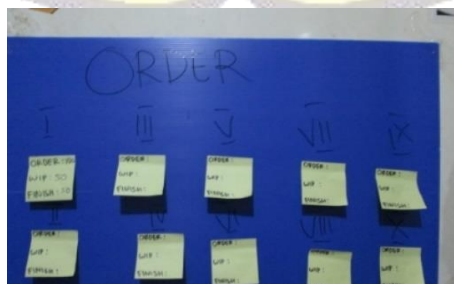
Berdasarkan analisa 5S yang sedang berjalan di CV Abe Seika maka dapat disimpulkan bahwa pada setiap Proses yang terdapat di CV Abe Seika masih belum mendekati *minimum score* 5S yang telah ditetapkan CV. Abe Seika yaitu 65%. Meskipun CV Abe Seika adalah industri rumahan tetapi standar 5S yang ditetapkan cukup baik berada pada *minimum score* 65%. Akan tetapi pada pelaksanaannya, terdapat *modus score* yang tinggi dibagian proses 1 dan 3. Dimana proses 1 adalah proses *Mixing* dan proses 3 adalah proses *Baking*. Perbaikan yang perlu dilakukan pada CV Abe Seika ini harus sangat diperhatikan pada Proses 1 dan Proses 3. Selanjutnya baru memperbaiki *modus score* yang rendah pada perbaikan berikutnya.

Analisa 5S Pada Area Produksi CV. Abe Seika Berdasarkan Data Dokumentasi



Gambar 8. Seiri

Pemilahan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses *mixing* ini lebih baik dari sebelumnya dengan terdapat meja sebagai alat bantu pemilahan. Sehingga pekerjaipun lebih mudah dan efisiensi waktu dalam penggunaan alat dan bahan.



Gambar 9. Seiton 1

Penataan kertas order yang ditempelkan pada lemari pendingin terlihat kurang rapi. Sehingga dengan adanya papan order sesudahnya memudahkan pekerja mengetahui jumlah order, *WIP*, dan *finish good* produk.



Gambar 10. Seiton 2

Penataan alat produksi yang digunakan tidak tertata dengan baik. Sehingga berakibat pada pemborosan waktu menemukan dan penggunaan alat produksi yang akan digunakan. Akan tetapi hasil sesudahnya tidak dapat ditampilkan dikarenakan pemilik CV. Abe Seika tidak mengizinkan adanya perbaikan penataan.



Gambar 11. Seiton 3

Penataan bahan produksi tidak diberi label nama bahan sehingga pekerja membutuhkan waktu dalam pencarian bahan yang akan digunakan. Setelah diberi label sesudahnya akan memberikan kemudahan dan efisiensi waktu pencarian



Gambar 12. Seiton 4

Penataan kompor gas yang akan digunakan pada proses produksi kurang baik dikarenakan sebelumnya posisi kompor gas membuat pekerja tidak leluasa dan harus bekerja dengan badan yang berbalik arah dari posisi kompor didepannya. Sehingga sesudahnya kompor gas di tata berderet agar memudahkan pekerja untuk melakukan proses *baking* dengan baik tanpa harus melakukan gerakan berbalik arah.

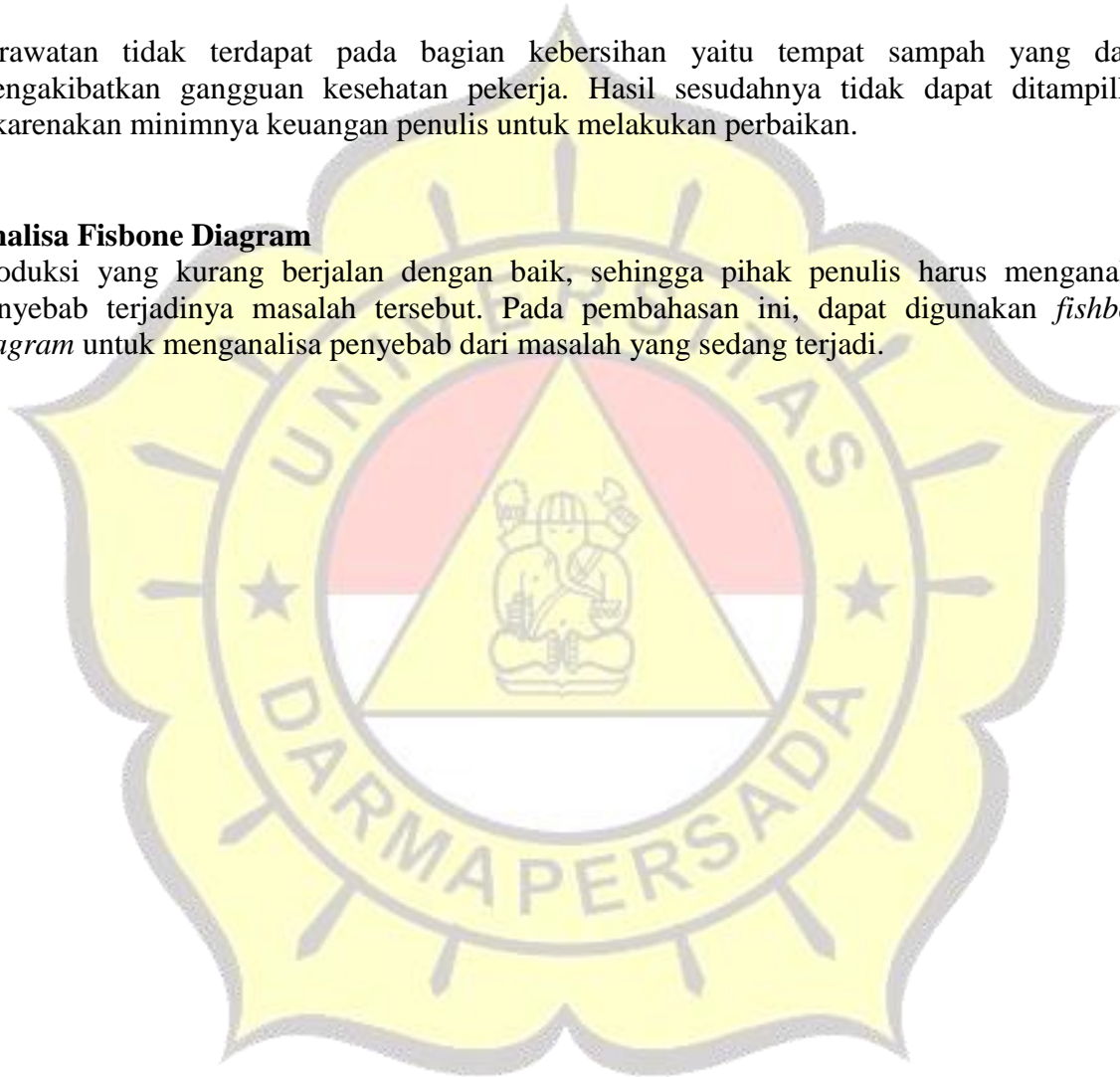


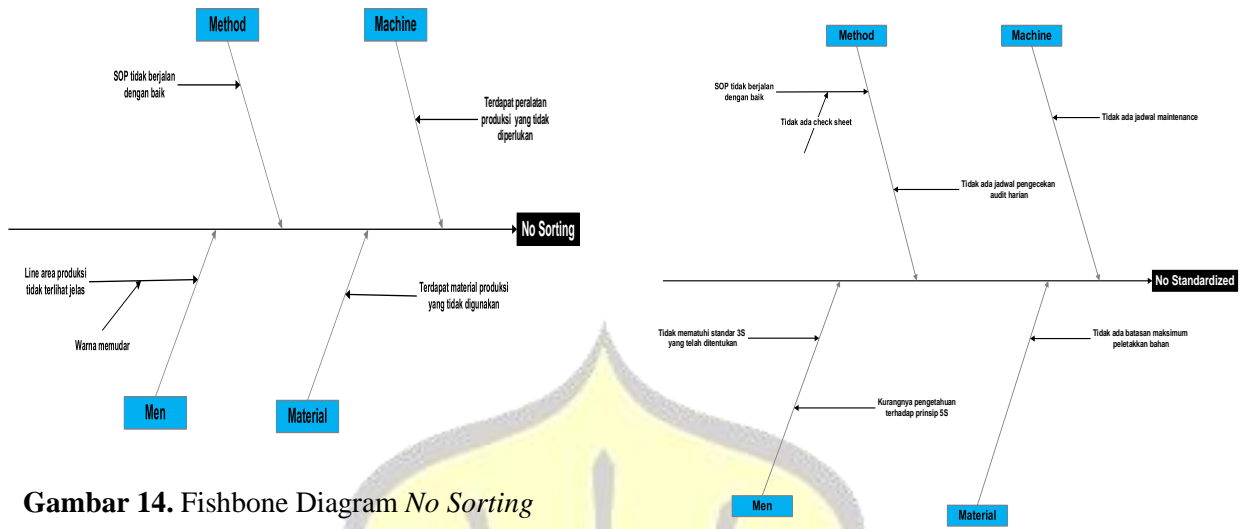
Gambar 13. Seiso

Perawatan tidak terdapat pada bagian kebersihan yaitu tempat sampah yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pekerja. Hasil sesudahnya tidak dapat ditampilkan dikarenakan minimnya keuangan penulis untuk melakukan perbaikan.

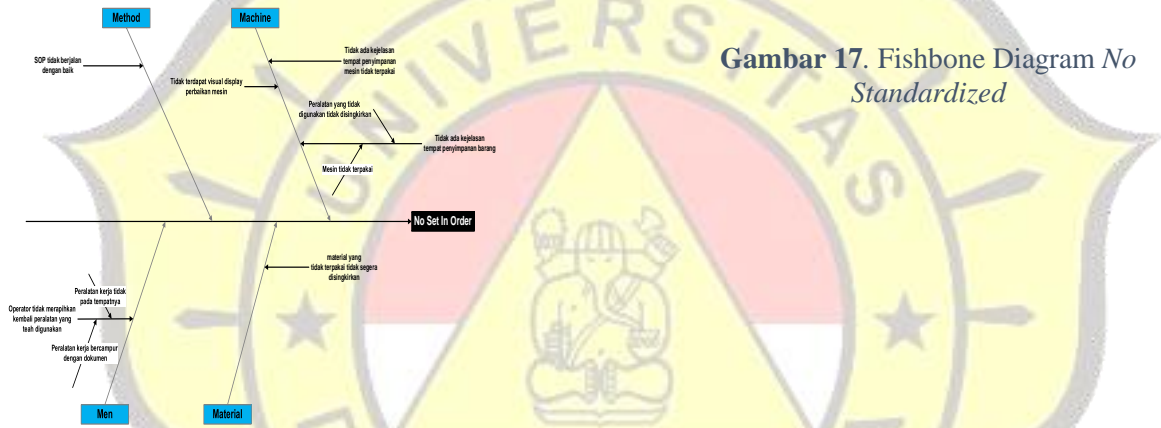
Analisa Fisbone Diagram

Produksi yang kurang berjalan dengan baik, sehingga pihak penulis harus menganalisa penyebab terjadinya masalah tersebut. Pada pembahasan ini, dapat digunakan *fishbone diagram* untuk menganalisa penyebab dari masalah yang sedang terjadi.



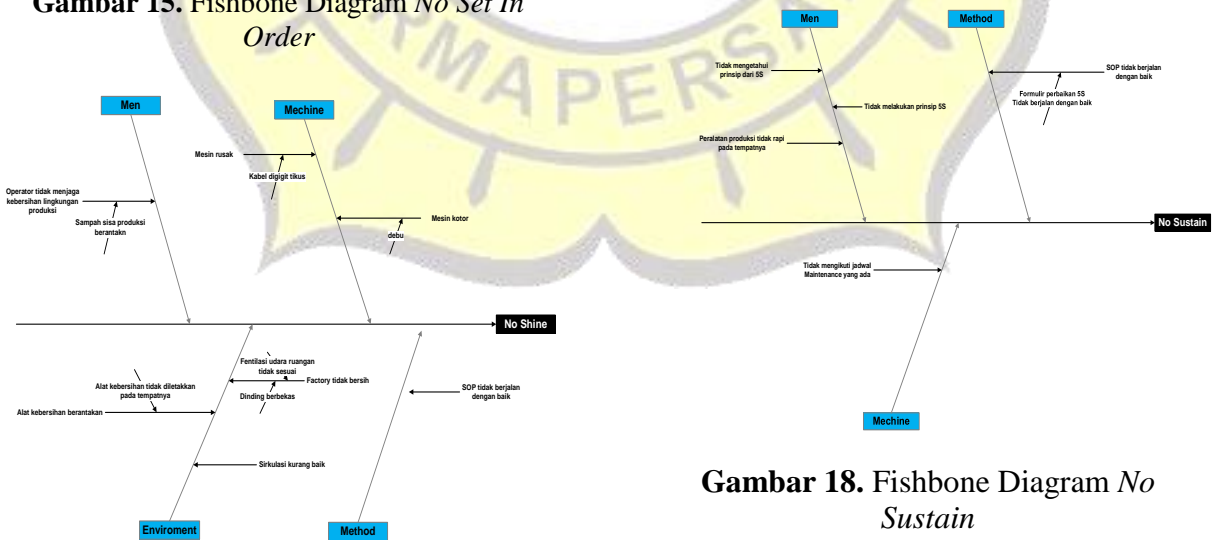


Gambar 14. Fishbone Diagram *No Sorting*



Gambar 17. Fishbone Diagram *No Standardized*

Gambar 15. Fishbone Diagram *No Set In Order*



Gambar 18. Fishbone Diagram *No Sustain*

Gambar 16. Fishbone Diagram *No Shine*

Beberapa Faktor yang digunakan Dalam Mengatasi Masalah

Setelah melakukan analisa dengan menggunakan fishbone diagram, kemudian dilakukan langkah dalam mengatasi masalah menggunakan 5W + 1H. Dengan menggunakan metode 5W + 1H tersebut, dapat dianalisa tindakan yang akan dilakukan untuk perbaikan yang dapat memperkecil terjadinya penyimpangan yang terjadi di CV Abe Seika. Berikut ini merupakan rencana perbaikan yang ditemukan dari hasil analisa penyimpangan yang telah dilakukan sebelumnya yaitu terdapat dalam proses produksi *baking* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. 5W + 1H

| | |
|---------------|---|
| Jenis Program | 5S (<i>sort, set in order, shine, standardize, sustain</i>). |
| What | Perbaikan penerapan 5S pada area proses produksi. |
| Why | Operator/Pekerja kurang membudayakan 5S, Tempat kerja kurang terawat, Terjadi kerusakan mesin, Sistem kerja yang tidak dilakukan, Material yang tidak diperlukan terdapat di area proses produksi |
| Who | Operator/Pekerja, Lingkungan, Mesin, Metode, Material |
| Where | Area Produksi CV Abe Seika |
| When | Selama tahun 2022 |
| How | <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlu adanya pelatihan secara rutin dan terjadwal agar pekerja dapat mengetahui SOP yang berlaku 2. Perlu adanya jadwal pembersihan area produksi, Temperatur di area produksi harus lebih diperhatikan 3. Penjadwalan <i>maintenance</i> mesin 4. Terdapat audit untuk perbaikan SOP yang lebih baik, Menempatkan SOP ditempat yang mudah dibaca oleh pekerja 5. Material yang belum digunakan dalam waktu dekat, tidak perlu dibawa ke tempat produksi |

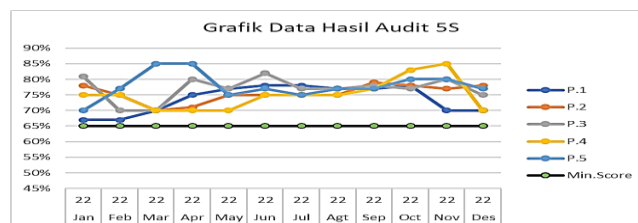
5. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan melalui dokumentasi berupa foto area produksi dorayaki di CV Abe Seika, dapat disimpulkan bahwa lingkungan area produksi yang kurang rapih, kurang bersih dan tidak terawat. Sehingga penerapan 5S ini sangat perlu diterapkan lagi oleh pihak perusahaan yang berguna bagi kelancaran dan kenyamanan proses produksi tersebut.

Berikut ini adalah hasil audit penerapan 5S setelah dilakukan perbaikan :

Tabel 3. Data Hasil Audit 5S Pada Area Proses

| Process | Jan 22 | Feb 22 | Mar 22 | Apr 22 | May 22 | Jun 22 | Jul 22 | Agt 22 | Sep 22 | Oct 22 | Nov 22 | Des 22 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P.1 | 67% | 67% | 70% | 75% | 77% | 78% | 78% | 77% | 77% | 78% | 70% | 70% |
| P.2 | 78% | 75% | 70% | 71% | 75% | 75% | 75% | 75% | 79% | 78% | 77% | 78% |
| P.3 | 81% | 70% | 70% | 80% | 77% | 82% | 77% | 77% | 78% | 77% | 80% | 75% |
| P.4 | 75% | 75% | 70% | 70% | 70% | 75% | 75% | 75% | 77% | 83% | 85% | 70% |
| P.5 | 70% | 77% | 85% | 85% | 75% | 77% | 75% | 77% | 77% | 80% | 80% | 77% |
| Min.Score | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% | 65% |



Gambar 19. Grafik Hasil Audit 5S

Pada tabel 3 menunjukkan adanya penurunan hasil audit pada beberapa bulan tetapi masih berada di atas batas *min score* yang telah diterapkan perusahaan ini dengan beberapa alasan yang tidak dapat disebutkan pada penelitian ini. Berdasarkan grafik hasil audit pada gambar 19, dapat disimpulkan bahwa perbaikan penerapan 5S memberikan hasil yang cukup signifikan. Hasil audit 5S berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat menunjukkan hasil yang konstan dan juga ada yang meningkat di setiap bulannya. Dikarenakan kunci keberhasilan penerapan 5S berdasarkan kebiasaan dan keteraturan, maka diperlukan adanya *continuous improvement* untuk tetap menjaga dan mengendalikan keberlangsungan berjalannya 5S di perusahaan ini.

Daftar Pustaka

- [1] T. Budiyo and W. Nurcahyono, "The Implementation of 5S Work Culture (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu and Shitsuke) At Khansa Oto Care," *Journal of Engineering Design and Technology 201 Journal of Engineering Design and Technology*, vol. 22, no. 2, pp. 201–207, 2022, [Online]. Available: <http://ojs2.pnb.ac.id/index.php/LOGIC>
- [2] I. Rizkya, K. Syahputri, R. M. Sari, and I. Siregar, "5S Implementation in Welding Workshop-A Lean Tool in Waste Minimization," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jul. 2019. doi: 10.1088/1757-899X/505/1/012018.
- [3] D. L. A. Kusumah and C. R. Muhammad, "Penerapan 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) untuk Reduksi Non Value Added Activity di PT X," *Jurnal Riset Teknik Industri*, vol. 1, no. 2, pp. 143–153, Feb. 2022, doi: 10.29313/jrti.v1i2.484.
- [4] Supardi, "Penerapan Pendidikan Budaya 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke) Untuk Meningkatkan Produktivitas Karyawan Di PT Pal Indonesia," *JPE (Jurnal Pendidikan Edutama)*, vol. 10, no. 1, pp. 77–83, 2023, [Online]. Available: <http://ejurnal.ikipgribojonegoro.ac.id/index.php/JPE>
- [5] A. T. Subekti, "Implementasi Metode 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) Pada Gudang Regu Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan PT. Wirakarya Sakti Distrik II," *Jurnal Inovator*, vol. 1, no. 2, pp. 1–2, 2018.
- [6] M. Reza and H. H. Azwir, "Penerapan 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) Pada Area Kerja Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Kerja (Studi Kasus Di CV Widjaya Presisi)," *Journal of Industrial Engineering, Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, vol. 4, no. 2, pp. 72–81, 2019.
- [7] Y. Nur Ahmad and F. Yuamita, "Penerapan 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) untuk Reduksi Non Value Added Activity di PT X," *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, vol. 11, pp. 50–56, 2022.
- [8] M. F. Athaillah and N. B. Puspitasari, "Usulan Perbaikan Berdasarkan Metode 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) untuk Area Produksi Gallon pada PT Tirta Investama (Studi Kasus: Departemen HOD)," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 12, no. 3, 2023.
- [9] A. S. Upriyanto *et al.*, "Digitalisasi dan Implementasi 5S (Seiri, Seiso, Seiton, Seiketsu, Shitsuke) pada UMKM Jenang Aliya Kudus," *Transformatif: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 12, 2020.
- [10] A. Hafidz, D. Soediantono, S. Staf, K. Tni, and A. Laut, "Benefits of 5S Implementation and Recommendation in The Defense Industry: A Literature Review," *International Journal of Social and Management Studies (IJOSMAS)*, vol. 3, no. 3, pp. 13–26, 2022.

Penggunaan Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Menganalisis Sentimen dari Ulasan Pelanggan Terhadap Layanan Kurir J&T Express di Google Play Store

Saddam Mahendra¹ Suzuki Syofian²

¹Program studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada

²Dosen Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Darma Persada,

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : suzukiumb@gmail.com

Abstrak

Kurir adalah salah satu layanan yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat, terutama di era digital saat ini. Layanan ini memungkinkan pengirim untuk mengirim barang atau dokumen tanpa harus pergi langsung ke tujuan. Di Indonesia, J&T Express menjadi favorit banyak orang sebagai penyedia layanan pengiriman. Walaupun persaingan semakin ketat dan teknologi terus berkembang, kualitas layanan kurir tetap menjadi hal yang penting bagi pelanggan. Namun, perlu dicatat bahwa aplikasi J&T Express di Google Play Store mendapat rating rendah, yang menjadi latar belakang dari penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan kurir J&T Express melalui analisis ulasan di Google Play Store. Metode yang digunakan adalah analisis sentimen dengan menggunakan algoritma Support Vector Machine, dengan proses yang mengikuti metodologi CRISP-DM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pemahaman bisnis hingga pemodelan, kinerja Support Vector Machine menunjukkan hasil yang memuaskan. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan implementasi yang dapat diakses melalui situs web di alamat jnt-sentiment.streamlit.app. Harapannya, penelitian ini dapat membantu J&T Express untuk memahami lebih dalam kepuasan pelanggan mereka dan meningkatkan kualitas layanan mereka secara keseluruhan.

Kata kunci — Analisis Sentimen, Crisp-Dm, Support Vector Machine, J&T Express, Google Play Store

Abstract

Couriers are a service that is often used by the public, especially in the current digital era. This service allows senders to send goods or documents without having to go directly to the destination. In Indonesia, J&T Express is many people's favorite as a delivery service provider. Even though competition is getting tougher and technology continues to develop, the quality of courier service remains important for customers. However, it should be noted that the J&T Express application on the Google Play Store received a low rating, which is the background for this research. This research aims to measure the level of customer satisfaction with J&T Express courier services through analysis of reviews on the Google Play Store. The method used is sentiment analysis using the Support Vector Machine algorithm, with a process that follows the CRISP-DM methodology. The research results show that from business understanding to modeling, the performance of the Support Vector Machine shows satisfactory results. Apart from that, this research also produced an implementation that can be accessed via the website at jnt-sentiment.streamlit.app. The hope is that this research can help J&T Express to understand more deeply their customer satisfaction and improve their overall service quality. .

Keyword : *analisis sentimen, crisp-dm, support vector machine, j&t express, google play store.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Beberapa dekade terakhir, kemajuan teknologi informasi telah memfasilitasi pengolahan data dengan lebih canggih dan efisien. Dalam konteks ini, teknologi data mining menjadi sangat penting untuk membantu organisasi mendapatkan informasi yang lebih mendalam dan akurat dari data yang tersimpan. Dengan kemampuan untuk mengelola data yang lebih besar dan lebih kompleks, teknologi data mining memainkan peran yang semakin penting dalam proses pengambilan keputusan.

Analisis sentimen, bagian dari Pemrosesan Bahasa Alami (Natural Language Processing/NLP), berkembang untuk mengidentifikasi dan mengekstrak pendapat dalam bentuk teks. Saat ini, informasi dalam bentuk teks banyak tersedia di internet melalui forum, blog, media sosial, dan situs yang berisi ulasan. Dengan

bantuan analisis sentimen, informasi yang awalnya tidak terstruktur dapat diubah menjadi data yang lebih terstruktur.

Pelayanan kurir merupakan salah satu layanan pengiriman barang atau dokumen yang banyak dimanfaatkan, terutama di era digital ini. Dengan layanan kurir, pengirim dapat menggunakan jasa pengiriman yang telah tersedia tanpa perlu datang langsung ke tujuan. J&T Express adalah salah satu dari banyaknya ekspedisi pengiriman di Indonesia yang menyediakan layanan pengiriman barang atau produk ke seluruh wilayah Indonesia, memberikan kemudahan bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan mereka.

Namun, dengan kemajuan teknologi dan persaingan yang semakin ketat, kualitas layanan kurir menjadi sangat penting bagi pelanggan. Keterlambatan pengiriman, kerusakan barang, dan pelayanan yang kurang memuaskan dapat berdampak negatif terhadap kepercayaan dan reputasi layanan kurir tersebut.

Aplikasi J&T Express di Google Play Store mendapat rating rendah, itulah sebabnya penelitian ini dilakukan. Fokus penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi tingkat kepuasan terhadap layanan kurir yang tercermin dalam ulasan Google Play Store, dengan tujuan mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul pada layanan kurir J&T Express. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan analisis sentimen dengan algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk mengukur kepuasan pelanggan terhadap layanan kurir J&T Express. Data untuk penelitian ini diambil dari hasil web scraping Google Play Store yang berisi ulasan pengguna aplikasi J&T Express. Harapannya, penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi J&T Express untuk memahami pandangan pelanggan dan meningkatkan kualitas layanan yang mereka tawarkan.

Berdasarkan penjelasan di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Berapakah tingkat akurasi yang dihasilkan oleh metode SVM dalam mengklasifikasikan tingkat kepuasan pelanggan di J&T Express?
2. Bagaimana kinerja metode Support Vector Machine (SVM) dalam mengklasifikasikan tingkat kepuasan pelanggan di J&T Express?

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan kurir J&T Express dengan menggunakan algoritma SVM, menilai akurasi algoritma SVM, mengevaluasi performa algoritma SVM, dan menerapkan analisis sentimen J&T Express pada platform web yang sudah dilatih. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berharga tentang kepuasan pelanggan terhadap layanan kurir J&T Express.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Analisis *Sentiment*

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pasek et al. pada tahun 2022, analisis sentimen merujuk pada proses klasifikasi emosi dalam tulisan menjadi kategori positif, negatif, atau netral. Analisis sentimen juga dikenal sebagai Opinion Mining, suatu bidang yang bertujuan untuk menganalisis pendapat, evaluasi sentimen, sikap, penilaian, dan emosi seseorang dalam teks atau bahasa tertulis. Dari penjelasan ini, dapat disimpulkan bahwa analisis sentimen melibatkan identifikasi perasaan atau respons seseorang yang diungkapkan melalui teks, yang kemudian dikelompokkan menjadi sentimen netral, positif, atau negatif.

2.2 *Data Mining*

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Pratama dan rekan pada tahun 2022, Data Mining dijelaskan sebagai suatu proses penemuan hubungan, pola, dan tren yang berharga dengan cara menyelidiki sejumlah besar data dari berbagai sumber, menggunakan teknologi pengenalan pola seperti statistik dan teknik matematika. Data Mining merupakan kegiatan analisis data yang melibatkan penggunaan perangkat lunak untuk mengidentifikasi pola dan aturan yang ada dalam kumpulan data. Pendekatan ini dimanfaatkan untuk mengungkap pengetahuan yang tersembunyi dalam kumpulan data yang besar.

2.3 *Text Mining*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani & Wahyudin pada tahun 2022, Text Mining diterangkan sebagai suatu tahapan dalam domain Data Mining yang merujuk pada ekstraksi informasi dari teks atau data yang umumnya terdapat dalam dokumen. Fokus Text Mining adalah untuk mengungkap wawasan baru atau frasa khusus, yang memerlukan analisis yang berhubungan erat antara dokumen satu dengan yang lain.

2.4 *CRISP-DM*

Menurut riset yang dilakukan oleh Kurniawan & Yasir pada tahun 2022, Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) dijelaskan sebagai sebuah kerangka kerja proses yang digunakan secara meluas

untuk keperluan Data Mining, tidak bergantung pada sektor industri tertentu. Model ini terdiri dari enam tahapan siklus yang berulang, dimulai dari Pemahaman Bisnis, Pemahaman Data, Persiapan Data, Pemodelan, Evaluasi, hingga Implementasi. CRISP-DM dianggap sebagai metode yang sangat komprehensif dalam konteks pengembangan proyek industri, dan telah menjadi yang paling dominan dalam proyek-proyek analitik, Data Mining, serta studi Data.

2.5 Preprocessing

Penelitian yang dilakukan oleh Gifari et al. pada tahun 2022 menunjukkan bahwa preprocessing memiliki tujuan untuk menormalkan istilah dalam kalimat, sehingga data latih dan fitur yang diekstrak sesuai dengan kebutuhan. Proses ini bertujuan untuk mempermudah pengolahan data. Terdapat enam tahap dalam pra-pengolahan, yaitu:

1. Normalisasi: Melibatkan pemastian bahwa kata-kata yang diperpanjang atau disingkat diubah menjadi kata-kata yang normal menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Konversi slang digunakan untuk mengubah kata tidak baku menjadi kata baku.
2. Pembersihan: Aksara non-alfabetis seperti titik, koma, tanda tanya, tanda seru, serta simbol-simbol seperti "@" untuk nama pengguna, hashtag, emoticon, dan alamat web dihapus.
3. Folding Cases: Mengubah karakter alfabet yang telah dibersihkan menjadi huruf kecil, yang dikenal sebagai folding case.
4. Tokenizing: Memecah kalimat menjadi kata-kata yang membentuknya, disebut term atau token, berdasarkan spasi.
5. Filtering: Menghapus kata-kata yang tidak penting atau tidak bermakna untuk analisis sentimen, seperti yang, dengan, di, ke, dan tetapi.
6. Stemming: Mengubah kata berimbuhan menjadi kata dasar.

2.6 Support Vector Machine

Menurut studi yang dilakukan oleh Suryati dan rekan pada tahun 2023, Support Vector Machine (SVM) diakui sebagai salah satu algoritma machine learning yang sangat terkenal dalam hal klasifikasi. Dalam dekade terakhir, SVM telah menjadi metode yang sangat efektif untuk mengidentifikasi pola klasifikasi dan telah meraih tingkat keberhasilan yang signifikan di berbagai bidang. Oleh karena itu, minat dari komunitas machine learning terus meningkat dalam mempelajari dan mengembangkan SVM karena reputasinya yang baik dalam menyelesaikan berbagai tantangan pembelajaran. SVM berfungsi dengan mencari hyperplane optimal yang mampu memisahkan dua kelas dalam ruang input. Algoritma klasifikasi SVM menggunakan data latihannya untuk membentuk model klasifikasi, yang kemudian dapat digunakan untuk memprediksi kelas data baru, yang dikenal sebagai data pengujian. .

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian "Analisis Sentimen Tingkat Kepuasan Pelanggan Terhadap Layanan Kurir J&T Express Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM) Berdasarkan Review Pengguna Di Google Playstore" mencakup:

1. Studi Literatur: Peneliti mengumpulkan Data dari jurnal atau karya tulis ilmiah yang relevan, sehingga dapat membantu peneliti dalam menambah referensi sesuai dengan topik yang diangkat.
2. Filter Data: Peneliti menggunakan filtering Data dari Dataset yang akan digunakan, untuk mendapatkan variabel dan Data yang dapat digunakan.

3.2 Metode Implementasi

Penerapan model yang dijelaskan oleh peneliti menggunakan metode CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) melibatkan beberapa tahap, sebagai berikut:

1. Pemahaman Bisnis (Business Understanding): Pada tahap ini, penelitian memahami dan mengumpulkan data melalui metode Text Mining di Google Play Store.
2. Pemahaman Data (Data Understanding): Data dianalisis untuk memastikan apakah sudah memadai dan layak untuk diproses atau apakah perlu dilakukan pengumpulan data tambahan.
3. Persiapan Data (Data Preparation): Melalui proses Text Preprocessing, data dibersihkan dan diolah sehingga menghasilkan data yang berkualitas. Selanjutnya, dilakukan labeling atau pelabelan kata-kata sebagai positif dan negatif.

4. **Modeling:** Pada tahap ini, dilakukan pembobotan kata positif dan negatif menggunakan TF-IDF. Algoritma Support Vector Machine kemudian diterapkan pada data latih dan data uji untuk mendapatkan tingkat akurasi.
5. **Evaluasi (Evaluation):** Setelah akurasi diperoleh, algoritma Support Vector Machine yang telah dilatih dan diuji dievaluasi menggunakan Confusion Matrix untuk menilai sejauh mana kemampuannya dalam mengklasifikasi data. Hasil model yang sudah dilatih dan diuji dapat disimpan menggunakan Python pickle.
6. **Implementasi (Deployment):** Selanjutnya, untuk dapat diakses oleh pengguna, Analisis Sentimen akan di-deploy atau di-hosting menggunakan web framework Streamlit, dan Deta Space sebagai Cloud Database

4. PEMBAHASAN

4.1 Business Understanding

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis ulasan pengguna terkait aplikasi J&T Express dengan tujuan menilai apakah umumnya ulasan tersebut bersifat positif atau negatif. Hal ini dilakukan untuk membantu J&T Express mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul dalam layanannya. Dengan pemahaman atas masalah-masalah tersebut, diharapkan J&T Express dapat meningkatkan mutu layanannya sehingga memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna. Rating rendah untuk aplikasi J&T Express (2,4 dari 5 bintang) menandakan adanya keluhan atau ketidakpuasan dari pengguna, sehingga sangat penting bagi J&T Express untuk mengenali dan memahami masalah yang muncul.

Peneliti mengumpulkan dataset ulasan pengguna J&T Express dan melakukan analisis menggunakan metode Support Vector Machine untuk mengklasifikasikan apakah ulasan tersebut memiliki sentimen positif atau negatif. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendapatkan wawasan baru dari dataset ulasan pengguna J&T Express dan mengevaluasi performa klasifikasi yang dihasilkan menggunakan metode Support Vector Machine.

4.2 Data Understanding

Data dihimpun melalui teknik Web Scraping dari ulasan pengguna aplikasi J&T Express di Google Play Store, menggunakan perpustakaan Python yang disebut `google_play_scraper`. Awalnya, 9000 data diambil karena dianggap paling relevan. Namun, dilakukan penyaringan data dengan menghapus kata "aplikasi" atau "apk" agar fokus pada layanan kurir, sehingga jumlah data berkurang menjadi 7815.

4.3 Data Preparation

Sebelum data disertakan dalam proses pemodelan, dilakukan tahap pembersihan atau penyempurnaan data. Langkah ini bertujuan untuk menciptakan model dan akurasi optimal sambil mempermudah manajemen data oleh peneliti. Dalam konteks ini, peneliti memilih empat sampel data untuk dipersiapkan. Salah satu dari empat data yang terdapat di dalam bagian "isi" dapat dilihat pada Gambar 1..

| content |
|--|
| Pelayanan sangat buruk, barang telah tertunda selama 2 hari, membuat saya merasa kecewa. |
| Sangat mengecewakan, setelah menunggu lama, paket justru hilang. |
| Layanan nya murah dan dijamin cepat |
| saya kecewa dengan pelayanan jnt, buruk!!! |

Gambar 1 data sampel pada content

Berikut tahapan pada Data Preparation yang telah peneliti implementasi:

4.3.1 Case Folding

Untuk membuat pengelolaan data lebih mudah, proses Case Folding mengubah teks menjadi huruf kecil dan menghapus karakter tertentu. Sebagai contoh, kata "pelayanan" akan dikecilkan menjadi "pelayanan".

| caseFolding |
|--|
| pelayanan sangat buruk, barang telah tertunda selama 2 hari, membuat saya merasa kecewa. |
| sangat mengecewakan, setelah menunggu lama, paket justru hilang. |
| layanan nya murah dan dijamin cepat |
| saya kecewa dengan pelayanan jnt, buruk!!! |

Gambar 2 Proses Case Folding

4.3.2 *Cleansing*

Pada tahap Cleansing dilakukan dengan membersihkan teks dari noise atau elemen yang tidak diperlukan, meliputi angka, tanda baca, emoji dan spasi berlebih. Sebagai contoh kata “2 hari” angkanya di hilangkan menjadi “hari”, dan “jelekkk!!!” tanda serunya dihilangkan menjadi “jelekkk”

| cleansing |
|---|
| pelayanan sangat buruk barang telah tertunda selama hari membuat saya merasa kecewa |
| sangat mengecewakan setelah menunggu lama paket justru hilang |
| layanannya murah dan dijamin cepat |
| saya kecewa dengan pelayanan jnt buruk |

Gambar 3 Proses Cleansing

4.3.3 *Stemming*

Pada tahap stemming dilakukan dengan menghilangkan imbuhan atau akhiran kata dalam teks sehingga hanya menyisakan bentuk dasarnya. Sebagai contoh kata “pelayanan” imbuhnya di hilangkan menjadi “layan”.

| stemmer |
|---|
| layan sangat buruk barang telah tunda lama hari buat saya rasa kecewa |
| sangat kecewa telah tunggu lama paket justru hilang |
| layan nya murah dan jamin cepat |
| saya kecewa dengan layan jnt buruk |

Gambar 4 Proses Stemming

4.3.4 *Slang Word Standardization*

Pada tahap slang word standardization dilakukan dengan mengubah kata gaul “slang” menjadi kata formal menggunakan kamus slang word yang sudah peneliti buat. Sebagai contoh kata “jelekkk” di ubah kata gaulnya menjadi formal “jelek”

| slang |
|---|
| layan sangat buruk barang telah tunda lama hari buat saya rasa kecewa |
| sangat kecewa telah tunggu lama paket justru hilang |
| layan nya murah dan jamin cepat |
| saya kecewa dengan layan jnt buruk |

Gambar 5 Proses Slang Word Standardization

4.3.5 *Stop Word Removal*

Pada tahap stop word removal dilakukan dengan menghapus kata-kata yang umum dan tidak memiliki informasi penting dalam teks. Sebagai contoh kata “saya” di hilangkan.

| stopword |
|---------------------------------|
| layan buruk barang tunda kecewa |
| kecewa tunggu paket hilang |
| layan murah jamin cepat |
| kecewa layan jnt buruk |

Gambar 6 Proses Stop Word Removal

4.3.6 *Unwanted Word Removal*

Pada tahap ini, kata-kata yang telah dibuat oleh peneliti dibuang, termasuk nama bulan seperti "januari" dan "jan" seterusnya.

| stopword |
|---------------------------------|
| layan buruk barang tunda kecewa |
| kecewa tunggu paket hilang |
| layan murah jamin cepat |
| kecewa layan jnt buruk |

Gambar 7 Proses Unwanted Word Removal

4.3.7 Short Word Removal

Pada tahap pertama, kata-kata yang di bawah tiga huruf dihilangkan karena tidak memiliki arti yang signifikan.

4.3.8 Tokenizing

Pada tahap tokenizing dilakukan dengan membuat Split Text (memisahkan kata-kata) menjadi per kata untuk masing-masing ulasan.

4.3.9 Labeling Data

Pada Tahap labeling Data dilakukan pelabelan Data agar mengetahui kalimat bersifat positif atau negatif dengan menggunakan kamus positif dan negatif yang sudah dibuat oleh penulis lalu dihitung jumlahnya, jika suatu kalimat mengandung kata positif akan +1 dan jika mengandung kata negatif akan -1.

4.3.10 Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF)

Tahap TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) dilakukan dengan menghitung bobot nilai setiap kata dalam teks. Bobot ini menunjukkan seberapa sering kata tersebut muncul dalam dokumen tertentu (Term Frequency) dan seberapa umum atau jarang kata tersebut muncul di setiap dokumen.

4.3.11 Modeling

Berikut adalah tahapan dari modeling menggunakan library dan perhitungan manual.

4.3.12 Split Data

Pada tahap modeling menggunakan library, pertama-tama akan dilakukan split Data (pemisahan Data) menjadi Data uji dan Data test pembagian Data ini menjadi 90% untuk Data uji dan 10% untuk Data test.

4.3.13 Penerapan Library Support Vector Machine

Terakhir akan dilakukan tahap pemodelan dengan Support Vector Machine kernel liner untuk melihat akurasi yang di hasilkan oleh Support Vector Machine.

4.3.14 Perhitungan Manual

Dimulai dengan melakukan perhitungan secara manual, data akan dipisahkan menjadi empat sampel, terdiri dari tiga data untuk pelatihan dan satu data untuk pengujian. Setelah itu, tf-idf akan diterapkan pada data pelatihan, seperti yang terlihat dalam ilustrasi berikut. Selanjutnya, TF (Frekuensi Istilah) akan dihitung dan dijumlahkan untuk setiap dokumen, sebagaimana tampak dalam gambar berikutnya. Tahapan berikutnya melibatkan normalisasi tf menggunakan rumus tertentu. Kemudian, kami akan menghitung TF (Term Frequency) dan menjumlahkannya untuk setiap dokumen, sesuai yang terlihat dalam gambar berikutnya. Langkah selanjutnya melibatkan normalisasi tf menggunakan rumus tertentu. Proses berikutnya adalah mencari df dengan mengidentifikasi dokumen yang memuat suatu kata. Sebagai contoh, untuk kata "layan", kata tersebut muncul di dalam dua dokumen, sehingga hasil df-nya adalah 2. Langkah terakhir dalam perhitungan adalah menghitung TF-IDF dengan mengalikan tf dengan hasil idf, seperti yang ditunjukkan dalam rumus $tf \ idf = tf \times idf$. Berikut adalah penyelesaian untuk kata "layan" berdasarkan rumus tf-idf yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu $tf \ idf = 0,2 \times 0,301 = 0,06$.

Setelah tahap tf-idf, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan menggunakan Support Vector Machine dengan kernel linear. Proses ini membutuhkan nilai support vector (a) dan bobot vektor (w) untuk menentukan hyperplane (b). Kemudian, dilakukan proses pelatihan pemodelan data menggunakan data latih yang telah diberi bobot sebelumnya. Hasil pembobotan kata pada data latih diubah menjadi bentuk vektor, dengan dokumen yang

berlabel positif direpresentasikan dengan angka 1, dan dokumen yang berlabel negatif direpresentasikan dengan angka -1. Berikut adalah representasi vektor pada dokumen D1, D2, dan D3.

4.4 Evaluation

Dalam tahap evaluasi, model diuji untuk kinerjanya menggunakan dua proses, yaitu laporan klasifikasi dan matriks kebingungan. Laporan klasifikasi memberikan gambaran tentang bagaimana model melakukan prediksi sentimen dari teks, dengan menggunakan metrik evaluasi seperti presisi, recall, dan f1-score untuk mengevaluasi kualitas prediksi sentimen. Presisi mengukur akurasi model dalam memprediksi sentimen positif atau negatif, sementara recall menunjukkan seberapa baik model dalam menemukan dan mengklasifikasikan dengan benar sentimen positif atau negatif. F1-score merupakan skor yang menggabungkan presisi dan recall untuk memberikan penilaian keseluruhan tentang kinerja model. Selain itu, Classification Report juga memberikan informasi tentang support, yang mengindikasikan jumlah sampel yang termasuk dalam setiap kategori sentimen.

Di samping itu, terdapat matriks kebingungan (confusion matrix), yang digunakan untuk mengukur kualitas prediksi model antara sentimen positif dan negatif. Matriks ini membandingkan hasil prediksi model dengan label sebenarnya dari data yang dianalisis. Matriks kebingungan terdiri dari empat bagian: True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN). True Positive menunjukkan jumlah prediksi yang benar bahwa sentimen adalah positif, sementara True Negative menunjukkan jumlah prediksi yang benar bahwa sentimen adalah negatif. False Positive adalah jumlah prediksi yang salah bahwa sentimen adalah positif, sedangkan False Negative menunjukkan jumlah prediksi yang salah bahwa sentimen adalah negatif. Jika jumlah TP dan TN lebih besar daripada FP dan FN, itu menunjukkan bahwa model mampu mengenali sentimen positif dan negatif dengan baik..

4.5 Deployment

Tahap Deployment merupakan langkah akhir dalam metodologi CRISP-DM, di mana proses Data mining diimplementasikan ke dalam sebuah situs web. Peneliti menggunakan Streamlit sebagai *platform web hosting* dan *Data Space* sebagai penyimpanan cloud untuk data.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dijelaskan secara detail dalam bagian diskusi sebagai berikut:

1. Berdasarkan kinerja metode Support Vector Machine (SVM), SVM berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 96,56%. Angka tersebut telah dibulatkan menjadi 97% untuk memudahkan pemahaman. Menurut para peneliti, kinerja ini dianggap memuaskan.
2. Dari analisis sentimen terhadap aplikasi J&T Express, ditemukan lebih banyak polaritas negatif daripada positif. Sentimen negatif yang terakumulasi mengindikasikan keluhan terkait "pelayanan buruk dan kecewa karena pengiriman paket yang lambat, kesalahan pengiriman paket, dan kehilangan paket." Di sisi lain, sentimen positif yang terkumpul menunjukkan pujian terhadap "pelayanan yang baik, kurir yang efisien karena pengiriman yang cepat, dan barang yang sesuai."

5.2 Saran

1. Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan dataset yang lebih besar guna mendapatkan informasi yang lebih komprehensif dan melibatkan variasi yang lebih luas. Selain itu, direkomendasikan untuk menggunakan kamus yang terkini agar data tetap relevan, dan mengevaluasi penggunaan algoritma alternatif sebagai pembanding.
2. Bagi J&T Express, disarankan untuk memperhatikan hasil analisis dan implementasi dari penelitian ini. Diharapkan perusahaan dapat memperbaiki layanannya berdasarkan sentimen yang terungkap dari ulasan pengguna, sehingga J&T Express dapat mencapai kemajuan yang lebih baik di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aziz, A. (2022). Analisis Sentimen Identifikasi Opini Terhadap Produk, Layanan dan Kebijakan Perusahaan Menggunakan Algoritma TF-IDF dan SentiStrength. Dalam Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI (Vol. 6, Nomor 1).
- [2] Deta Base – Space Docs (2023), Diakses pada 19 Juni 2023, dari <https://deta.space/docs/en/build/reference/deta-base>
- [3] Getting Started – Visual Studio Code Docs (2023), diakses pada 19 juni 2023, dari <https://code.visualstudio.com/docs>
- [4] Gifari, O. I., Adha, M., Rifky Hendrawan, I., Freddy, F., & Durrand, S. (2022). Analisis Sentimen Review Film Menggunakan TF-IDF dan *Support Vector Machine*. Jifotech (Journal Of Information Technology, 2(1).
- [5] Hasna, S. K. (2021). Analisis Sentimen *Data* Ulasan Menggunakan Algoritma *Support Vector Machine*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia
- [6] Kurniawan, D., & Yasir, D. M. (2022). Optimization Sentiment Analysis Using Crisp-Dm And Naïve Bayes Methods Implemented On Social Media. 6, 74–84.
- [7] Locarso, G. K. (2022). Analisis Sentimen Review Aplikasi Pedulilindungi Pada *Google Play Store* Menggunakan Nbc. Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK), 6(2).
- [8] Pasek, P., Mahawardana, O., Sasmita, G. A., Agus, P., & Pratama, E. (2022). Analisis Sentimen Berdasarkan Opini dari Media Sosial Twitter terhadap “Figure Pemimpin” Menggunakan Python. Dalam JITTER-Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer (Vol. 3, Nomor 1).
- [9] Pratama, A. E., Ariesta, A., & Gata, G. (2022). Analisis Sentimen Masyarakat terhadap Tim Nasional Indonesia pada Piala AFF 2020 Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors The researcher uses the Cross-Industry Standard Process for *Data Mining* (CRISP-DM) method and implements the K-Nearest. Jurnal TICOM: Technology of Information and Communication, 10(3), 187–196.
- [10] Ramadhani, S. H., & Wahyudin, M. I. (2022). Analisis Sentimen Terhadap Vaksinasi Astra Zeneca pada Twitter Menggunakan Metode Naïve Bayes dan K-NN. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, 6(4), 2022.
- [11] Suryati, E., Ari Aldino, A., Penulis Korespondensi, N., & Suryati Submitted, E. (2023). Analisis Sentimen Transportasi Online Menggunakan Ekstraksi Fitur Model Word2vec Text Embedding Dan Algoritma *Support Vector Machine* (SVM). 4(1), 96–106.
- [12] *Streamlit* Documentation – *Streamlit* Docs (2023), Diakses pada 19 Juni 2023, dari <https://docs.streamlit.io/>

Perancangan Awal Mesin Bleeding Untuk Optimalisasi Proses Perawatan Sistem Rem Hidrolik Pada Kendaraan Minibus

Rolan Siregar^{1*}, Ismawan Akbar¹, Didik Sugiyanto¹, Yefri Chan¹, Herry Susanto¹, Husen Asbanu¹, Yendi Esye², Ario Kurnianto³

¹ Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

² Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

³ Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : rolansiregar@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Sistem pengereman merupakan salah satu safety aktif pada kendaraan. Jika ada kegagalan dalam sistem pengereman akan sangat berbahaya bagi pengemudi dan orang disekitarnya. Kegagalan sistem pengereman terjadi dikarenakan adanya udara dan uap air. Yang berada di saluran minyak rem, yang mengakibatkan tekanan minyak rem yang dihasilkan dari master rem berkurang. Maka dilakukannya perawatan dan perbaikan sistem rem secara berkala. Salah satu cara perawatan sistem rem adalah dengan melakukan bleeding atau membuang udara dari saluran rem dari lubang napel caliper rem. Metode bleeding rem salah satunya dengan manual bleeding rem dan ada juga yang digunakan oleh bengkel resmi menggunakan alat yang cukup besar dimensinya, tetapi kurang efisien dalam proses perawatan sistem rem hidrolik. Maka dari itu dirancanglah mesin bleeding rem yang dapat meningkatkan efisiensi dalam proses bleeding rem hidrolik. Mesin yang dirancang adalah mesin bleeding pneumatic yang menggunakan komponen tambahan pneumatic dan besi hollow sebagai rangkanya. Mesin bleeding yang dibuat menggunakan tekanan pressure sebesar 34 Psi sampai dengan 38 Psi. Dan menggunakan tekanan vacuum -3 Psi sampai dengan -5 Psi. Dengan waktu yang dibutuhkan dalam proses bleeding rem hidrolik lebih singkat. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk pengembangan mesin bleeding rem hidrolik selanjutnya.

Kata kunci: Bleeding; Kegagalan rem; Perawatan rem; Rem hidrolik

Abstract

The braking system is an active safety for vehicles. If there is a failure in the braking system it will be very dangerous for the driver and people around it. Braking failure occurs due to the presence of air and water vapor. Which is in the brake fluid line, which causes the brake fluid pressure produced by the brake master to decrease. So, maintenance and repair of the brake system is carried out regularly. One way to maintain the brake system is to bleed or remove air from the brake line from the brake caliper naple hole. One method of bleeding the brakes is manual bleeding of the brakes and there are also those used by official workshops using tools that are quite large in dimensions, but are less efficient in the process of maintaining the hydraulic brake system. Therefore, a brake bleeding machine was designed which can increase efficiency in the hydraulic brake bleeding process. The machine designed is a pneumatic bleeding machine which uses additional pneumatic components and hollow iron as the frame. The bleeding machine is made using a pressure of 34 Psi to 38 Psi. And uses vacuum pressure -3 Psi to -5 Psi. The time required for the hydraulic brake bleeding process is 5 minutes. It is hoped that this research can be useful for the further development of hydraulic brake bleeding machines.

Keywords: Bleeding; Brake failure; Brake maintenance; Hydraulic brake

1. Pendahuluan

Salah satu penyebab kecelakaan berkendara adalah diakibatkan sistem pengereman yang abnormal. Pada rem hidrolik masalah yang paling sering terjadi adalah vapor lock (terdapat udara di selang rem)[1]. Ketika proses perawatan berkala pada kendaraan sudah tiba maka sangat penting dilakukan perawatan khusus pada sistem rem.

Tujuannya adalah untuk menghindari vapor lock, vapor lock sering dikenal dengan angin palsu oleh teknisi lapangan dan pengemudi. Angin palsu atau vapor lock ditandai dengan hilangnya gaya tekan pedal rem dan tidak ada respon untuk mengurangi laju kendaraan. Penyebab kegagalan sistem rem di kendaraan bukan hanya karena *vapor lock* tetapi juga volume minyak rem dibawah batas minimum, hingga kampas dan piston rem yang rusak. Piston atau kampas yang rusak atau aus karena faktor usia pakai. Untuk mencegahnya, sebenarnya bisa dilakukan pemeriksaan berkala setelah kendaraan menempuh jarak 10.000 km. Faktor lain penyebab rem blong atau kegagalan rem adalah selang minyak rem yang tersumbat [2]. Umumnya, mobil penumpang menggunakan sistem pengereman dengan tekanan fluida dari minyak rem. Oleh karena itu, kondisi minyak rem dan selang minyak yang berukuran kecil sangat penting diperhatikan. Sering membuka tutup tabung minyak rem bisa menyebabkan kotoran masuk ke tabung dan kotoran bisa menyumbat selang akibatnya fungsi pengereman tidak berfungsi dengan baik. Penyebab lainnya adalah, seal, piston rem, dan master rem yang sudah aus[3]. Ada beberapa penyebab selain faktor usia, yakni kualitas minyak rem yang sudah tidak bagus karena telah expired atau karena terkontaminasi akibat sering membuka tutup tabung minyak rem [4].

Kasus kegagalan rem yang sangat riskan dapat menimbulkan kecelakaan besar karena kendaraan biasanya tidak dapat dikendalikan sehingga bisa menimbulkan kecelakaan beruntun hingga korban luka-luka bahkan korban kematian[5][6]. Oleh karena itu, servis sistem pengereman harus dilakukan sebagaimana mestinya dengan standar operasional yang ada. Salah satu servis rem yang membutuhkan perhatian khusus adalah proses pembuangan udara dari selang rem hidrolis, yang disebut dengan proses bleeding.

Proses bleeding dengan menggunakan mesin bleeding rem dilakukan untuk mendapatkan hasil proses bleeding yang optimal[7]. Proses bleeding dengan manual memiliki kelemahan yaitu tidak adanya tolak ukur untuk menentukan apakah pembuangan udara rem sudah habis atau tidak, diperlukannya dua orang, kuantitas minyak rem lebih banyak dikeluarkan, waktu yang terlalu lama [8]. Selain itu, mesin bleeding yang sudah ada dipasaran sebelum adanya perubahan memiliki kelemahan pada ukuran yang terlalu besar sehingga sulit untuk proses pemindahan ketika perawatan rem dilakukan. Maka dari itu dilakukan pengembangan mesin bleeding yang lebih optimal untuk mempermudah proses perawatan sistem rem. Sebagai rumusan masalah dalam penelitian ini yang dilakukan adalah bagaimana spesifikasi rancangan mesin bleeding yang lebih optimal, berapa tekanan angin yang dibutuhkan dalam proses bleeding, berapa lama waktu dalam proses bleeding sebelum dan sesudah pengembangan mesin bleeding. Maka masalah tersebut merupakan topik yang dibahas dalam artikel penelitian ini.

2. Landasan Teori

Proses *bleeding* pada rem merupakan proses mengeluarkan gelembung udara yang terjebak dalam sistem rem. Proses bleeding perlu dilakukan untuk menghindari masalah yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara dalam sistem rem, misalnya pedal rem yang terasa lemah saat diinjak atau injakan pedal rem yang terlalu dalam. Dalam prosesnya banyak cara yang digunakan untuk bleeding rem, setiap teknisi mempunyai caranya masing-masing sesuai dengan fungsinya. Terdapat beberapa jenis bleeding yang bisa diaplikasikan pada sistem kendaraan yaitu manual bleeding (*single stroke bleeding*) di mana metode ini merupakan metode yang paling sering digunakan yang membutuhkan dua orang untuk mengerjakannya. Satu orang bertugas untuk memberi petunjuk berupa aba-aba dan membuka napel bleeding, sedangkan satu orang yang lainnya bertugas untuk menginjak pedal rem secara perlahan sesuai aba-aba yang diberikan, lalu udara dari selang rem dikeluarkan sampai habis. Jenis selanjutnya adalah vacuum bleeding di mana metode ini menggunakan alat penghisap (vacuum) khususnya yang terpasang pada skrup bleeder untuk menarik minyak rem dan gelembung udara keluar dari sistem rem, kelebihan metode ini adalah hanya memerlukan satu orang teknisi saja[9]. Metode lainnya adalah gravity bleeding di mana metode ini dilakukan dengan membuka napel bleeding dan membiarkan minyak rem keluar dengan sendirinya.

Penyebab kegagalan sistem rem salah satunya adalah kekurangan minyak rem sehingga udara bisa masuk dikarenakan fluida rem yang berada di reservoir kurang atau bahkan kosong[10]. Tentunya udara akan sangat mudah masuk dan menyebabkan rem kemasukan udara. Udara memiliki sifat yang dapat dimampatkan. Selanjutnya adalah akibat kelalaian penggantian minyak rem. Pada saat proses penggantian minyak rem melalui reservoir jika tidak dilakukan dengan benar maka akan ada udara yang masuk saat penggantian tersebut. Terakhir, akibat penggantian komponen sistem rem. Penggantian komponen pada sistem rem akan mengakibatkan terbukanya lubang saluran minyak rem, contoh wheel cylinder rem, pipa rem, master rem. Maka pada penelitian ini diperlukan bleeding rem untuk membuang udara yang masuk didalam saluran minyak rem.

Vakum berasal dari bahasa Latin “vacuo” yang artinya ruangan tidak ada udara, sedangkan istilah teknik nya adalah suatu ruangan yang mempunyai kerapatan gas yang sangat rendah. Untuk menjelaskan keadaan vakum digunakan tekanan dengan satuan yang disebut Torr, mbar atau Pascal (Pa). Kevakuman suatu sistem diklasifikasikan menurut tinggi rendahnya tekanan dan hubungan antara tekanan dengan kerapatan gas. Besar

kecilnya ruang vakum akan berkaitan dengan jumlah gas yang harus dipompa, dan beban gas yang dipompa tidak hanya sisa udara/gas yang ada dalam ruang vakum. Tingkat kevakuman menurut Alexander Roth dan Dorothy M. Hoffman di dalam buku Pengenalan Teknologi Vakum [11] dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu: Vakum rendah dan sedang, vakum tinggi, dan vakum sangat tinggi. Berikut tabel 1 tingkat kevakuman.

Tabel 1. Tingkat kevakuman

| No | Tingkat Kevakuman | Rentang Kevakuman (Torr) |
|----|-------------------|---------------------------|
| 1 | Rendah dan Sedang | 760 s.d. 10^{-2} |
| 2 | Tinggi | 10^{-3} s.d. 10^{-7} |
| 3 | Sangat Tinggi | 10^{-7} s.d. 10^{-16} |

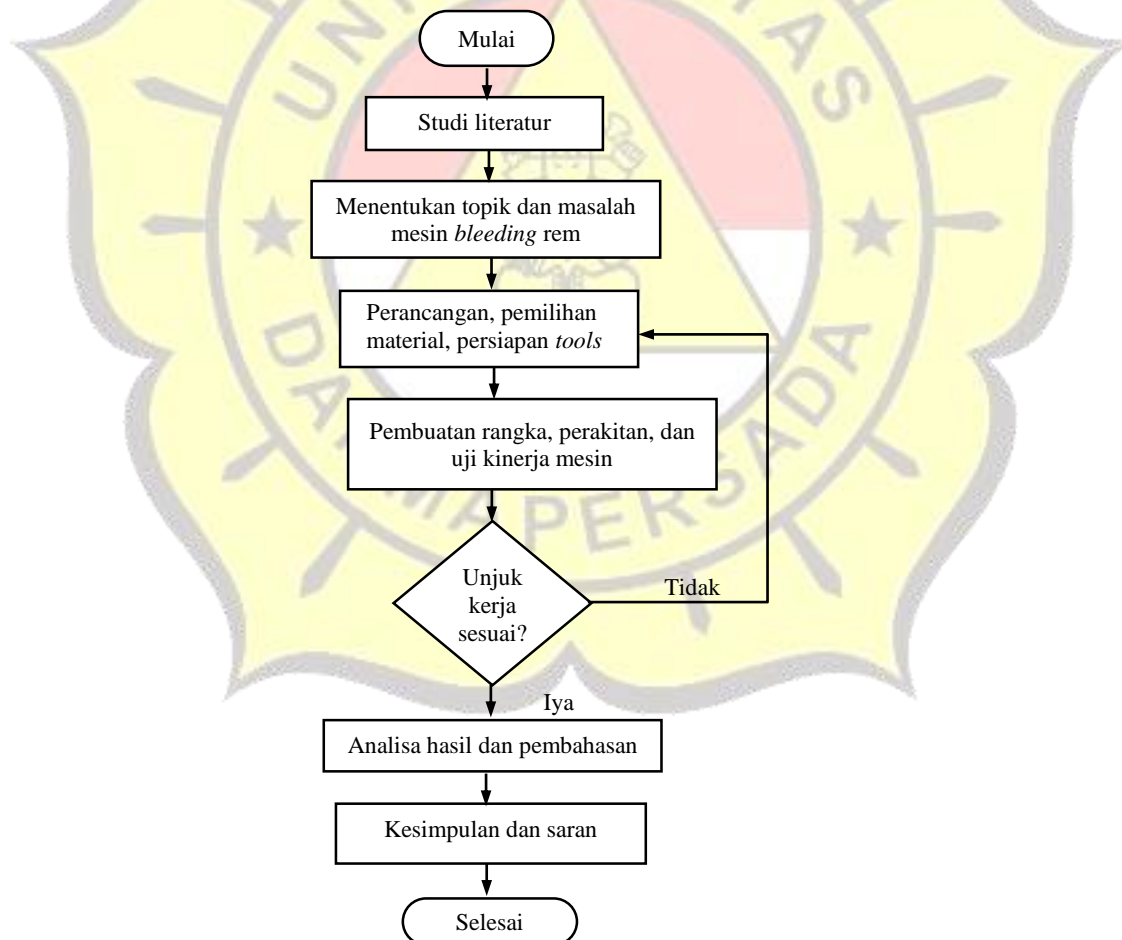
Tekanan merupakan besarnya gaya yang diterima oleh luasan daerah yang menerima gaya tersebut. Adapun cara dalam menentukan tekanan yang dibutuhkan terdapat pada persamaan 1 tentang tekanan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \tag{1}$$

Di mana P = Tekanan (N/m^2) atau Pa, F = Gaya (N), dan A = Luas permukaan (m^2).

3. Metodologi

Tahapan pembuatan mesin bleeding rem hidrolisk dibuat dalam secara sistematis seperti ditampilkan pada Gambar 2 berikut ini:



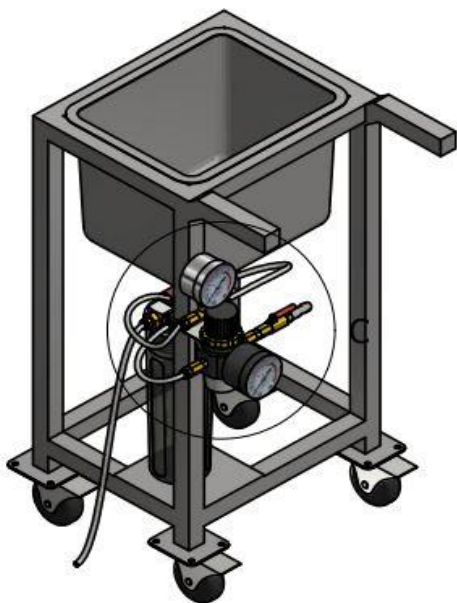
Gambar 1. Diagram alir pembuatan mesin bleeding

Pada dasarnya metodologi yang digunakan dalam proses pembuatan mesin bleeding ini adalah dengan

reverse engineering. Mesin bleeding diadopsi dari mesin bleeding yang sudah ada di pasaran. Namun pada penelitian ini mesin bleeding rem yang dibuat adalah mesin bleeding dengan dimensi yang lebih kecil yang bertujuan untuk kemudahan dalam pengoperasian ketika sedang berlangsung proses kerja perbaikan sistem rem.

4. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan desain mesin bleeding sistem rem digunakan perangkat Computer Aided Design (CAD) Autodesk Inventor berbasis 3D, adapun hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



| No | Komponen |
|----|-------------------|
| 1 | Kerangka |
| 2 | Roda |
| 3 | Tempat alat-alat |
| 4 | Tabung |
| 5 | Tutup tabung |
| 6 | Pneumatic Valve |
| 7 | Socket kuningan |
| 8 | Fitting pneumatic |
| 9 | Silencer kuningan |
| 10 | Bracket |
| 11 | Indicator angin |
| 12 | Double napel |
| 13 | Katup |
| 14 | Selang |
| 15 | Napel selang |
| 16 | Vlock ring |

Gambar 2. Hasil desain mesin *bleeding*

Adapun Gambar 3 merupakan hasil perakitan mesin *bleeding*.



Gambar 3. Hasil perancangan mesin *bleeding*

Standar Ukuran *Pressure* dan *Vacuum*

Adapun standar ukuran tekanan *pressure* dan *vacuum* sesuai dengan buku panduan servis pada salah satu kendaraan minibus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tekanan *pressure* dan *vacuum* (sumber : *Repair Toyota Avanza*)

| Posisi | Tekanan <i>pressure</i> (Psi) | Tekanan <i>vacuum</i> (Psi) |
|--------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Rem depan | 34 | -3 sampai dengan -5 |
| Rem belakang | 38 | -3 sampai dengan -5 |

Jadi dapat disimpulkan untuk penggunaan tekanan *pressure* adalah 34 Psi sampai dengan 38 Psi. Kemudian untuk tekanan *vacuum* berdasarkan mesin idle -3 Psi sampai dengan -5 Psi.

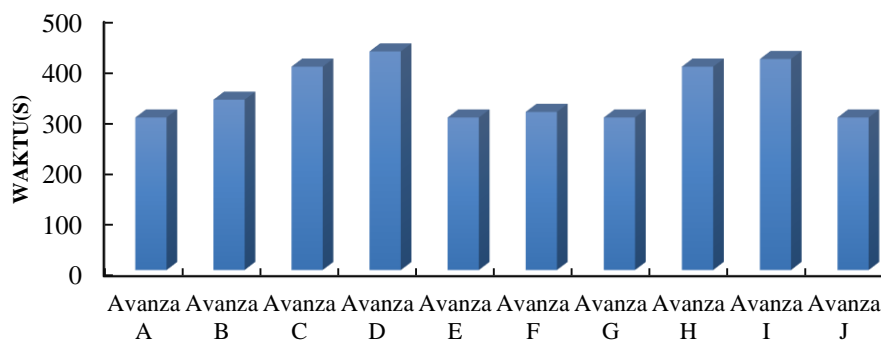
Pengambilan Data Saat Proses Servis Berkala

Berikut adalah tabel dan grafik pengambilan data saat proses *bleeding*. Jenis mobil yang digunakan adalah Jenis Toyota Avanza. Pada saat pengambilan sampel data terdapat beberapa perbedaan waktu proses *bleeding* dan tekanan angin. Hal tersebut dipengaruhi oleh jenis kendaraan, tahun pembuatannya, dan keluhan yang ada di dalam kendaraan tersebut. Adapun data saat servis berkala dapat dilihat pada Tabel 3 yang dikhusus pada proses *bleeding*.

Tabel 3. Data *bleeding* dalam servis berkala

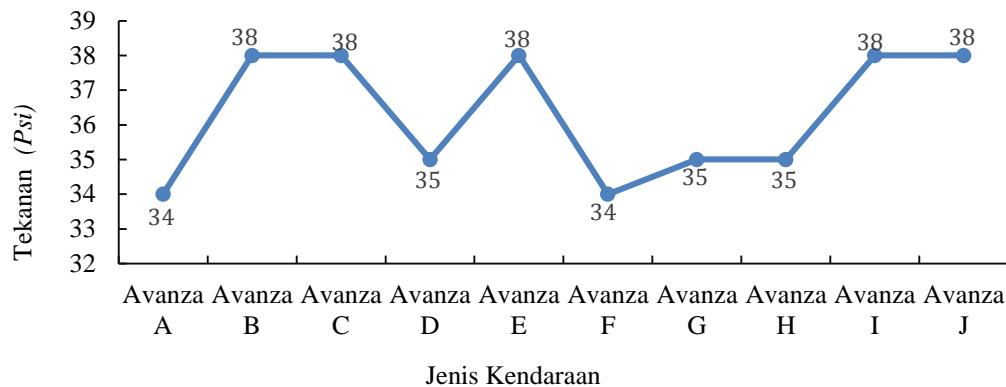
| No | Jenis Kendaraan | Waktu (s) | Pressure (Psi) | Vacuum (Psi) |
|----|-----------------|-----------|----------------|--------------|
| 1 | Avanza A | 300 | 34 | -3 |
| 2 | Avanza B | 335 | 38 | -5 |
| 3 | Avanza C | 400 | 38 | -5 |
| 4 | Avanza D | 430 | 35 | -4 |
| 5 | Avanza E | 300 | 38 | -5 |
| 6 | Avanza F | 311 | 34 | -3 |
| 7 | Avanza G | 300 | 35 | -4 |
| 8 | Avanza H | 400 | 35 | -4 |
| 9 | Avanza I | 415 | 38 | -5 |
| 10 | Avanza J | 300 | 38 | -5 |

Dari Tabel 4.2 dapat dibuat grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 4.3, dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kendaraan Avanza A, Avanza E, dan Avanza G merupakan data proses *bleeding* yang paling cepat dengan waktu 300 detik sedangkan yang paling banyak adalah kendaraan Avanza D dengan waktu 430 detik.



Gambar 4. Grafik waktu servis berkala

Selanjutnya adalah pengukuran tekanan angin yang terjadi pada alat ukur *pressure* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

Gambar 5. Grafik *pressure* servis berkala

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kendaraan Avanza B, Avanza C, Avanza E, Avanza I, dan Avanza J memerlukan tekanan angin maksimum sesuai dengan *repair manual* Avanza yaitu 38 Psi, sedangkan kendaraan Avanza A dan Avanza F menggunakan tekanan angin minimum yaitu 34 Psi.

Pengambilan Data Saat Proses *General Repair*

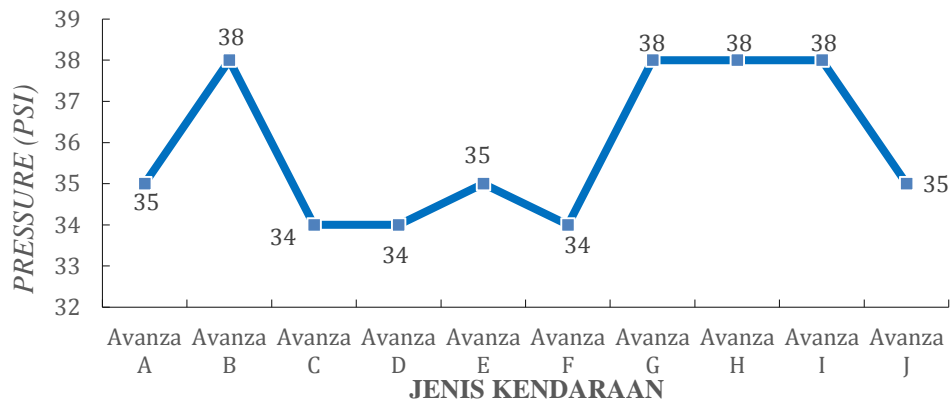
Data proses *general repair* sistem rem dilakukan pada satu jenis kendaraan yang terdiri dari 10 kendaraan, pada saat pengambilan data banyak perbedaan waktu dan tekanan angin. Hal tersebut dipengaruhi oleh jenis kendaraan, tahun pembuatannya, dan keluhan yang ada di dalam kendaraan tersebut. Adapun data saat proses *general repair* dapat dilihat pada Tabel 4 data *bleeding* dalam servis *general repair*.

Tabel 4. Data *bleeding* dalam servis *general repair*

| NO | JENIS KENDARAAN | WAKTU (S) | PRESSURE (Psi) | VACUUM (Psi) |
|----|-----------------|-----------|----------------|--------------|
| 1 | Avanza A | 450 | 35 | -4 |
| 2 | Avanza B | 425 | 38 | -5 |
| 3 | Avanza C | 360 | 34 | -3 |
| 4 | Avanza D | 413 | 34 | -3 |
| 5 | Avanza E | 350 | 35 | -4 |
| 6 | Avanza F | 420 | 34 | -3 |
| 7 | Avanza G | 335 | 38 | -5 |
| 8 | Avanza H | 355 | 38 | -5 |
| 9 | Avanza I | 420 | 38 | -5 |
| 10 | Avanza J | 432 | 35 | -4 |

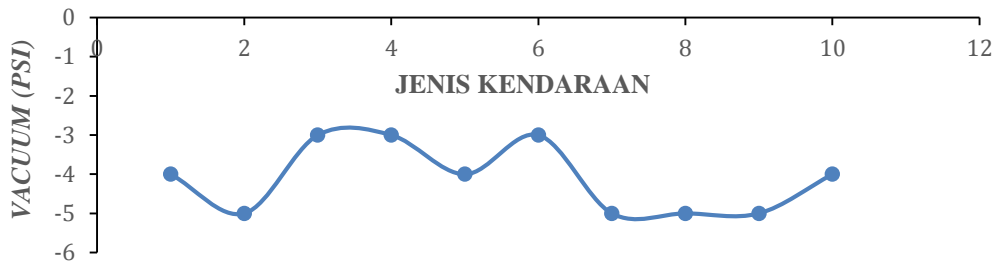
Dalam proses *bleeding* dalam proses *general repair* perlukannya waktu yang efisien, maka dilakukannya beberapa pengambilan data dalam proses *bleeding*, di mana waktu yang tercepat adalah kendaraan avanza g dengan waktu 335 detik. Dan yang membutuhkan waktu yang banyak yaitu kendaraan Avanza a dengan waktu 450 detik.

Selain waktu, dilakukannya pengukuran tekanan angin yang masuk. Berikut Gambar 5 Grafik *pressure general repair*, yang menunjukkan bahwa kendaraan Avanza B, Avanza G, Avanza H, dan Avanza I memerlukan tekanan angin maksimum sesuai dengan *repair manual* avanza yaitu 38 Psi. Sedangkan kendaraan Avanza C, Avanza D, dan Avanza F menggunakan tekanan angin minimum yaitu 34 Psi.



Gambar 5. Grafik *Pressure General Repair*

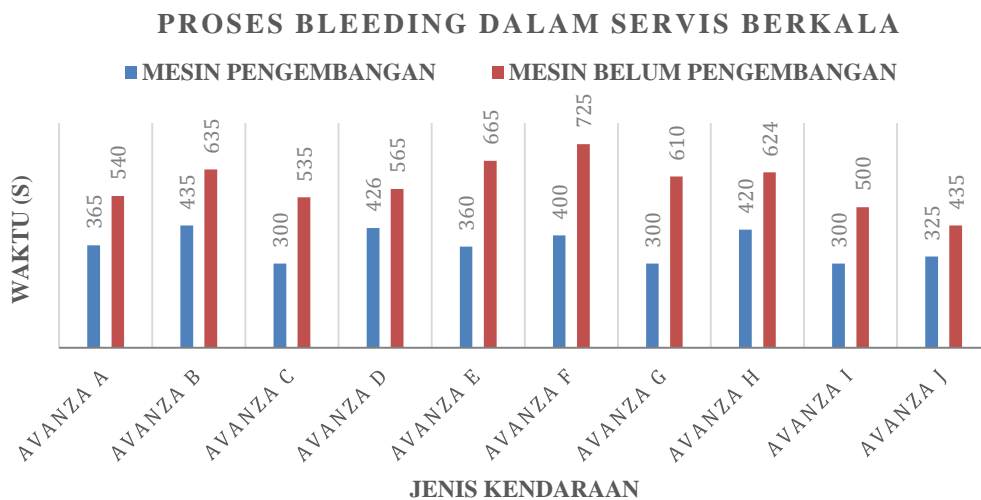
Selain waktu dan *pressure* dilakukannya pengukuran tekanan *vacuum*. Berikut Gambar 6 grafik kevakuman *general repair*, yang menunjukkan bahwa kendaraan Avanza B, Avanza G, Avanza H, dan Avanza I, memerlukan tekanan *vacuum* maksimum sesuai dengan *repair manual* avanza yaitu -5 Psi. Sedangkan kendaraan avanza C, Avanza D, dan Avanza F menggunakan tekanan *vacuum* minimum yaitu -3 Psi.



Gambar 6. Grafik *Vacuum General Repair*

4.6.3 Pengambilan Data Mesin Sebelum Pengembangan

Berikut adalah grafik pengambilan data proses *bleeding* servis berkala pada kendaraan minibus sebelum dan sesudah pengembangan mesin *bleeding*. Jenis mobil yang digunakan adalah Toyota Avanza. Dengan pengambilan data 10 kendaraan ditampilkan pada Gambar 4.7 grafik lama waktu perbandingan proses *bleeding*.



Gambar 7. Grafik waktu perbandingan mesin *bleeding*

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan adanya mesin bleeding yang telah dioptimasi dapat menghemat waktu dalam proses bleeding mencapai 40%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dalam melakukan proses bleeding sistem rem maka didapat hasil berikut yaitu rancangan mesin bleeding yang optimal adalah yang memiliki ukuran yang lebih kecil dari yang sebelumnya agar memudahkan dalam proses pemindahan mesin bleeding sehingga waktu yang efisien. Spesifikasi mesin bleeding yang sesuai adalah memerlukan komponen tambahan pneumatic yaitu double napel, kran pneumatic, fitting selang, vlock shock, slincer, kemudian menggunakan ejector pneumatic valve drat ¼ inch dengan maksimal pressure 0.85 MPa dan menggunakan alat ukur pressure gauge dengan maksimal pressure 1 MPa dan alat ukur vacuum gauge dengan maksimal vacuum -0.1 MPa. Dan menggunakan besi hollow untuk rangka dan roda karet. Tekanan pressure yang dibutuhkan dalam proses bleeding adalah 38 Psi, dan tekanan vacuum nya adalah -5 Psi untuk proses pekerjaan servis berkala dan general repair. Waktu yang dibutuhkan dalam proses bleeding dengan menggunakan alat yang sudah di optimasi dengan waktu yang tercepat yaitu 5 menit, waktu tersebut sudah termasuk dalam pengecekan safety item. Mesin bleeding yang telah dioptimasi memiliki tingkat efisiensi yang baik dibanding mesin sebelumnya dalam proses bleeding sistem rem hidrolik.

Diharapkan mesin bleeding ini dapat digunakan dibengkel - bengkel dan praktisi lain agar lebih memudahkan dalam proses bleeding sistem rem hidrolik.

Referensi

- [1] A. Ahmad, "Analisa Vapor Lock Pada Sistem Rem Tipe Hidrolik Pneumatik dan Pengaruhnya Terhadap Daya Pengereman Bus." Universitas Mercu Buana, 2015.
- [2] M. Sujanarko and J. Jamaaluddin, "Arduino Uno-based Brake Safety Design for Matic Motorcycles Rancang Bangun Pengaman Rem Pada Sepeda Motor Matic Berbasis Arduino Uno," *Procedia Eng. Life Sci. Vol.*, 2023.
- [3] T. I. O. Gunawan, "Analisis Kerusakan dan Perbaikan Sistem Rem Cakram Pada Kijang Rover Bensin 1995 (Analysis Of Damage Correction Of Disc Brake System In Kijang Rover Gasoline 1995)," 2017.
- [4] A. SAFITRI, "KAJIAN KUALITAS MINYAK REM DILIHAT DARI FLUKTUASI TITIK DIDIHNYA." POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN, 2022.
- [5] S. Rolan, A. Mohammad, and S. Danardono A, "Analisis Performa Rem Kendaraan Penumpang Berukuran Sedang (Midsized Passenger's Car '2500 mm < L < 2800 mm') Menggunakan Model Temperatur Pengereman," in *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV (SNTTM XV)*, 2016, vol. 15.
- [6] R. Siregar, M. Adhitya, D. A. Sumarsono, G. Heryana, and F. Zainuri, "Study the Brake Performance of a Passenger Car Based on the Temperature that Occurs in Each Brake Unit," in *AIP Conference Proceedings*, 2020, pp. 2–9.
- [7] K. Surata, I. N. Budiartana, and I. Wibawa, "Redesain Alat Bleeding Rem Krdaraan Ringan Dengan Sistem Pneumatik." Politeknik Negeri Bali, 2022.
- [8] R. Y. Pratama and I. M. Arsana, "RANCANG BANGUN ALAT BLEEDING REM SISTEM TERTUTUP PADA MOBIL," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 2, 2019.
- [9] V. J. Sandrijo, "PERFORMANCE EVALUATION OF THE VACUUM-TYPE BRAKE FLUID BLEEDER AND RECOVERY MACHINE," *Sci. Int. (Lahore)*, vol. 34, no. 1, pp. 45–48, 2023.
- [10] A. Kawakami, A. Shikada, and K. Miyao, "Control method for brake vapor lock in automobiles," *JSAE Rev.*, vol. 21, no. 1, pp. 73–78, 2000.
- [11] S. Widodo and S. Suprpto, "Pengenalan Teknologi Vakum." Pustaka Pelajar, 2017.

Optimalisasi Penjadwalan Pekerjaan Produksi dengan Metode *Earliest Due Date (EDD)* di PT. Pabrik Tepung Bogasari: Studi Kasus

Fanesa Grace¹, Nur Syamsiyah^{2*}, Endang Ayu Susilawati², Eka Yuni Astuty², Yahya²

²Dosen Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada,

¹ Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada (Mahasiswa)

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden: nur.syamsiyah@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Perencanaan produksi merupakan faktor kunci yang mempengaruhi keberhasilan dan profitabilitas suatu perusahaan dalam memenuhi permintaan pasar. Untuk produksi yang optimal, perusahaan perlu merencanakan shift dan perencanaan produksi yang optimal. Hal ini termasuk membuat jadwal produksi yang optimal dan memastikan kualitas produksi yang optimal.

Sistem penjadwalan produksi pada PT. Bogasari Flour Mills masih melakukan penjadwalan dengan menggunakan lembaran excel yang berisi rencana target produksi lalu dibagikan kepada tim operator Mill. Pembuatan jadwal dengan cara ini membutuhkan waktu yang lama dan sering ditemukan ketidaksesuaian. Pada saat proses produksinya, sering ditemukan masalah pada mesin penggiling yang membuat produksi harus stop sementara untuk dilakukan maintenance. Sehingga hasil produksi tidak sesuai dengan jadwal rencana produksi. Perubahan dilakukan hanya dengan menambahkan keterangan pada lembaran excel. Pada saat terjadinya perubahan jadwal produksi tidak dapat dilakukan secara cepat, mengakibatkan kesulitan dalam menjaga konsistensi dan ketepatan jadwal produksi.

Alternatif solusinya adalah dengan membangun sistem informasi yang menghubungkan perencanaan produksi untuk meningkatkan efisiensi PPIC dan Operator Mill dalam operasional sehari-hari. Sistem ini terdiri dari sistem penjadwalan produksi yang meliputi jadwal produksi, operator, dan laporan produksi harian. Sistem menggunakan diagram use case untuk mengidentifikasi interaksi antara proses dan informasi dari masing-masing aktor. Metode Early Due Date (EDD) digunakan dalam aplikasi untuk meminimalkan biaya tenaga kerja dengan menghitung tanggal jatuh tempo.

Kata kunci: Miller; Penjadwalan; Produksi.

Abstract

Production planning is a key factor that influences the success and profitability of a company in meeting market demand. For optimal production, companies need to plan shifts and optimal production planning. This includes creating an optimal production schedule and ensuring optimal production quality.

Production scheduling system at PT. Bogasari Flour Mills is still scheduling using an excel sheet containing the production target plan which is then distributed to the mill operator team. Making schedules in this way takes a long time and discrepancies are often found. During the production process, problems are often found with the grinding machine which means production has to be stopped temporarily for maintenance. So, the production results do not match the production plan schedule. Changes are made by simply adding information to the excel sheet. When changes to the production schedule occur, they cannot be made quickly, resulting in difficulties in maintaining consistency and accuracy in the production schedule.

An alternative solution is to build an information system that connects production planning to increase the efficiency of PPIC and Mill Operators in daily operations. This system consists of a production scheduling system which includes production schedules, operators, and daily production reports. The system uses use case diagrams to identify interactions between processes and information from each actor. The Early Due Date (EDD) method is used in the application to minimize labor costs by calculating the due date.

Keywords: Miller, Production, Scheduling.

1. Pendahuluan

PT. Bogasari Flour Mills adalah salah satu produsen tepung terigu terbesar di Indonesia. Sebagai perusahaan yang bergerak dalam industri Tepung Terigu, PT. Bogasari Flour Mills sangat bergantung pada

keunggulan dan jumlah gandum yang masuk ke fasilitas penggilingannya. Divisi Mill adalah divisi yang bertanggung jawab untuk memproses dari bahan baku gandum menjadi tepung terigu. Untuk memastikan hal tersebut, melibatkan serangkaian mesin penggilingan dan peralatan khusus. Sistem penjadwalan produksi pada PT. Bogasari Flour Mills masih menghadapi beberapa permasalahan yaitu masih melakukan penjadwalan dengan menggunakan lembaran *excel* yang berisi rencana target produksi lalu dibagikan kepada tim operator Mill. Pembuatan jadwal dengan cara ini membutuhkan waktu yang lama dan sering ditemukan ketidaksesuaian. Pada proses produksinya, terdapat masalah yang terjadi pada mesin penggiling yang membuat produksi harus stop sementara untuk dilakukan *maintenance*. Sehingga hasil produksi tidak sesuai dengan jadwal rencana produksi. Untuk melakukan perubahan tersebut hanya dilakukan dengan menambahkan keterangan pada lembaran *excel*. Pada saat terjadinya perubahan jadwal produksi tidak dapat dilakukan secara cepat, mengakibatkan kesulitan dalam menjaga konsistensi dan ketepatan jadwal produksi.

Agar proses operasional produksi dapat berjalan dengan baik, maka PT. Bogasari Flour Mills membutuhkan perencanaan yang matang. Yaitu dengan diperlukannya shift kerja yang optimal dan penjadwalan produksi yang akurat supaya memastikan bahwa alur produksi berjalan dengan lancar. Penjadwalan produksi yang baik dapat membantu perusahaan dalam menjaga kualitas produk secara konsisten dan bertujuan untuk mengatur jadwal kerja karyawan yang dibagi menjadi beberapa shift, yaitu shift pagi, shift siang, dan shift malam.

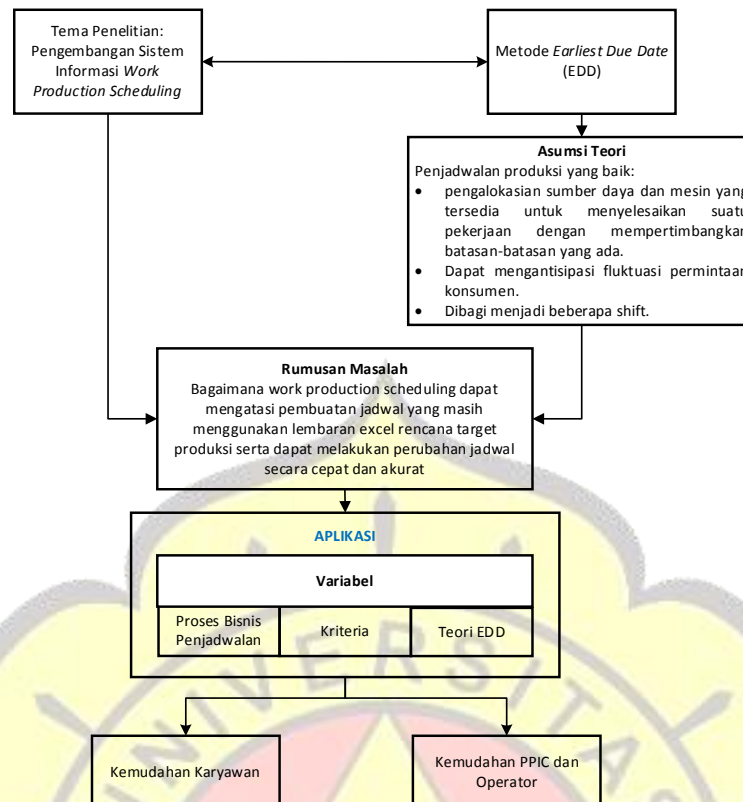
satu alternatif solusi permasalahan di atas adalah dengan membangun sistem informasi yang berhubungan dengan penjadwalan produksi pada PT. Bogasari Flour Mills ditujukan untuk memberikan kemudahan bagian PPIC, dan Operator Mill dalam operasional sehari-hari. Metode *Earliest Due Date* dipergunakan algoritma dalam pengaturan pekerjaan dengan jatuh tempo paling awal harus terlebih dahulu dijadwalkan daripada pekerjaan dengan jatuh tempo belakangan. Tujuan dari aturan ini adalah untuk mengurangi keterlambatan maksimum atau keterlambatan maksimum suatu pekerjaan. Sistem ini juga menghasilkan laporan hasil penjadwalan produksi yang lebih akurat sehingga mengoptimalkan proses produktivitas yang berjalan.

2. Metodologi

Penelitian ini berangkat dari penjadwalan produksi dari lembaran *excel* yang berisi rencana target produksi lalu dibagikan kepada tim operator Mill. Pembuatan jadwal dengan cara ini membutuhkan waktu lama dan sering ditemukan ketidaksesuaian. Pada proses produksi terjadi permasalahan pada mesin penggiling yang membuat produksi harus stop sementara untuk dilakukan *maintenance*. Sehingga hasil produksi tidak sesuai dengan jadwal rencana produksi. Perubahan tersebut hanya dicatat pada lembaran *excel*. Pada saat terjadinya perubahan jadwal produksi tidak dapat dilakukan secara cepat, mengakibatkan kesulitan dalam menjaga konsistensi dan ketepatan jadwal produksi. Algoritma *Earliest Due Date* mengatur pekerjaan dengan jatuh tempo paling awal harus dijadwalkan terlebih dahulu daripada pekerjaan jatuh tempo belakangan. Metode ini digunakan untuk memberikan kemudahan bagi karyawan dalam mengetahui shift kerjanya, dan bagi PPIC dan Operator untuk Menyusun jadwal produksi. Proses ini dituangkan dalam desain pemikiran pada Gambar 1.

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan memuat langkah-langkah bermula dari pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung, wawancara, dan studi pustaka. Pengamatan dilakukan dengan mengamati langsung alur sistem yang berkaitan dengan penjadwalan produksi serta proses produksi di bagian Miller PT. Bogasari Flour Mills. Wawancara dilakukan dengan cara bertanya dan mendengarkan langsung dari karyawan bagian Mill PT. Bogasari Flour Mills yaitu bapak Immanuel Margianto Subakti dan Rahmat Fauren. Sedangkan metode pengumpulan data ketiga adalah dengan membaca referensi dan teori solusi yang dibutuhkan berkaitan dengan penjadwalan.

Setelah pengumpulan data, dilanjutkan dengan pengembangan sistem informasi dengan model siklus hidup pengembangan sistem diawali dengan analisis, perancangan, dan implementasi. *Tools* analisis sistem yang digunakan adalah *Use Case Diagram* dari pemodelan *Unified Modeling Language* (UML). Dilanjutkan dengan perancangan yang terdiri dari rancangan keluaran, rancangan masukan, rancangan antarmuka pengguna, dan database. Pengembangan sistem diakhiri dengan implementasi yaitu berupa algoritma atau *coding* program.



Gambar 1. Desain Penelitian

3. Landasan Teori

Proses produksi merupakan faktor kunci yang mempengaruhi daya saing dan keberhasilan suatu perusahaan dalam memenuhi tuntutan pasar. Menurut Rosalia (2016) produksi adalah setiap upaya manusia untuk membuat sesuatu lebih bermanfaat atau meningkatkan nilainya. Proses produksi sangat penting untuk bisnis apapun, dan setiap proses dilakukan dengan baik dengan kontrol produksi yang baik. Agar proses operasional produksi dapat berjalan dengan baik, diperlukan penjadwalan produksi yang akurat untuk memastikan bahwa alur produksi berjalan dengan lancar.

Menurut Francisco (2015) penjadwalan (*scheduling*), adalah proses mengatur kegiatan operasi pada waktu tertentu. Penjadwalan adalah proses pengambilan keputusan yang bertujuan untuk optimalisasi dan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan, dan tenaga kerja untuk kegiatan operasi. Penjadwalan selalu berhubungan dengan pengalokasian sumber daya yang ada pada jangka waktu tertentu. Namun, definisi penjadwalan produksi itu sendiri menurut Pinedo Michael (2002) terdiri dari dua kategori: penjadwalan per pekerjaan dan penjadwalan per batch. Penjadwalan per pekerjaan dibedakan menjadi dua kategori berdasarkan jumlah mesin yang digunakan dalam proses produksi, yaitu mesin satu tingkat dan mesin paralel.

Penjadwalan produksi yang baik dapat membantu perusahaan dalam menjaga kualitas produk secara konsisten dan bertujuan untuk mengatur jadwal kerja karyawan. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat menghasilkan penjadwalan produksi yang akurat dan tepat seperti *Earliest Due Date* (EDD). Menurut Rudyanto & Arifin (2010) metode EDD mengurutkan pekerjaan dalam waktu proses produksi berdasarkan tanggal dimana pekerjaan harus diselesaikan. Pengurutan pekerjaan dilakukan berdasarkan jatuh tempo terkecil, sehingga pekerjaan dengan waktu permintaan terdekat dikerjakan paling awal.

Pemetaan posisi penelitian terdahulu tersebut terhadap penelitian ini terlihat dalam Tabel 1 penelitian terdahulu.

Tabel 1 Pemetaan Posisi Penelitian Terdahulu

| No. | Nama Peneliti | Judul Penelitian | Tujuan Penelitian | Metode Penelitian | Hasil Penelitian dan Kesimpulan | Perbedaan |
|-----|---------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-----------|
|-----|---------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-----------|

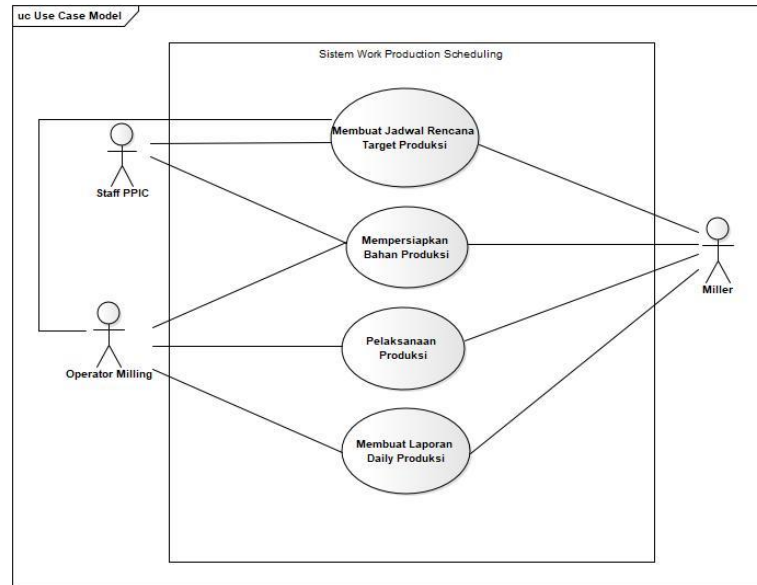
| | | | | | | |
|----|-----------------------|---|--|--|---|--|
| 1. | Felicia Anggun Kusuma | Penjadwalan <i>Jobshop</i> di CV. Sinar Indah Teknik | Mengembangkan sistem penjadwalan flow shop yang sesuai dengan kebutuhan bisnis untuk mengurangi jumlah pekerjaan yang tertunda. | Proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan <i>Stopwatch Time Study</i> . Data waktu diperoleh dan dihitung menjadi data standar. Data standar tersebut akan digunakan dalam skema penjadwalan job shop menggunakan metode CDS. | Metode CDS dalam penjadwalan dapat mengurangi keterlambatan pekerjaan. Namun, sistem penjadwalan di CV. Sinar Indah Teknik belum optimal karena kurangnya tenaga ahli dan teknologi di perusahaan. | Algoritma <i>Campbell Dudek and Smith</i> (CDS) untuk mengurangi keterlambatan pekerjaan |
| 2. | Ayu Fitri Camelia | Aplikasi Metode <i>Sequencing</i> Pada Jasa <i>Service</i> Kamera Digital Studi Kasus di MOR-C <i>Photography</i> Bandung | Mengetahui keadaan proses produksi saat ini dan memberikan saran kepada perusahaan untuk meningkatkan proses produksi di masa depan. | Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan studi kasus pada proses produksi jasa perusahaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan produksi diidentifikasi. Data perusahaan diperoleh melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. | Perusahaan disarankan untuk menggunakan metode <i>Short Processing Time</i> (SPT). Jika tidak memungkinkan, kontrol pesanan harus dilakukan setiap 2-3 hari menggunakan aplikasi spreadsheet. Sistem peringatan otomatis akan memberi peringatan jika ada pesanan yang terlewat. | Metode <i>Short Processing Time</i> (SPT). meminimalkan keterlambatan dan waktu proses rata-rata |
| 3. | Agus Rudyanto | Penerapan Metode <i>Earliest Due Date</i> Pada Penjadwalan Produksi Paving Pada CV. Eko Joyo | Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan metode tanggal paling lambat terhadap penjadwalan produksi paving pada CV Eko Joyo | Metode penelitian, yang dilakukan adalah studi literatur dan wawancara untuk mengetahui proses system lama dan mampu mengidentifikasi permasalahan yang ada. | Pengujian t-test menunjukkan bahwa metode EDD lebih efektif dalam mengurangi keterlambatan maksimum dibandingkan dengan metode konvensional dalam penjadwalan produksi. Oleh karena itu, sistem informasi penjadwalan produksi dengan metode EDD dianggap lebih baik dalam meminimalkan keterlambatan maksimum. | Melalui t-test, metode <i>Earliest Due Date</i> (EDD) lebih efektif dalam mengurangi keterlambatan maksimum dibandingkan dengan metode konvensional dalam penjadwalan produksi |

4. Hasil Dan Pembahasan

Proses produksi pada PT. Bogasari Flour Mills berada di bawah Divisi Miller yang dikepalai oleh seorang Manajer. Manager Mill memiliki tugas menerima dan menangani semua permintaan dan pesanan untuk produksi, dan bertanggung jawab atas kualitas tepung yang dibuat oleh mill sesuai dengan standar. Bagian *Miller* berada di bawah manajer dan bertanggung jawab untuk mengoperasikan mesin produksi dan mengawasi proses produksi di mill. *Miller* dibantu oleh asisten untuk meringankan tugasnya sebagai pelaksana di lapangan, mengawasi proses produksi di mill, mengatur pengiriman gandum, dan membantu operator menjalankan tugasnya. Operator di bagian produksi adalah bagian terakhir dari divisi *Miller*. Operator di bagian produksi adalah pekerja lapangan yang langsung terlibat dengan proses produksi tepung dan bertanggung jawab untuk mengoperasikan mesin produksi sesuai dengan Standar Prosedur Operasi (SOP) yang berlaku.

1) Analisis Sistem

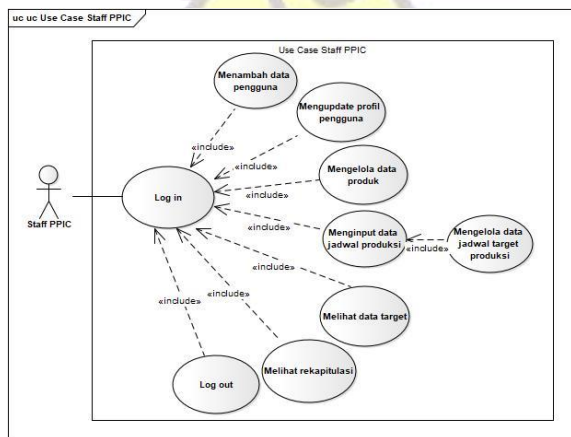
Proses bisnis penjadwalan produksi yang sedang berjalan menggambarkan interaksi antara beberapa *actor* yaitu, PPIC, Miller dan Operator Mill, direpresentasikan dalam Gambar 2 berikut.



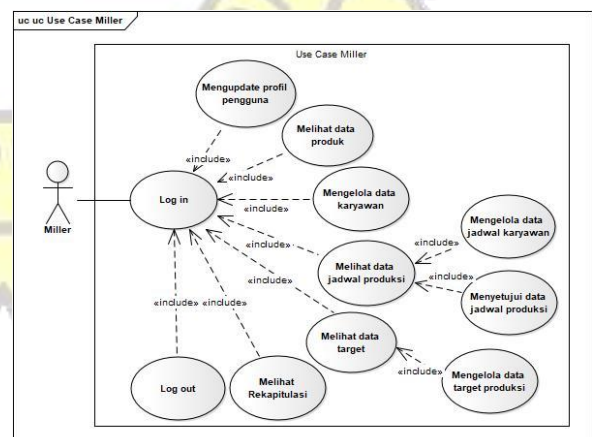
Gambar 2 Use Case Diagram Sistem Berjalan

Berdasarkan hasil pengamatan penulis, maka pada proses produksi tepung terigu di PT. Bogasari Flour Mills masih memiliki kekurangan seperti pembuatan jadwal rencana produksi bulanan dan pembuatan laporan *daily* produksi masih menggunakan media kertas belum digitalisasi, serta tidak adanya ketegasan waktu dalam setiap prosedur dalam pembuatan jadwal secara tepat waktu. Sehingga seringkali produksi yang dihasilkan tidak sesuai dengan target yang terdapat pada jadwal rencana produksi. Dari permasalahan yang telah diuraikan, maka penulis memberikan solusi dengan membangun sistem *work production scheduling* yang akan dimulai dari pembuatan jadwal rencana produksi, pembuatan jadwal operator yang akan melakukan pelaksanaan produksi, pembuatan laporan *daily* produksi yang dapat mempermudah dan mempercepat proses produksi.

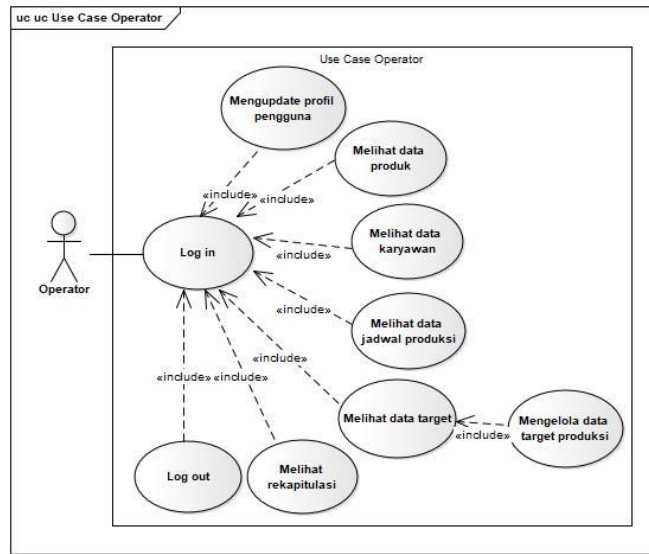
Perancangan sistem usulan menggunakan *use case* diagram, yang berguna untuk menunjukkan relasi interaksi dari setiap proses serta aliran informasi dari setiap aktornya. *Use case* diagram usulan menggambarkan interaksi aktor dalam sistem *work production scheduling division* Mill diperlihatkan pada Gambar 3, 4, dan 5 dengan tiga hak akses yaitu hak akses staf PPIC, hak akses Miller, dan hak akses Operator.



Gambar 3 Use Case Diagram Hak Akses Staff PPIC



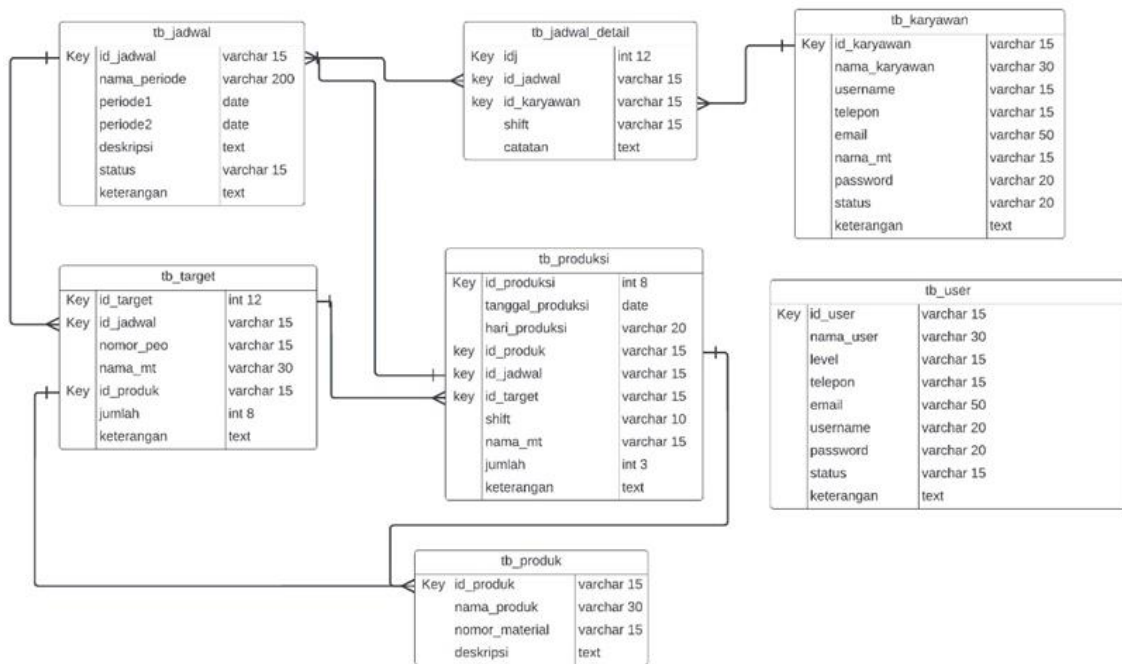
Gambar 4 Use Case Diagram Hak Akses Miller



Gambar 5 Use Case Diagram Hak Akses Operator

2) Rancangan Database

a. Entity Relationship Diagram (ERD)



Gambar 6 Entity Relationship Diagram (ERD)

b. Tabel Jadwal Detail

Tabel 2 Spesifikasi Basis Data Tabel Jadwal Detail

| No | Nama Field | Jenis | Ukuran | Keterangan |
|----|-------------|---------|--------|-------------|
| 1 | Idj | Integer | 12 | Primary key |
| 2 | Id_Jadwal | Varchar | 15 | Id Jadwal |
| 3 | Id_karyawan | Varchar | 15 | Id karyawan |
| 4 | Shift | Varchar | 15 | Shift |
| 5 | Catatan | Text | 20 | Catatan |

c. Tabel Produksi

Tabel 3 Spesifikasi Basis Data Tabel Produksi

| No | Nama Field | Jenis | Ukuran | Keterangan |
|----|------------|---------|--------|-------------|
| 1 | Id_target | Integer | 12 | Primary key |
| 2 | Id_jadwal | Varchar | 15 | Id jadwal |
| 3 | Nomor_peo | Varchar | 15 | Nomor peo |
| 4 | Nama_mt | Varchar | 30 | Nama mt |
| 5 | Id_produk | Varchar | 15 | Id produk |
| 6 | Jumlah | Int | 8 | Jumlah |
| 7 | Keterangan | Text | | Keterangan |

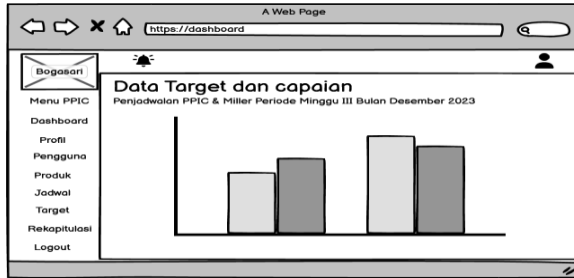
3) **Rancangan Tampilan**

a. **Rancangan Tampilan Halaman Dashboard Staff PPIC dan Miller**

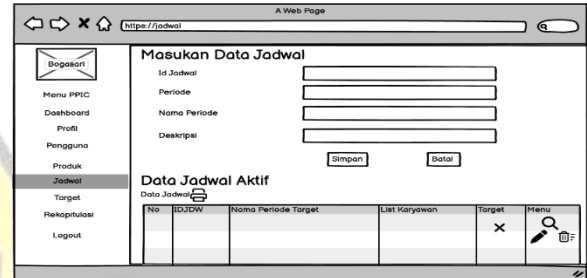
Pada halaman *dashboard* di Gambar 7, staff PPIC menampilkan grafik data target dan capaian.

b. **Rancangan Tampilan Halaman Data Jadwal Staff PPIC**

Pada halaman masukan data jadwal di Gambar 8, staff PPIC dapat menginput data jadwal yang akan diproduksi dapat dimasukkan ke dalam menu ini.



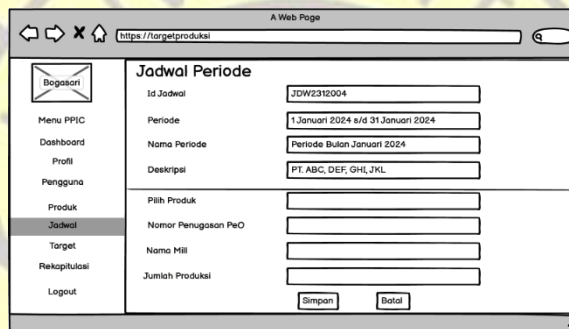
Gambar 7 Halaman Dashboard Staff PPIC



Gambar 8 Halaman Masukan Data Jadwal Staff PPIC

c. **Rancangan Tampilan Halaman Masukan Jadwal Periode Staff PPIC**

Pada halaman masukan data jadwal periode di Gambar 9, staff PPIC akan menginput data produksi pada jadwal.



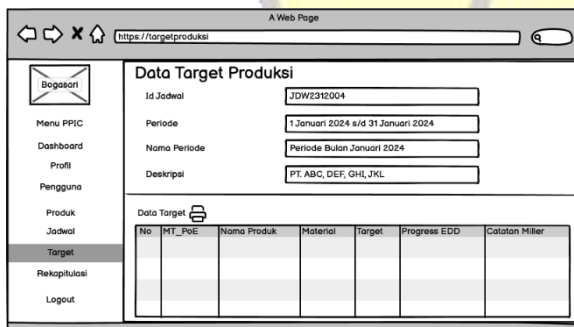
Gambar 9 Halaman Masukan Data Jadwal Periode Staff PPIC

d. **Rancangan Tampilan Halaman Data Target Produksi Staff PPIC**

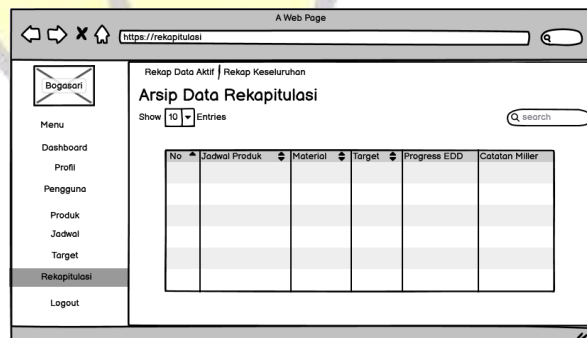
Pada Halaman Data Target Produksi di Gambar 10, Staff PPIC dapat melihat progress dari proses produksi yang berlangsung diisi kan oleh actor Miller dan Operator.

e. **Rancangan Tampilan Halaman Data Rekapitulasi Semua Aktor**

Pada Halaman Data Rekapitulasi Gambar 11, semua Aktor dapat menampilkan rekap data aktif dan rekap data keseluruhan dari jadwal yang sudah dibuat.



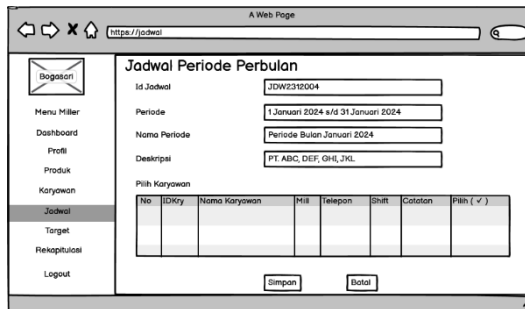
Gambar 10 Halaman Data Target Produksi Staff PPIC



Gambar 11 Halaman Data Rekapitulasi Semua Aktor

f. Rancangan Tampilan Halaman Jadwal Periode Miller

Pada Halaman Jadwal Periode pada Gambar 12, Miller dapat menginput nama-nama karyawan untuk dimasukkan ke dalam jadwal yang sudah dibuat oleh Staff PPIC.



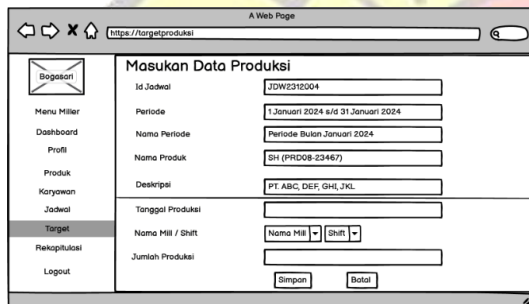
Gambar 12 Halaman Jadwal Periode Miller

g. Rancangan Tampilan Halaman Masukan Data Produksi Miller

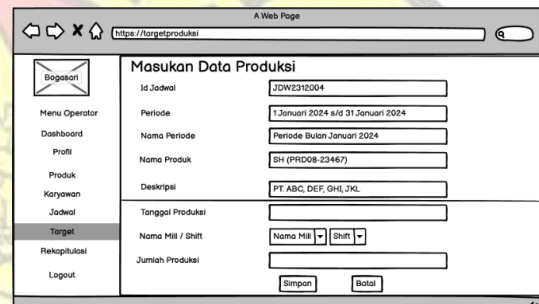
Pada halaman masukan data produksi pada Gambar 13, Miller dapat menginput data pada saat produksi berlangsung sesuai dengan jadwal.

h. Rancangan Tampilan Halaman Masukan Data Produksi Operator

Pada Halaman Masukan Data Produksi pada Gambar 14, Operator dapat menginput hasil data yang pada saat produksi berlangsung sesuai dengan jadwal.



Gambar 13 Halaman Masukan Data Produksi Miller



Gambar 14 Halaman Masukan Data Produksi Operator

4) Implementasi Sistem

a. Penerapan Metode Earliest Due Date (EDD)

Metode *Earliest Due Date* (EDD) adalah salah satu metode penjadwalan produksi yang bertujuan untuk meminimalkan keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Metode ini bekerja dengan cara mengurutkan pekerjaan-pekerjaan berdasarkan tanggal jatuh tempo (*due date*) yang terdekat. Berikut algoritma EDD pada aplikasi penjadwalan produksi:

- a) Tentukan Due Date (Tenggat Waktu). Setiap pekerjaan memiliki batasan waktu produksi yang sudah ditetapkan.
- b) Hitung Waktu Pengerjaan. Tentukan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Hitung total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan.
- c) Urutkan pekerjaan berdasarkan due date. Urutkan pekerjaan dari tercepat hingga yang paling akhir.
- d) Urutkan jumlah produksi berdasarkan due date. Urutkan jumlah produksi yang paling sedikit hingga yang paling banyak.

Contoh:

Pekerjaan A adalah 3 hari dengan jumlah produksi 3000 Ton, pekerjaan B adalah 2 hari jumlah produksi 200 Ton, dan pekerjaan C adalah 1 hari jumlah produksi 100 Ton.

Jadi, urutan Produksinya adalah C → B → A.

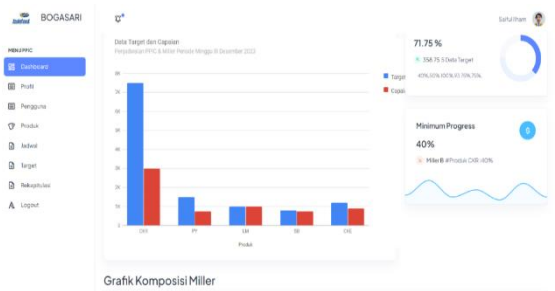
b. Tampilan Antarmuka Pengguna

a) Halaman Dashboard

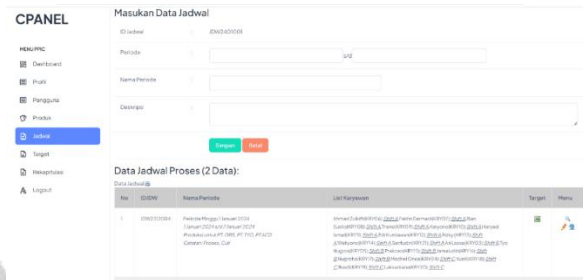
Pada halaman Gambar 15 menunjukkan halaman *Dashboard* yang terdiri dari profil, pengguna, produk, jadwal, target, rekapitulasi, dan *logout*. Dan ada juga notifikasi dari pembuatan jadwal produksi.

b) Halaman Jadwal Staff PPIC

Pada halaman Gambar 16 menunjukkan halaman untuk memasukkan Jadwal Produksi bagi Staff PPIC yang terdiri home, menu masukan data jadwal dapat menginput data jadwal.



Gambar 15 Halaman Dashboard



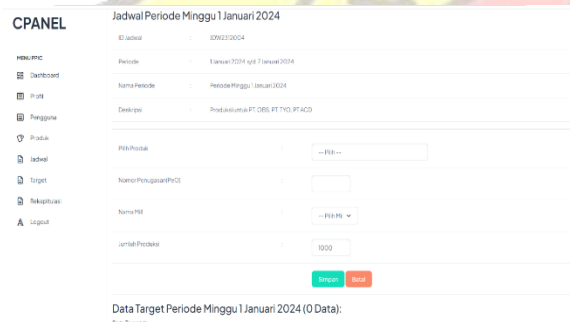
Gambar 16 Halaman Jadwal Staff PPIC

c) Halaman Jadwal Periode Staff PPIC

Pada halaman Gambar 17 menunjukkan halaman Jadwal Staff PPIC yang terdiri home, menu masukan data jadwal lalu setelah data jadwal dibuat terdapat button x pada data jadwal yang sudah dibuat, kemudian terdapat menu jadwal periode untuk menginput target produksi.

d) Halaman Target

Pada halaman Gambar 18 menunjukkan halaman Target yang terdiri home, dan data target produksi per periode.



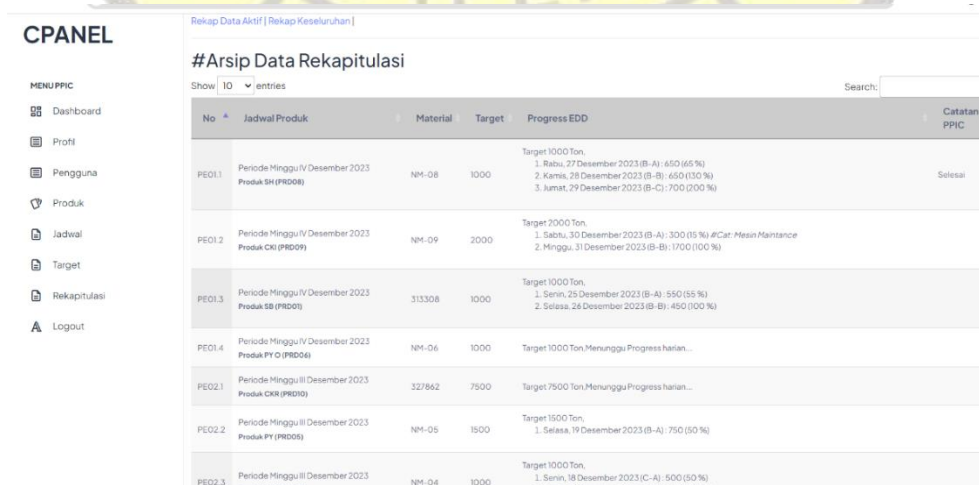
Gambar 17 Halaman Jadwal Periode Staff PPIC



Gambar 18 Halaman Target Staff PPIC

e) Halaman Rekapitulasi

Pada halaman ini menunjukkan halaman Rekapitulasi yang terdiri home, dan arsip data rekapitulasi dari jadwal produk.



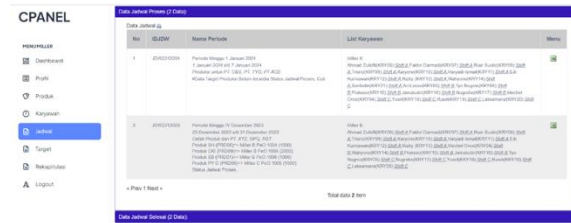
Gambar 19 Tampilan Halaman Rekapitulasi Staff PPIC

f) **Halaman Jadwal Miller**

Pada halaman Gambar 20 menunjukkan halaman Jadwal Miller yang terdiri home, menu Jadwal, terdapat masukan data jadwal untuk menginput pilih karyawan.

g) **Halaman Jadwal Operator**

Pada halaman Gambar 21 menunjukkan halaman Jadwal Operator yang terdiri home, menu Jadwal.



Gambar 20 Tampilan Halaman Jadwal Miller



Gambar 21 Tampilan Halaman Jadwal Operator

5. Kesimpulan

PT. Bogasari Flour Mills, salah satu pabrik tepung terigu besar di Indonesia, menghadapi tantangan dalam perencanaan produksi yang optimal akibat penggunaan spreadsheet Excel dengan target jadwal produksi. Sistem ini memerlukan waktu tunggu yang lama dan sering menimbulkan ketidaksesuaian jadwal. Tim operator pabrik menghadapi masalah pada mesin gerinda sehingga menyebabkan produksi terhenti sementara untuk pemeliharaan. Hal ini mengakibatkan hasil produksi tidak konsisten dan kesulitan menjaga keakuratan jadwal.

Untuk menjamin produksi yang optimal, PT. Bogasari Flour Mills perlu mengambil keputusan strategis. Hal ini mencakup penerapan shift kerja yang optimal dan memastikan seluruh produk dikirimkan tepat waktu. Dengan menerapkan metode *Early Due Date* (EDD), perusahaan dapat menekan biaya tenaga kerja dan meningkatkan kualitas produk.

Daftar Pustaka

- [1] Anggun, *Et al.* / Penjadwalan *Jobshop* Di CV. Sinar Indah Teknik / Jurnal Titra, Vol. 4, No.2, Juli 2016, Pp. 285-290 Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (Snati 2010) Issn: 1907- 5022 Yogyakarta, 19 Juni 2010 D-50.
- [2] Camelia, AF. *Aplikasi Metode Sequencing Pada Jasa Service Kamera Digital Studi Kasus di MOR-C Photography Bandung*. Jurnal Administrasi Bisnis (2016), Vol.12, No.2: hal. 110–127, (ISSN:0216–1249). Center for Business Studies. FISIP - Unpar. 2016.
- [3] Gaol, L, Jimmy. *Sistem Informasi Manajemen Pemahaman Dan Aplikasi*. Jakarta: PT Grasindo, 2008.
- [4] HM, Jogiyanto. *Analisis Dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2005.
- [5] J. Hutahaean. *Konsep Sistem Informasi*, Edisi 1. Yogyakarta: Deepublish, 2015.
- [6] Kramanandita, R., & Amalin, N. I. *Analisis Sistem Informasi Perencanaan Dan Penjadwalan Produksi Divisi PPIC PT Rekadaya Multi Adiprima*.
- [7] Munawar. *Pemodelan Visual Menggunakan UML*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [8] Nugroho, Adi. *Analisis Perancangan Sistem Informasi Dengan Metodologi Berorientasi Object*. Bandung: Informatika, 2010.
- [9] Pinedo, Michael. *Scheduling: Theory, Algorithms, And Systems (2nded)*. United States: Prentice Hall, 2001.
- [10] Rahman, L. TA: *Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Produksi Berbasis Web Pada CV. Remaja Dua* (Doctoral Dissertation, Institut Bisnis Dan Informatika Stikom Surabaya), 2018.
- [11] Rosalia Naiza; Mukaromah Mukaromah, Pratiwi MR. *Produksi Media Pembelajaran Dalam Penerapan Profil Pelajar Pancasila Dengan Pendekatan Komunikasi Partisipatif*. Vol 6, No 2, 2023.
- [12] Rudyanto Agus, Arifin Moch. (2010). *Penerapan Metode Earliest Due Date Pada Penjadwalan Produksi Paving Pada CV. Eko Joyo*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010) ISSN: 1907- 5022 Yogyakarta, 19 Juni 2010.
- [13] Safitri, M. D. A. *Penjadwalan Produksi Untuk Meminimasi Keterlambatan Distribusi Dengan Metode Earliest Due Date*. In Prosiding Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo (Vol. 1), 2019.
- [14] Sutabri. *Konsep Dasar Sistem, Edisi Ke-2.*, Vol. 2, No. 2. Yogyakarta, 2012.
- [15] Yakub. *Pengantar Sistem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2012.

Pengaruh Pasca-Pemrosesan Annealing Terhadap Sifat Mekanis Polimer Hasil Cetak 3D Fused Deposition Modeling (FDM)

Juan Pratama^{1*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No. 22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden: juan_pratama@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Pada masa kini, teknologi pencetakan 3-dimensi (3D) dengan jenis Fused Deposition Modeling (FDM) guna pemrosesan material polimer telah banyak dikenal dan digunakan karena kapabilitasnya untuk memproduksi suatu produk dengan bentuk yang kompleks. Meskipun memiliki banyak keuntungan, produk hasil cetak 3D FDM juga memiliki beberapa kekurangan, dimana sifat mekanis yang rendah merupakan salah satu kelemahan utama dari produk hasil cetak 3D FDM yang disebabkan oleh proses pendinginan yang tidak seragam pada material polimer hasil cetak 3D FDM. Pada penelitian ini, pasca pemrosesan annealing dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanasan kembali dan pendinginan seragam terhadap sifat mekanis polylactic acid (PLA) hasil cetak 3D FDM. Spesimen dicetak dengan memvariasikan sudut raster pada parameter cetak. Kemudian, 3 variasi suhu annealing digunakan yaitu 80, 120, dan 150 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasca pemrosesan annealing tidak memiliki pengaruh signifikan pada kekuatan tarik, elongasi, serta modulus elastisitas dari PLA hasil cetak 3D FDM, terlepas dari sudut raster yang digunakan. Pada akhirnya, penelitian ini dapat mengkonfirmasi salah satu temuan terdahulu dimana pasca pemrosesan annealing merupakan metode yang kurang efektif untuk meningkatkan sifat mekanis hasil cetak 3D FDM, khususnya PLA.

Kata kunci: Fused Deposition Modeling (FDM), Pasca Pemrosesan Annealing, Pencetakan 3D, Sifat Mekanis.

Abstract

Nowadays, 3-dimensional (3D) printing technology using the Fused Deposition Modeling (FDM) type for processing polymer materials is widely known and used because of its capability to produce products with complex shapes. Even though they have many advantages, FDM 3D printed products also have several disadvantages, where low mechanical properties are one of the main weaknesses of FDM 3D printed products caused by the non-uniform cooling process in the FDM 3D printed polymer material. In this research, post-processing annealing was carried out to determine the effect of reheating and uniform cooling on the mechanical properties of polylactic acid (PLA) 3D printed FDM results. The specimens were printed by varying the raster angle in the print parameters. Then, 3 variations of annealing temperature were used, i.e., 80, 120, and 150 °C. The research results show that post-processing annealing does not have a significant effect on the tensile strength, elongation, and elastic modulus of 3D FDM printed PLA, regardless of the raster angle used. In the end, this research can confirm one of the previous findings that post-processing annealing is a less effective method for improving the mechanical properties of FDM 3D printed products, especially PLA.

Keywords: 3D printing, Annealing post-processing, Fused Deposition Modeling (FDM), Mechanical properties.

1. Pendahuluan

Pada masa kini, teknologi pencetakan 3-dimensi (3D) dengan jenis Fused Deposition Modeling (FDM) guna pemrosesan material polimer telah banyak dikenal dan digunakan karena kapabilitasnya untuk memproduksi suatu produk dengan bentuk yang kompleks [1]. Beberapa keuntungan yang dimiliki oleh proses ini antara lain adalah proses fabrikasi yang sederhana namun aman [2], tidak membutuhkan pahat [3], harga mesin yang murah [4-5], pergantian material yang mudah [6], waktu pemrosesan yang singkat [7-8], serta tidak menghasilkan banyak limbah [9]. Meskipun memiliki banyak keuntungan, produk hasil cetak 3D FDM juga memiliki beberapa kekurangan, dimana sifat mekanis yang rendah merupakan salah satu kelemahan utama dari produk hasil cetak 3D FDM [10]. Hal ini salah satunya disebabkan oleh proses pendinginan yang tidak seragam pada material

polimer hasil cetak 3D FDM [11-12]. Pada akhirnya, fenomena ini akan menimbulkan tegangan sisa yang menyebabkan terbentuknya retakan dini, dan berakhir pada kegagalan produk [13].

Untuk mencegah masalah ini, pasca pemrosesan annealing merupakan salah satu metode yang dipilih yang dapat digunakan setelah proses pencetakan untuk mencapai pemerataan pemanasan dan laju pendinginan yang seragam di seluruh bagian hasil cetak FDM [14]. Teknik annealing pada dasarnya merupakan proses pemanasan kembali suatu produk hasil cetak sampai dengan suhu tertentu, sehingga selanjutnya proses pendinginan akan terjadi secara bersamaan dan seragam pada setiap bagian dari material. Akan tetapi, belum banyak penelitian yang ditemukan yang difokuskan pada permasalahan ini. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa Ultimate Tensile Strength (UTS) dari polylactic acid (PLA) hasil cetak FDM setelah proses annealing pada suhu 160 °C selama 30 detik mengalami peningkatan sebesar 5% jika dibandingkan dengan UTS PLA tanpa pemrosesan [14]. Kemudian, dengan menambahkan beban sebesar 19N dan meningkatkan durasi annealing menjadi 120 detik, UTS dari PLA hasil cetak FDM dapat meningkat sampai dengan 10,2% [14]. Sebaliknya, pada penelitian lain ditemukan bahwa pasca pemrosesan annealing pada PLA hasil cetak FDM tidak memiliki efek signifikan pada UTS dan modulus, yang mungkin disebabkan oleh degradasi termal pada molekul material tersebut [15].

Sampai saat ini, belum ditemukan penelitian lebih lanjut yang difokuskan pada pengaruh pasca pemrosesan annealing terhadap sifat mekanis polimer hasil cetak FDM, khususnya PLA. Di sisi lain, kedua penelitian yang ada juga menunjukkan hasil yang bertolak belakang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pasca pemrosesan annealing pada material PLA hasil cetak 3D FDM. Pada akhirnya, penelitian ini dapat memberikan informasi lebih lanjut dan dapat mengkonfirmasi salah satu penelitian terdahulu terkait dengan pengaruh pasca pemrosesan annealing pada material PLA hasil cetak 3D FDM.

2. Metodologi

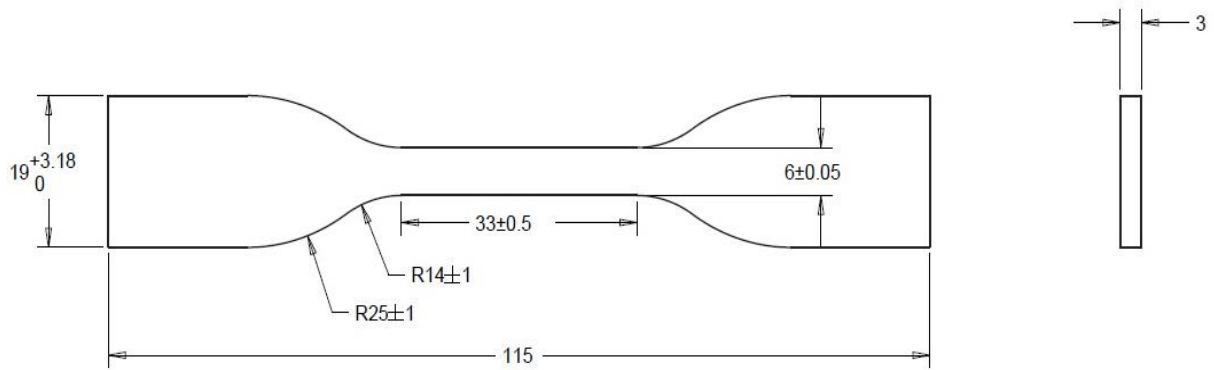
Pada penelitian ini, filamen PLA (Shenzen Esun Industrial Co., Ltd. China) dengan diameter 1,75 mm digunakan untuk membuat spesimen uji tarik yang mengacu pada standar ASTM D638 tipe IV, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dalam satuan mm. Spesimen dicetak menggunakan mesin 3D printer Flashforge Creator Pro (Flashforge, China). Parameter pencetakan serta desain eksperimen (DoE) masing-masing ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2. Pada Tabel 2, spesimen ‘untreated’ merupakan spesimen tanpa pemanasan ulang yang digunakan sebagai kontrol. Kemudian, proses annealing dilakukan dengan oven konveksi paksa yang dirancang khusus, dimana Gambar 2 menunjukkan skematik oven yang digunakan. Pada penelitian ini, oven hanya digunakan untuk proses annealing atau proses pemanasan ulang, sedangkan meja getaran didalam oven tidak digunakan.

Tabel 1 Parameter pencetakan 3D FDM

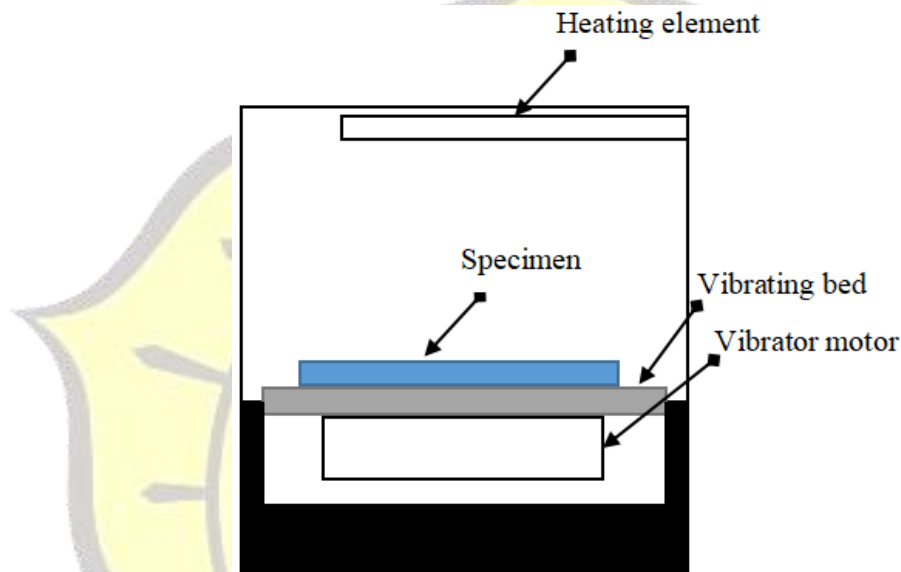
| No | Parameter | Unit |
|----|-------------------|---------------------|
| 1 | Suhu ekstrusi | 200 °C |
| 2 | Raster Angle (RA) | 45°/-45° dan 0°/90° |
| 3 | Print Speed | 35 mm/min |
| 4 | Build Orientation | Horizontal |
| 5 | Layer Height | 0.2 mm |
| 6 | Infill Percentage | 100% |
| 7 | Air Gap | 0 mm |

Tabel 2 Desain eksperimen (DoE) pada penelitian ini

| Material | Raster Angle (RA) | Suhu Annealing | Jumlah Spesimen | Durasi Annealing | Jenis Pengujian |
|----------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| PLA | 45°/-45° | Untreated | 3 | 60 detik | Tarik |
| | | 80 °C | 3 | | |
| | | 120 °C | 3 | | |
| | | 150 °C | 3 | | |
| | 0°/90° | Untreated | 3 | 60 detik | Tarik |
| | | 80 °C | 3 | | |
| | | 120 °C | 3 | | |
| | | 150 °C | 3 | | |



Gambar 1 Dimensi spesimen uji tarik standar ASTM D638 tipe IV [16]

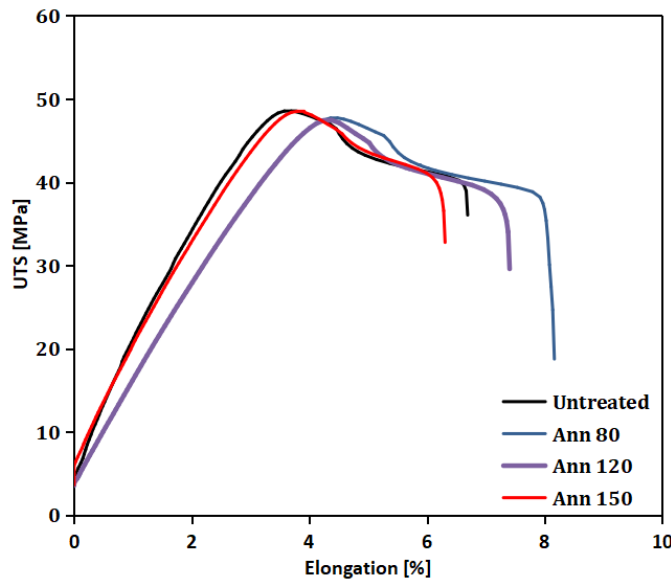


Gambar 2 Skematik oven konveksi paksa yang digunakan pada penelitian ini

Setelah proses annealing selesai dilakukan, spesimen dengan dan tanpa pemrosesan kemudian diuji tarik menggunakan universal testing machine Zwick Roell Z020. Uji tarik dilakukan dengan aplikasi pre-load sebesar 80N dan kecepatan crosshead 5 mm/min sesuai dengan standar ASTM D638 tipe IV.

4. Hasil Dan Pembahasan

Hasil uji tarik berupa kurva tegangan regangan pada spesimen PLA hasil cetak 3D FDM dengan RA 45°/-45° ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan Tabel 3 menunjukkan tabulasi nilai dari hasil pengujian. Hasil pengujian pada PLA hasil cetak FDM dengan RA 45°/-45° menunjukkan bahwa pasca pemrosesan annealing pada suhu 80 dan 120 °C masing-masing menurunkan rata-rata kekuatan tarik PLA dari 48,38 MPa menjadi 47,05 MPa dan 46,99 MPa. Kemudian, kekuatan tarik kembali meningkat menjadi 48,34 MPa setelah mengalami proses annealing pada suhu 150 °C. Meskipun demikian, UTS yang dihasilkan pada spesimen dengan suhu annealing 150 °C tidak memiliki perbedaan signifikan dengan spesimen tanpa pemanasan ulang (untreated). Di sisi lain, juga tidak terlihat perubahan yang signifikan pada elongasi serta modulus elastisitas dari PLA hasil cetak FDM setelah melalui proses annealing. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pasca pemrosesan annealing tidak memiliki efek signifikan terhadap kekuatan tarik PLA hasil cetak FDM, khususnya yang dicetak dengan RA 45°/-45°.



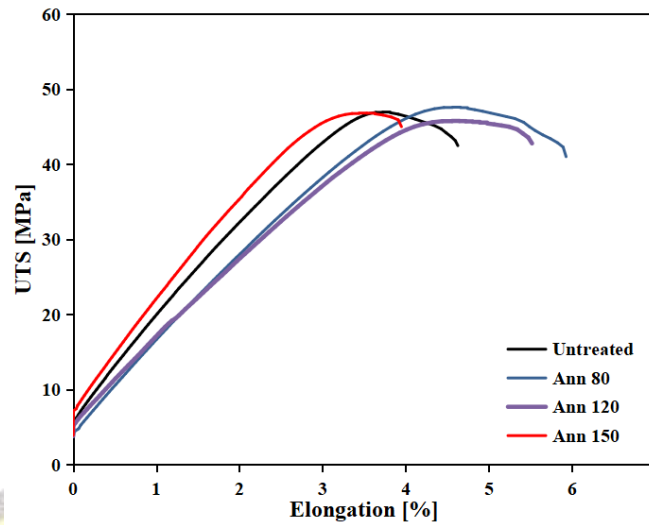
Gambar 3 Kurva tegangan regangan spesimen PLA hasil uji tarik FDM dengan RA 45°/-45°

Tabel 3 Hasil uji tarik spesimen PLA hasil cetak FDM dengan RA 45°/-45°

| Spesimen | No | Elongation (mm) | Force (N) | Et (MPa) | σ_M (MPa) | ϵ_M (%) | σ_A |
|------------------|----|-----------------|-----------|----------|------------------|------------------|------------|
| Untreated | 1 | 3.09 | 921.09 | 1536.56 | 48.08 | 3.15 | 48.38 |
| | 2 | 3.39 | 919.90 | 1270.03 | 48.48 | 4.21 | |
| | 3 | 3.56 | 922.98 | 1403.33 | 48.57 | 3.63 | |
| Annealing 80 °C | 1 | 3.96 | 938.18 | 1194.46 | 47.73 | 4.42 | 47.05 |
| | 2 | 2.91 | 920.67 | 1175.49 | 46.40 | 4.24 | |
| | 3 | 2.63 | 915.40 | 1195.98 | 47.02 | 4.33 | |
| Annealing 120 °C | 1 | 3.18 | 930.78 | 1180.12 | 46.61 | 4.30 | 46.99 |
| | 2 | 3.71 | 960.30 | 1192.83 | 47.48 | 4.31 | |
| | 3 | 3.11 | 936.18 | 1192.01 | 46.88 | 4.27 | |
| Annealing 150 °C | 1 | 4.10 | 931.31 | 1188.42 | 46.78 | 3.48 | 48.34 |
| | 2 | 3.27 | 959.61 | 1296.51 | 48.51 | 3.81 | |
| | 3 | 2.44 | 952.40 | 1307.61 | 49.71 | 3.80 | |

Hasil uji tarik berupa kurva tegangan regangan pada spesimen PLA hasil cetak 3D FDM dengan RA 0°/90° ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan Tabel 4 menunjukkan tabulasi nilai dari hasil pengujian. Berbeda dengan spesimen yang dicetak dengan RA 45°/-45°, hasil pengujian pada PLA hasil cetak FDM dengan RA 0°/90° menunjukkan bahwa pasca pemrosesan annealing pada suhu 80 °C mengalami sedikit peningkatan dari 47,20 MPa menjadi 47,53 MPa. Lalu pada saat suhu annealing mencapai 120 °C, rata-rata kekuatan tarik PLA mengalami penurunan menjadi 45,57 MPa. Kemudian, kekuatan tarik kembali meningkat menjadi 47,11 MPa setelah mengalami proses annealing pada suhu 150 °C. Namun, UTS yang dihasilkan pada spesimen dengan suhu annealing 150 °C sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan spesimen tanpa pemanasan ulang (untreated). Di sisi lain, juga tidak terlihat perubahan yang signifikan pada elongasi serta modulus elastisitas dari PLA hasil cetak FDM setelah melalui proses annealing. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pasca pemrosesan annealing

tidak memiliki efek signifikan terhadap kekuatan tarik PLA hasil cetak FDM, khususnya yang dicetak dengan RA $0^{\circ}/90^{\circ}$.



Gambar 4 Kurva tegangan regangan spesimen PLA hasil uji tarik FDM dengan RA $0^{\circ}/90^{\circ}$

Tabel 4 Hasil uji tarik spesimen PLA hasil cetak FDM dengan RA $0^{\circ}/90^{\circ}$

| Spesimen | No | Elongation (mm) | Force (N) | Et (MPa) | σM (MPa) | ϵM (%) | σA |
|------------------|----|-----------------|-----------|----------|------------------|------------------|------------|
| Untreated | 1 | 2.37 | 853.62 | 1243.72 | 46.80 | 3.75 | 47.20 |
| | 2 | 2.29 | 896.70 | 1286.12 | 46.95 | 3.70 | |
| | 3 | 2.51 | 928.58 | 1226.67 | 47.84 | 3.95 | |
| Annealing 80 °C | 1 | 2.63 | 915.40 | 1255.42 | 49.36 | 4.33 | 47.53 |
| | 2 | 2.65 | 851.33 | 1180.25 | 45.60 | 4.33 | |
| | 3 | 2.87 | 888.65 | 1172.46 | 47.60 | 4.54 | |
| Annealing 120 °C | 1 | 2.93 | 851.69 | 1069.74 | 45.77 | 4.55 | 45.57 |
| | 2 | 2.92 | 857.64 | 1219.28 | 46.24 | 4.24 | |
| | 3 | 2.89 | 842.35 | 1172.98 | 44.68 | 4.43 | |
| Annealing 150 °C | 1 | 2.26 | 865.41 | 1388.66 | 46.82 | 3.47 | 47.11 |
| | 2 | 2.18 | 884.93 | 1360.85 | 47.72 | 3.57 | |
| | 3 | 2.58 | 861.85 | 1312.45 | 46.78 | 3.44 | |

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini, pengaruh pasca pemrosesan annealing terhadap sifat mekanis PLA hasil cetak FDM diobservasi. Sifat mekanis dikonfirmasi melalui hasil uji tarik yang dilakukan pada spesimen dengan berbagai variasi parameter pencetakan serta annealing. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Proses annealing tidak memberikan efek signifikan pada kekuatan tarik material PLA hasil cetak FDM, yang akhirnya dapat mengkonfirmasi salah satu penelitian terdahulu [15].
2. Ketidakpastian kekuatan yang dihasilkan kemungkinan dipengaruhi oleh deformasi benda uji yang sedikit melengkung sehingga menyebabkan terjadinya pergeseran garis patahan

3. Penggunaan cetakan selama proses annealing mungkin merupakan faktor penting untuk menahan deformasi spesimen yang disebabkan oleh proses annealing.

Pada akhirnya, penelitian ini dapat mengkonfirmasi salah satu temuan terdahulu dimana pasca pemrosesan annealing merupakan metode yang kurang efektif untuk meningkatkan sifat mekanis hasil cetak 3D FDM, khususnya PLA.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Darma Persada, khususnya pada Prodi Teknik Mesin, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] J. Pratama, S. I. Cahyono, S. Suyitno, M. A. Muflikhun, U. A. Salim, M. Mahardika, and B. Arifvianto, "A Review on Reinforcement Methods for Polymeric Materials Processed Using Fused Filament Fabrication (FFF)," *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 22, p. 4022, Nov. 2021, doi: 10.3390/polym13224022.
- [2] S. H. Masood and W. Q. Song, "Development of new metal/polymer materials for rapid tooling using Fused deposition modelling," *Mater. Des.*, vol. 25, no. 7, pp. 587–594, Oct. 2004, doi: 10.1016/j.matdes.2004.02.009.
- [3] A. K. Sood, R. K. Ohdar, and S. S. Mahapatra, "Parametric appraisal of mechanical property of fused deposition modelling processed parts," *Mater. Des.*, vol. 31, no. 1, pp. 287–295, Jan. 2010, doi: 10.1016/j.matdes.2009.06.016.
- [4] H. Jami, S. H. Masood, and W. Q. Song, "Dynamic Response of FDM Made ABS Parts in Different Part Orientations," *Adv. Mater. Res.*, vol. 748, pp. 291–294, Aug. 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.748.291.
- [5] E. Canti and M. Aydın, "Effects of micro particle reinforcement on mechanical properties of 3D printed parts," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 24, no. 1, pp. 171–176, 2018, doi: 10.1108/RPJ-06-2016-0095.
- [6] J. Nsengimana, J. Van der Walt, E. Pei, and M. Miah, "Effect of post-processing on the dimensional accuracy of small plastic additive manufactured parts," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 25, no. 1, pp. 1–12, Jan. 2019, doi: 10.1108/RPJ-09-2016-0153.
- [7] I. Durgun and R. Ertan, "Experimental investigation of FDM process for improvement of mechanical properties and production cost," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 20, no. 3, pp. 228–235, Apr. 2014, doi: 10.1108/RPJ-10-2012-0091.
- [8] B. Huang, S. H. Masood, M. Nikzad, P. R. Venugopal, and A. Arivazhagan, "Dynamic Mechanical Properties of Fused Deposition Modelling Processed Polyphenylsulfone Material," *Am. J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, Jan. 2016, doi: 10.3844/ajeassp.2016.1.11.
- [9] L. Cheng, P. Zhang, E. Biyikli, J. Bai, J. Robbins, and A. To, "Efficient design optimization of variable-density cellular structures for additive manufacturing: theory and experimental validation," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 23, no. 4, pp. 660–677, Jun. 2017, doi: 10.1108/RPJ-04-2016-0069.
- [10] J. B. Jones, D. I. Wimpenny, and G. J. Gibbons, "Additive manufacturing under pressure," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 21, no. 1, pp. 89–97, Jan. 2015, doi: 10.1108/RPJ-02-2013-0016.
- [11] T. Ke and X. Sun, "Melting behavior and crystallization kinetics of starch and poly(lactic acid) composites," *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 89, no. 5, pp. 1203–1210, Aug. 2003, doi: 10.1002/app.12162.
- [12] Q. Sun, G. M. Rizvi, C. T. Bellehumeur, and P. Gu, "Effect of processing conditions on the bonding quality of FDM polymer filaments," *Rapid Prototyp. J.*, 2008.
- [13] S. Waqar, J. Liu, Q. Sun, K. Guo, and J. Sun, "Effect of post-heat treatment cooling on microstructure and mechanical properties of selective laser melting manufactured austenitic 316L stainless steel," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 26, no. 10, pp. 1739–1749, Sep. 2020, doi: 10.1108/RPJ-12-2019-0320.
- [14] W. Jo, O.-C. Kwon, and M.-W. Moon, "Investigation of influence of heat treatment on mechanical strength of FDM printed 3D objects," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 24, no. 3, pp. 637–644, Apr. 2018, doi: 10.1108/RPJ-06-2017-0131.
- [15] M. Behzadnasab, A. A. Yousefi, D. Ebrahimbagha, and F. Nasiri, "Effects of processing conditions on mechanical properties of PLA printed parts," *Rapid Prototyp. J.*, vol. 26, no. 2, pp. 381–389, Oct. 2019,

doi: 10.1108/RPJ-02-2019-0048.

- [16] American Society for Testing and Materials, "ASTM D638-14, Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens," *ASTM Int.*, vol. 82, no. C, pp. 1-15, 2016, doi: 10.1520/D0638-14.1.



Klasifikasi Rumah Tangga Desa Rigi Berbasis Web Menggunakan Metode *Support Vector Machine* Dan *Grid Search*

Yan Sofyan Andhana Saputra^{1*}, Prodensio Veto Meo²

¹ Dosen Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada,

² Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, (Mahasiswa)

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : yansofyan@gmail.com

Abstrak

Sistem informasi desa (SID) digunakan oleh pemerintah Desa Rigi untuk membantu pekerjaan yang ada di desa dalam hal layanan surat, info desa, kependudukan, dan website desa yang berisi informasi kegiatan dan program yang berada di Desa Rigi. namun sistem informasi desa yang digunakan belum mampu untuk mengklasifikasikan status kemiskinan dari suatu rumah tangga. penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi klasifikasi rumah tangga berbasis web. Aplikasi ini dibuat menggunakan metode Support Vector Machine dan Grid Search. Support Vector Machine digunakan untuk mengklasifikasi status kemiskinan dari suatu rumah tangga dan Grid Search digunakan untuk mencari parameter terbaik pada Support Vector Machine sehingga hasil klasifikasi menjadi semakin akurat. Setelah melakukan penelitian, terdapat peningkatan akurasi sebesar 0.0182 % dari model yang dilatih dengan menggunakan Support Vector Machine dan Grid Search. Penelitian pada Desa Rigi ini bisa menghasilkan solusi untuk mengklasifikasikan status rumah tangga pada sistem informasi yang ada di Desa Rigi.

Kata kunci: *Grid Search; Klasifikasi Rumah Tangga; Sistem Informasi Desa; Support Vector Machine.*

Abstract

The village information system (SID) is used by the Rigi Village government to assist with work in the village in terms of mail services, village information, population, and a village website which contains information on activities and programs in Rigi Village. However, the village information system used is not yet able to classify the poverty status of a household. This research aims to create a web-based household classification application. This application was created using the Support Vector Machine and Grid Search methods. Support Vector Machine is used to classify the poverty status of a household and Grid Search is used to find the best parameters on the Support Vector Machine so that the classification results become more accurate. After conducting research, there was an increase in accuracy of 0.0182% from the model trained using Support Vector Machine and Grid Search. It is hoped that this research can be a solution for classifying household status in the existing information system in Rigi Village.

Keywords: *Grid Search; Household Classification; Village Information System; Support Vector Machine.*

1. Pendahuluan

Rumah tangga adalah kelompok orang yang tinggal bersama dalam satu unit perumahan dan berbagi sumber daya, tanggung jawab, dan interaksi sehari-hari[1]. Di Indonesia, profil rumah tangga miskin dapat ditentukan berdasarkan ciri tempat kediaman atau rumah, ketenagakerjaan, sosial demografi, dan tingkat pendidikan[2].

Klasifikasi rumah tangga mengacu pada proses pengelompokan atau kategorisasi rumah tangga berdasarkan berbagai kriteria yang digunakan untuk tujuan analisis atau pengambilan keputusan. Berdasarkan status kemiskinan rumah tangga dibedakan menjadi rumah tangga miskin dan rumah tangga tidak miskin. Dalam menentukan suatu rumah tangga tergolong kedalam rumah tangga miskin dan rumah tangga tidak miskin, Badan Pusat Statistik menggunakan 14 variabel kemiskinan [4] yaitu:

1. Kepemilikan aset.
2. Ukuran bangunan dalam luas.
3. Jenis atau tipe lantai
4. Jenis atau tipe dinding
5. Sarana pembuangan air besar

6. Sumber penerangan.
7. Sumber air minum
8. Pendidikan terakhir kepala keluarga.
9. Akses ke puskesmas atau poliklinik
10. Akses ke lapangan pekerjaan
11. Jenis atau tipe bahan bakar untuk memasak
12. Frekuensi dalam sepekan pembelian ayam, daging dan susu
13. Frekuensi makan dalam sehari
14. Jumlah pakain baru (dalam stel) yang dibeli dalam setahun

Data Mining adalah salah satu bidang dari proses penemuan pengetahuan yang mampu memberikan jalur-jalur inovatif dalam menginterpretasi data, ekstraksi informasi yang sebelumnya tidak teridentifikasi, dan mendeteksi pola yang tersembunyi di antara sekelompok data, dalam set data yang besar untuk memprediksi hasil sesuai dengan kebutuhan yang ingin dicapai dari suatu proses.

Support Vector Machine dapat diimplementasikan untuk klasifikasi status kemiskinan dari suatu rumah tangga. sedangkan *Grid Search* digunakan untuk mencari parameter terbaik pada *Support Vector Machine*. Vapnik dan Alexey Ya menemukan metode *Support Vector Machine* disingkat SVM sebagai model pembelajaran mesin berbasis kernel untuk mengerjakan tugas klasifikasi dan regresi [8].

Keunggulan SVM terletak pada kenyataan bahwa SVM memperoleh subset vektor dukungan selama fase pembelajaran, yang seringkali hanya merupakan bagian kecil dari himpunan data asli. Set vector dukungan ini mewakili tugas klasifikasi tertentu dan terdiri dari himpunan data yang kecil.

Sedangkan *Grid search* adalah pencarian yang menyeluruh berdasarkan pada subset yang telah didefinisikan, menemukan nilai hyperparameter yang optimal. Nilai hyperparameter ditetapkan dengan sejumlah langkah, penentuan batas bawah atau nilai minimal dan penentuan batas atas atau nilai maksimal[9].

2. Metodologi

Metodologi penelitian adalah suatu kerangka kerja untuk mengembangkan penelitian atau serangkaian tahapan kerja dengan bantuan pendekatan tertentu dan alat serta asumsi yang digunakan. Adapun metode yang digunakan pada penelitian adalah penggunaan teknik atau prosedur yang spesifik untuk menganalisis data yang ada [13].

Pengumpulan dan pembuatan dataset yang diperlukan pada proses klasifikasi diperoleh melalui interviu, pengamatan dan studi pustaka. Setelah pengumpulan data, selanjutnya dianalisis sesuai standar proses pada CRISP-DM. Sedangkan metode *Waterfall* digunakan untuk pengembangan sistem. *Support Vector Machine* digunakan untuk mengklasifikasi status kemiskinan dari suatu rumah tangga dan *Grid Search* digunakan untuk mencari parameter terbaik pada *Support Vector Machine* sehingga hasil klasifikasi menjadi semakin akurat

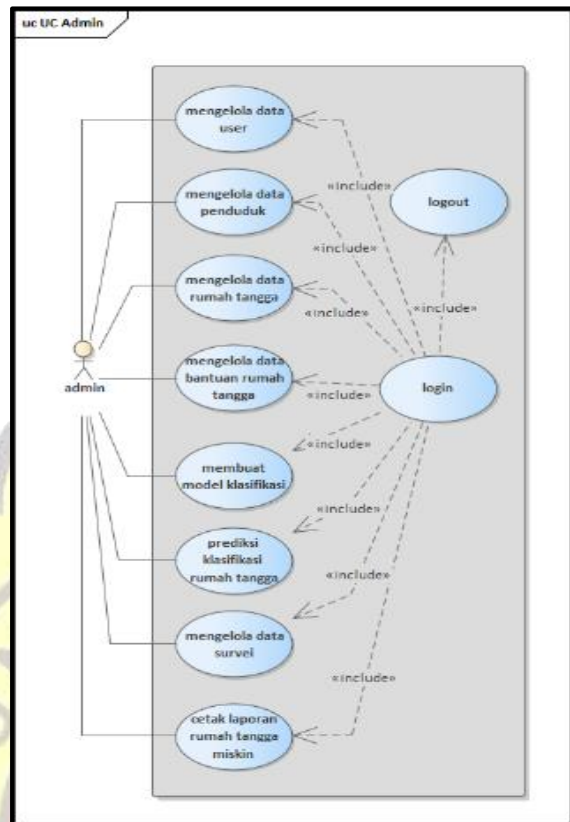
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sistem Yang Sedang Berjalan

Sistem yang digunakan untuk mengelola data penduduk, data keluarga dan data rumah tangga yang ada di Desa Rigi adalah sistem Informasi Desa (SID). Pada sistem SID data rumah tangga yang disimpan adalah data rumah tangga yang tidak memiliki status rumah tangga miskin atau tidak miskin.

Proses penentuan status rumah tangga belum dapat dilakukan didalam sistem informasi desa yang digunakan. Hal ini dikarenakan pada sistem informasi desa belum memiliki fungsi untuk melakukan proses klasifikasi rumah tangga.

3.2. Sistem Yang Diusulkan



Gambar 1. Use Case Sistem Usulan

Sistem yang diusulkan adalah aplikasi klasifikasi rumah tangga berbasis *web* menggunakan metode *support vector machine* dan *Grid Search*.

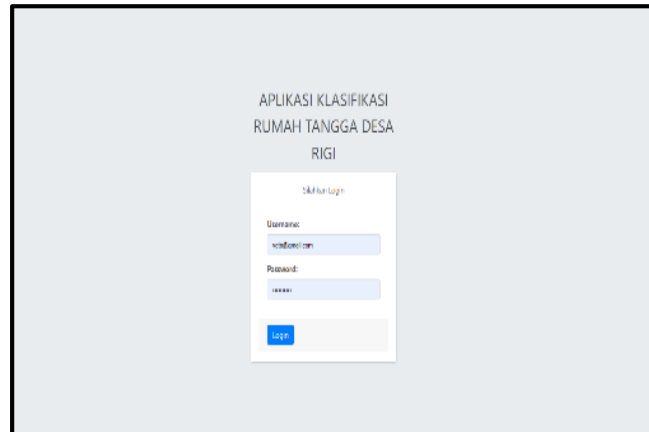
3.3. Penerapan Algoritma

Berikut ini adalah tahapan kegiatan yang dilaksanakan untuk menerapkan algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Grid Search :

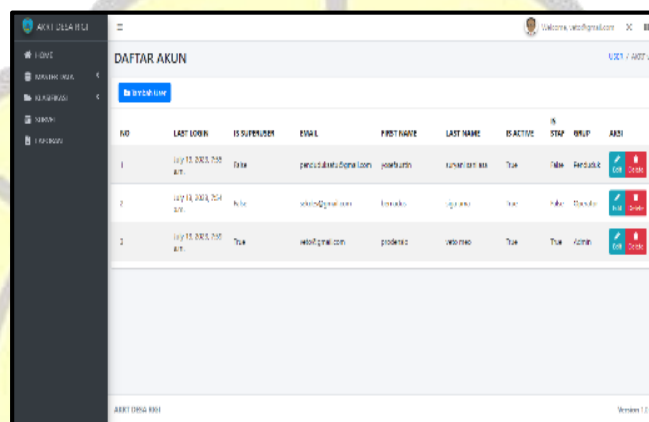
1. Mempersiapkan dataset
2. Inisialisasi model SVM
3. Tentukan Fungsi Objektif SVM
4. Terapkan Grid Search
5. Hitung nilai fungsi objektif SVM untuk setiap kombinasi parameter
6. Buat model SVM baru dengan parameter terbaik
7. Latih model SVM dengan parameter terbaik menggunakan set pelatihan
8. Evaluasi model SVM pada set pengujian
9. Melakukan klasifikasi pada data baru menggunakan model yang telah ditetapkan.

3.4. Pembuatan User Interface

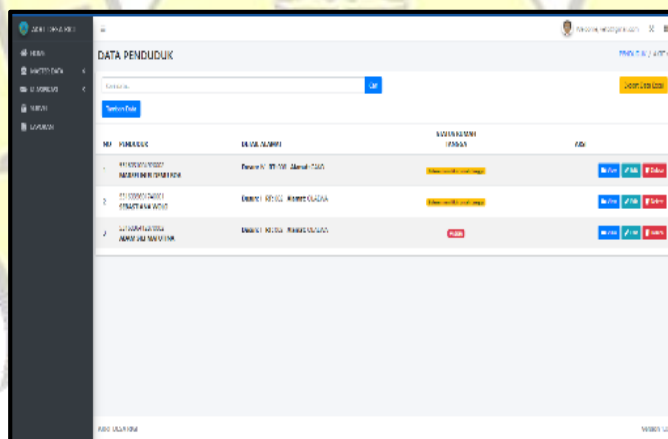
User interface dibuat untuk digunakan oleh *user* (admin, operator, penduduk)



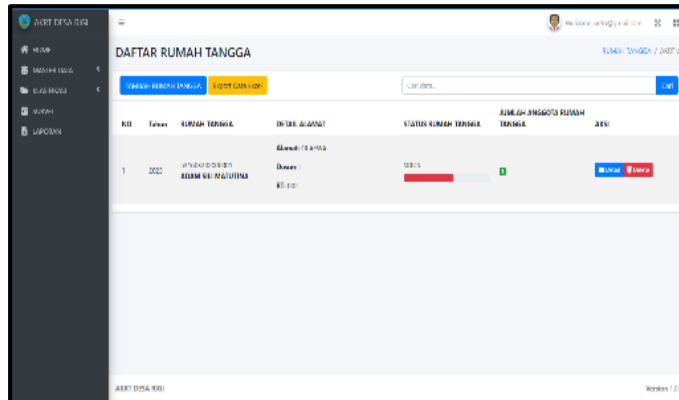
Gambar 2. Halaman Login
Halaman *login* digunakan untuk *user* masuk ke dalam sistem.



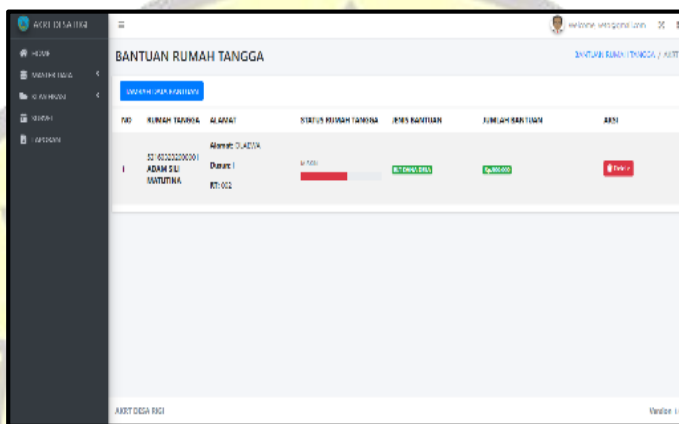
Gambar 3. Halaman Data User
Halaman data *user* digunakan untuk mengelola *user* yang ada didalam sistem.



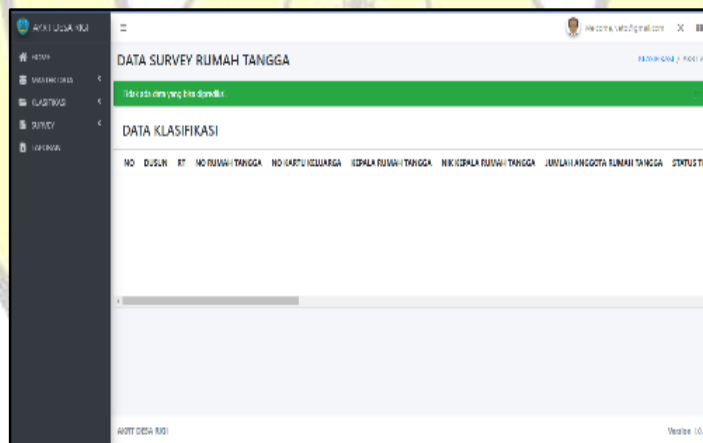
Gambar 4. Halaman Data Penduduk
Halaman data penduduk digunakan untuk mengelola data penduduk.



Gambar 5. Halaman Data Rumah Tangga
Halaman data rumah tangga digunakan untuk mengelola data rumah tangga



Gambar 6. Halaman Data Bantuan
Halaman data bantuan digunakan untuk mengelola data bantuan rumah tangga



Gambar 7. Halaman Prediksi
Halaman prediksi digunakan untuk melakukan klasifikasi status rumah tangga.

| | | | |
|----|---|---|---|
| 4 | Sarana pembuangan air besar | Kepemilikan fasilitas buang air besar rumah tangga | Jamban bersama/tetangga, jamban umum, jamban sendiri |
| 5 | Sumber air minum | Sumber air minum untuk konsumsi rumah tangga | Mata air /perpipaan |
| 6 | Sumber penerangan rumah | Sumber penerangan rumah tangga | Lampu minyak/lilin, listrik PLN |
| 7 | Bahan bakar untuk memasak | Bahan bakar yang digunakan untuk memasak sehari-hari | Kayu bakar, LPG, minyak tanah |
| 8 | Jumlah dalam sepekan, konsumsi daging/ayam/susu | Frekuensi rumah tangga dalam mengkonsumsi daging/susu/telur dalam jangka waktu selama satu minggu | Satu kali, lebih dari satu kali |
| 9 | Jumlah makan dalam sehari | Frekuensi makan rumah tangga dalam satu hari | Lebih dari dua kali, kurang dari sama dengan dua kali |
| 10 | Jumlah dalam setahun, pembelian pakaian baru | Frekuensi rumah tangga dalam membeli pakaian baru dalam waktu satu tahun | Satu kali, lebih dari satu kali |
| 11 | Penghasilan kepala rumah tangga | Penghasilan kepala keluarga per bulan | |
| 12 | Pendidikan kepala rumah keluarga | Pendidikan terakhir kepala keluarga | Tidak sekolah, SD, SMP, SMA, diploma, sarjana |
| 13 | Mampu membayar biaya pengobatan | Kemampuan rumah tangga untuk membayar biaya pengobatan di fasilitas kesehatan (puskesmas atau poliklinik) | Mampu, tidak mampu |
| 14 | Memiliki simpanan aset | Memiliki simpanan atau barang yang gampang dijual senilai minimal lima ratus ribu rupiah (Rp. 500.000,-) seperti sepeda, mesin, kendaraan bermotor, emas ataupun aset lainnya | Ya, tidak |
| 15 | Status rumah tangga | Status kemiskinan rumah tangga | Miskin, tidak miskin |

3.5.3. Data Preparation

Tabel 2. Atribut Data

| No | Atribut | Tipe Data | Keterangan |
|----|--|-----------|------------|
| 1 | Ukuran lantai dalam luas | numerik | fitur |
| 2 | Jenis atau tipe lantai | ordinal | fitur |
| 3 | Jenis atau tipe dinding | ordinal | fitur |
| 4 | Sarana pembuangan air besar | ordinal | fitur |
| 5 | Sumber air minum | ordinal | fitur |
| 6 | Sumber penerangan rumah | ordinal | fitur |
| 7 | Bahan bakar untuk memasak | ordinal | fitur |
| 8 | Jumlah konsumsi daging susu telur dalam seminggu | ordinal | fitur |
| 9 | Jumlah makan dalam sehari | ordinal | fitur |
| 10 | Jumlah membeli pakain baru dalam setahun | ordinal | fitur |
| 11 | Penghasilan kepala keluarga | numerik | fitur |
| 12 | Pendidikan kepala keluarga | ordinal | fitur |
| 13 | Mampu membayar biaya pengobatan | nominal | fitur |
| 14 | Memiliki simpanan aset | nominal | fitur |
| 15 | Status rumah tangga | nominal | label |

Data rumah tangga yang digunakan berjumlah 182 *record* data. kemudian data dibagi menjadi data *training* 70% (145 record) dan data *testing* 30% (37 record).

Setelah data dibagi dua menjadi data latih atau *training* dan *data testing*, proses selanjutnya adalah melakukan transformasi data. untuk data numerik menggunakan *Standard Scaler*, untuk data ordinal menggunakan *Ordinal Encoder*, dan untuk data nominal menggunakan *One-Hot Encoding*

3.5.4. Modeling

```

def latih_kode(request):
    user_groups = request.user_groups.all()
    if request.method == "GET":
        data = request.session.get('data')
        df = pd.DataFrame(data)
        df.drop(['id'], axis=1, inplace=True)
        X = df.drop(columns='status rumah tangga')
        y = df['status rumah tangga']
        X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.3, stratify=y, random_state=2)
        numeric_features = ['luas lantai tempat tinggal', 'penghasilan kepala rumah tangga']
        numeric_transformer = StandardScaler()
        ordinal_features = ['pendidikan_kepala_rumah_tangga']
        ordinal_transformer = OrdinalEncoder()
        nominal_features = ['jenis lantai tempat tinggal', 'jenis dinding tempat tinggal', 'fasilitas buang air besar',
                           'sumber penerangan rumah', 'bahan bakar untuk memasak', 'jumlah konsumsi daging_susu_sayam_dalam_seminggu',
                           'jumlah kamar dalam rumah', 'jumlah kendaraan pribadi dalam rumah', 'sumber air minum',
                           'mampu membayar biaya pengobatan', 'memiliki simpanan awal']
        nominal_transformer = OneHotEncoder()
        preprocessor = ColumnTransformer(
            transformers=[
                ('numeric', numeric_transformer, numeric_features),
                ('ordinal', ordinal_transformer, ordinal_features),
                ('nominal', nominal_transformer, nominal_features)
            ]
        )
        svm = SVC()
        pipeline = Pipeline(steps=[('preprocessor', preprocessor), ('svm', svm)])
        pipeline.fit(X_train, y_train)
    
```

Gambar 10. Implementasi SVM
Pada tahap modeling data rumah tangga dilatih dengan *Support Vector Machine*

```

# mencari parameter terbaik untuk svm
param_grid = {
    'svm_C': [0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100],
    'svm_kernel': ['linear', 'rbf', 'poly'],
    'svm_gamma': [0.1, 0.01, 0.001],
}

grid_search = GridSearchCV(estimator=pipeline, param_grid=param_grid, cv=10)
grid_search.fit(X_train, y_train)
best_model = grid_search.best_estimator_
best_params = grid_search.best_params_

# evaluasi model dengan melihat akurasi data training
    
```

Gambar 11. Implementasi Grid Search
Setelah dilakukan *modeling Support Vector Machine* dilatih kembali menggunakan *Grid Search* untuk mencari kombinasi parameter terbaik.

3.5.5. Evaluation

Tabel 3. Confusion Matrix

| Aktual | Prediksi | |
|--------------|----------|--------------|
| | Miskin | Tidak miskin |
| Miskin | TP = 22 | FP = 0 |
| Tidak miskin | FN = 1 | TN = 32 |

Confusion Matrix digunakan untuk mengevaluasi model yang telah dilatih dalam memprediksi label status rumah tangga dengan data *training* 70% dan data *testing* 30 %. label status rumah tangga dibagi menjadi miskin dan tidak miskin. Berikut ini adalah hasil perhitungannya :

1. Akurasi = 0,9818
2. *Precision*
 - a. Miskin = 1
 - b. Tidak miskin = 0,9696

3. *Recall*
 - a. Miskin = 0,9565
 - b. Tidak miskin = 1
4. *F1-Score*
 - a. Miskin = 0,98
 - b. Tidak miskin = 0,98

3.5.6. Pengujian

Uji coba aplikasi ini menggunakan cara yaitu uji coba fungsional. Pada tahap ini, pengujian dilaksanakan untuk memastikan bahwa masing-masing bagian dapat berfungsi dengan baik dengan sistem saat ini.

Tabel 4. Uji Coba

| No | Menu | Hasil Pengujian |
|----|----------------------------------|-----------------|
| 1 | Halaman Login | Sesuai |
| 2 | Halaman Home Admin | Sesuai |
| 3 | Halaman Home Operator | Sesuai |
| 4 | Halaman Home Penduduk | Sesuai |
| 5 | Halaman Data User | Sesuai |
| 6 | Halaman Tambah Data user | Sesuai |
| 7 | Halaman Data Penduduk | Sesuai |
| 8 | Halaman Tambah Data Penduduk | Sesuai |
| 9 | Halaman Data Rumah Tangga | Sesuai |
| 10 | Halaman Tambah Data Rumah Tangga | Sesuai |
| 11 | Halaman Bantuan | Sesuai |
| 12 | Halaman Tambah Data Bantuan | Sesuai |
| 13 | Halaman Data Klasifikasi | Sesuai |
| 14 | Halaman Hasil Klasifikasi | Sesuai |
| 15 | Halaman Modeling | Sesuai |
| 16 | Halaman Data Survei | Sesuai |
| 17 | Halaman Survei Rumah Tangga | Sesuai |
| 18 | Halaman Laporan | Sesuai |
| 19 | Halaman Cari Data | Sesuai |
| 20 | Halaman Profil | Sesuai |
| 21 | Halaman Edit Profil | Sesuai |

4. Kesimpulan

Berikut adalah hasil kesimpulan penelitian ini, berdasarkan pelaksanaan dan hasil pembahasan sistem klasifikasi rumah tangga Desa Rigi berbasis web menggunakan metode Support Vector Machine dan Grid Search.

1. Cara membangun sistem klasifikasi rumah tangga menggunakan Support Vector Machine dan Grid Search adalah dengan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman Python dan database MySQL lalu dengan library Scikit-Learn digunakan untuk membangun model prediksi yang optimal untuk melakukan prediksi status rumah tangga.
2. Adanya peningkatan akurasi 0.0182 % dari model yang dibangun menggunakan Support Vector Machine dan Grid Search jika dibandingkan dengan model yang dibangun hanya menggunakan Support Vector Machine.
3. Perbandingan hasil antara sistem yang dibangun dengan sistem manual yang ada di Desa Rigi menunjukkan bahwa hanya terdapat satu data yang diprediksi salah jika menggunakan data latih yang sudah ada. Namun jika diujikan dengan data baru yang belum pernah ada sistem belum dapat melakukan prediksi dengan tepat. Hal disebabkan karena jumlah data latih yang digunakan masih sangat sedikit dan terbatas

Daftar Pustaka

- [1] A. B. P. Samudro, *Pengeluaran Untuk Konsumsi Penduduk Indonesia Per Provinsi*. Jakarta: Badan Pusat Statistik RI/BPS-Statistics Indonesia, 2022.
- [2] N. D. Santi, T. Mumtaz, A. D. Fatmawati, and L. Retnosari, *Penghitungan dan Analisis Kemiskinan Makro Indonesia Tahun 2022*. Jakarta: BADAN PUSAT STATISTIK, 2022.
- [3] R. T. Handayanto and Herlawati, *Data Mining dan Machine Learning Menggunakan Matlab dan Python*. Bandung: Bandung : Informatika, 2020.
- [4] F. Effendy and P. Purbandini, "Klasifikasi Rumah Tangga Miskin Menggunakan Ordinal Class Classifier," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–36, 2018, doi: 10.25077/teknosi.v4i1.2018.30-36.
- [5] S. S. Cembranel, F. Lezama, J. Soares, S. Ramos, A. Gomes, and Z. Vale, "A Short Review on Data Mining Techniques for Electricity Customers Characterization," *2019 IEEE PES GTD Gd. Int. Conf. Expo. Asia, GTD Asia 2019*, pp. 194–199, 2019, doi: 10.1109/GTDAsia.2019.8715891.
- [6] H. A. Issad, R. Aoudjit, and J. J. P. C. Rodrigues, "A comprehensive review of Data Mining techniques in smart agriculture," *Eng. Agric. Environ. Food*, vol. 12, no. 4, pp. 511–525, 2019, doi: 10.1016/j.eaef.2019.11.003.
- [7] M. K. Gupta and P. Chandra, "A comprehensive survey of data mining," *Int. J. Inf. Technol.*, vol. 12, no. 4, pp. 1243–1257, 2020, doi: 10.1007/s41870-020-00427-7.
- [8] J. Cervantes, F. Garcia-Lamont, L. Rodríguez-Mazahua, and A. Lopez, "A comprehensive survey on support vector machine classification: Applications, challenges and trends," *Neurocomputing*, no. xxxx, 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2019.10.118.
- [9] Sulistiana and M. A. Muslim, "Support Vector Machine (SVM) Optimization Using Grid Search and Unigram to Improve E-Commerce Review Accuracy," *J. Soft Comput. Explor.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2020.
- [10] T. Z. Jasman, E. Hasmin, Sunardi, C. Susanto, and W. Musu, "Perbandingan Logistic Regression, Random Forest, dan Perceptron pada Klasifikasi Pasien Gagal Jantung," *CRSID J.*, vol. 14, no. 3, pp. 271–286, 2022, [Online]. Available: <https://www.doi.org/10.22303/csrid.14.3.2022.271-286>.
- [11] M. K. Dahouda and I. Joe, "A Deep-Learned Embedding Technique for Categorical Features Encoding," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 114381–114391, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3104357.
- [12] A. Luque, A. Carrasco, A. Martín, and A. de las Heras, "The impact of class imbalance in classification performance metrics based on the binary confusion matrix," *Pattern Recognit.*, vol. 91, pp. 216–231, 2019, doi: 10.1016/j.patcog.2019.02.023.
- [13] Z. A. Hasibuan, "Metodologi Penelitian Pada Bidang Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi," *Konsep, Tek. Dan Apl.*, no. Universitas Indonesia, p. 194, 2007.

Analisis Hemat Energi Listrik Dalam Optimalisasi Kinerja

Nur Hasanah^{1*}

¹Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : nur.unsada60@gmail.com

Abstrak

Cahaya merupakan faktor terpenting dalam menerangi suatu ruangan, dan akan sangat berpengaruh terhadap lingkungan kerja fisik. Lingkungan kerja yang baik penerangannya akan menghasilkan kerja yang memenuhi standar yang telah diterapkan. Untuk itu perlu dilakukan beberapa percobaan untuk meneliti pada tingkat penerangan yang sesuai dengan hasil kerja yang dilakukan. Pencahayaan yang terlalu terang tidak selamanya dapat digunakan sebagai penerangan yang baik untuk proses kerja dalam suatu ruang kerja. Demikian pula dengan penerangan ruangan yang kurang terang akan mengurangi kinerja seseorang pada saat bekerja.

Penelitian dilakukan dengan mengukur dan membandingkan beberapa tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan yang sudah dirancang untuk proses perakitan steker. Dari hasil pengukuran dan analisa dilakukan dengan perhitungan dan uji Duncan, yang menghasilkan penentuan tingkat kepercayaan terhadap pengukuran yang dilakukan pada proses perakitan steker. Dimana kaitannya dengan jumlah produk hasil kerja Perakitan, Pencahayaan, Waktu Baku, dan Energi. Dari hasil pengukuran proses perakitan steker diperoleh kondisi yang terbaik, efisien dan optimal pada pencahayaan 44 Luks dengan waktu perakitan 42.8 detik. Dimana pada pencahayaan tersebut menghasilkan kapasitas produksi optimal sebanyak 462 unit produk. Adapun keterkaitan antara energi paling efisien yang digunakan untuk proses perakitan steker dengan daya listrik penerangan yang optimal dan lebih hemat yang dapat menghasilkan produk yang optimal.

Kata Kunci : Luks ; Pencahayaan ; Uji Duncan ; Waktu Baku

Abstract

Light is the most important factor in illuminating a room, and will greatly influence the physical work environment. A work environment that is well lit will produce work that meets the standards that have been implemented. For this reason, several experiments need to be carried out to examine the level of lighting that is appropriate to the results of the work carried out.

Lighting that is too bright cannot always be used as good lighting for work processes in a work space. Likewise, room lighting that is not bright enough will reduce a person's performance while working. The research was carried out by measuring and comparing several lighting levels in a room that had been designed for the plug assembly process. From the results of measurements and analysis, calculations and Duncan's tests were carried out, which resulted in determining the level of confidence in the measurements made during the plug assembly process. Where it is related to the number of products resulting from Assembly work, Lighting, Standard Time, and Energy. From the measurement results of the plug assembly process, the best, efficient and optimal conditions were obtained at 44 Luks lighting with an assembly time of 42.8 seconds. Where this lighting produces an optimal production capacity of 462 product units. There is a relationship between the most efficient energy used for the plug assembly process and optimal and more economical lighting electrical power which can produce optimal products.

Keywords : Lux; Ligthing; Duncan Test; Standard Time

1.Pendahuluan

Pencahayaan merupakan faktor penting untuk menunjang keberhasilan suatu pekerjaan dalam suatu lingkungan. Jika pencahayaan kurang baik, maka pekerjaan pekerja menjadi lambat dan akan menghasilkan produksi yang kurang memadai. Dan sebaliknya pencahayaan yang terlalu berlebihan, maka akan berakibat buruk terhadap penglihatan pekerja. Mata pekerja menjadi lelah, lambat dan hasil yang diproduksi pekerja tentu tidak optimal. Agar dapat menggunakan pencahayaan yang bersumber pada daya listrik yang hemat dan

seefisien mungkin, maka perlu dilakukan penelitian dengan berbagai tingkatan pencahayaan yang sesuai dengan kebutuhan pekerja.

Permasalahan yang dapat dirumuskan adalah :

- a. Waktu baku yang dihasilkan pada setiap tingkat pencahayaan tertentu pada proses Kerja.
- b. Pengaruh antara pencahayaan dengan yang dihasilkan dan pada beberapa tingkat pencahayaan ruang dengan beberapa performansi yang tinggi.

2. Metodologi

Metodologi dilakukan dengan pengukuran dan perhitungan terhadap pengaruh pencahayaan pada tingkat output kinerja yang dihasilkan perakitan steker dengan keluaran per jam. Dilakukan pengukuran dengan 3 tingkat pencahayaan yaitu 12 luks, 44 luks dan 131 luks, pada proses perakitan steker. Pengukuran waktu perakitan steker dilakukan 30 kali selama 6 jam.

Proses perakitan adalah sikap kerja duduk, dan penentuan tata letak bagian-bagian steker di pisah pada boks dan diatur diatas meja kerja dengan menggunakan prinsip kerja horisontal atau tangan kanan-kiri.

Perancangan peralatan yang digunakan sebagai acuan adalah data antropometri pekerja dalam posisi duduk. Fasilitas meja dan kursi sudah tersedia dapat di sesuaikan pada ketinggian tertentu, sehingga pengukuran hanya dilakukan pada ketinggian meja dan kursi . Pekerjaan pada proses perakitan steker ini dibagi menjadi 13 elemen kerja, setiap elemen kerja dilakukan pengukuran waktu untuk berbagai pencahayaan yang berbeda.



Gambar 1. Peralatan yang digunakan

3. Landasan Teori

Dengan mengaplikasikan aspek-aspek lingkungan dan hubungannya dengan manusia, maka dapat memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, keterbatasan manusia dan lingkungan kerja, sehingga dapat dirancang sebuah stasiun kerja yang bisa dioperasikan oleh rata-rata manusia. Sehingga manusia dapat hidup dan bekerja dengan stasiun kerjanya dengan baik. Dalam arti dapat mencapai tujuan yang diinginkan melalui aktivitas tersebut dengan efektif, efisien, aman dan nyaman. Dampaknya terhadap keselamatan, kelancaran dan mengurangi resiko terjadinya kesalahan dalam bekerja.

Cahaya terdiri dua jenis, yaitu :

- a. Cahaya alam seperti sinar matahari
- b. Cahaya buatan, yaitu seperti lampu yang terdiri dari:
 - Cahaya langsung dan Cahaya setengah langsung
 - Cahaya tidak langsung dan Cahaya setengah tidak langsung

Banyaknya cahaya yang dipancarkan dari sumber cahaya sebuah lilin berukuran biasa yang jatuh di suatu benda yang berjarak satu kaki (30,48 Cm) dari sebuah lilin berukuran biasa disebut Foot Candle. Kemampuan mata untuk dapat melihat obyek dengan jelas ditentukan oleh :

- Ukuran obyek
- Derajat kontras, yaitu Perbedaan derajat terang relative antara obyek dengan sekelilingnya
- Luminensi (Brightness), yaitu arus cahaya yang dipantulkan oleh obyek.

2.1. Karakteristik Sumber Cahaya dan Pengarah Cahaya

pencahayaan buatan akan mempengaruhi pola cahaya yang dihasilkan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan pencahayaan yang sesuai dengan kondisi ruang. Perangkat pencahayaan buatan terdiri dari sumber cahaya (lampu) dan pengarah Cahaya, dimana keduanya dapat menghasilkan beberapa variasi cahaya yang disesuaikan dengan kebutuhan.

2.2 Hubungan antara Energi yang diserap Lampu dan Kuat Cahaya

Hubungan antara daya yang diserap oleh lampu hemat energi terhadap kuat cahaya yang dihasilkan pada tegangan konstan, dimana dapat diassumsikan bahwa pada lampu hemat energi. Semakin kecil daya yang dipergunakan, namun dapat menghasilkan kuat cahaya yang sangat terang. Dengan menggunakan tiga variabel, yaitu variabel bebas adalah daya listrik, variabel terikat atau tergantung adalah kuat cahaya yang dihasilkan dan tegangan listrik pada lampu sebagai variabel kontrol. Sehingga dengan demikian, maka hubungan antara daya listrik dengan kuat cahaya yang dihasilkan secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$I = E(W) \quad (1)$$

dimana I = Kuat cahaya, dalam luks

W = Daya lampu dalam watt

E = Tegangan lampu

2.3 Ada tiga metode yang digunakan dalam pengukuran yaitu :

- Pengukuran secara terus-menerus (*continuous timing*), jika pengukuran waktu terus menerus dan pengamat menekan stopwatch mulai awal sampai selesai perakitan steker atau siklus kerja.
- Pengukuran secara berulang-ulang (*repetitive timing*), jika jarum akan selalu dikembalikan (Snap back) lagi ke posisi nol pada setiap akhir dari pengukuran.
- Pengukuran secara penjumlahan (*accumulative timing*), jika pengamat secara langsung mengamati data waktu untuk masing-masing data pada elemen kerja

Selanjutnya data pengamatan lalu diuji keseragaman dan kecukupannya dengan menggunakan suatu diagram pengendalian (X- Chart), yaitu

- Mengelompokkan data kedalam subgrup.
- Menghitung harga rata-rata dari harga rata-rata subgrup.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \quad (2)$$

dimana k adalah jumlah sub grup yang terbentuk

Nilai deviasi standar yang diperoleh, dengan tingkat keyakinan yang ditentukan pengukur, maka dari kurva normal didapatkan nilai Z

- Menghitung *standar deviasi* sebenarnya

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (3)$$

- Menghitung *standar deviasi* dari harga rata-rata subgrup

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

dimana n adalah ukuran setiap sub grup yang terbentuk

- Menghitung batas kontrol atas dan batas kontrol bawah

$$BKA = \bar{x} + z(\sigma_x) \quad (5)$$

$$BKB = \bar{x} - z(\sigma_x) \quad (6)$$

Untuk menghitung banyaknya pengukuran yang diperlukan, yaitu dengan pengujian kecukupan data, menggunakan rumus :

$$N' = \left[\frac{Z}{S} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \right]^2 \quad (7)$$

N = jumlah pengamatan yang telah dilakukan,

Z = tingkat kepercayaan yang diplot dari kurva normal

S = tingkat ketelitian

Jika harga $N' < N$, yaitu jumlah N' dari perhitungan $<$ dari jumlah data yang sudah diukur, maka data yang telah didapat telah mencukupi.

Waktu standar secara definitif dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan termasuk faktor kelonggaran waktu (allowances time). Untuk itu diperlukan beberapa langkah perhitungan sebagai berikut:

- a. Menghitung waktu siklus rata-rata

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \tag{8}$$

W_s = Waktu siklus X_i = Waktu penyelesaian kerja N = Jumlah pengukuran kerja

Menghitung waktu normal

$$W_n = W_s \times p \tag{9}$$

Dimana W_n = Waktu normal

W_i = Waktu siklus
 P = Faktor penyesuaian

Menghitung waktu baku

$$W_b = W_n \times (1 + i) \tag{10}$$

dimana i = adalah factor kelonggaran atau allowance yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan disamping waktu normal

Untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh dan yang kurang berpengaruh terhadap hasil eksperimen dilakukan *Test On Mean After Experimentation*, dalam hal ini dengan Darab Duncan (Duncan's Multiple Range Test). Langkah-langkah uji Darab Duncan sebagai berikut :

- a. Mencari nilai tengah (mean) untuk tingkat pencahayaan.

- b. Mencari nilai R_p :

$$R_p = r_{\alpha}(p, v) \sqrt{\frac{S^2}{n}} \tag{11}$$

dimana n = jumlah sampel

$r_{\alpha}(p, v)$ = Duncan's significant range value dengan parameter p (range value)

v = 15 derajat bebas galat, α = 0,05 (*less significant studentized ranges*)

S^2 = Nilai variansi diperoleh dari nilai kuadrat tengah galat

- c. Urutkan mean dari terkecil hingga terbesar, kemudian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang signifikan bandingkan setiap treatment yang diuji satu sama lain dengan nilai R_p . Jika harga mean treatment yang dibandingkan $<$ dari harga R_p berarti tidak mempunyai pengaruh yang signifikan.

4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 Pengukuran Waktu Perakitan Steker pada Pencahayaan 12 Luks

| Pengamatan | Waktu Penyelesaian Perakitan (Detik) | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Elemen Kerja | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 1.1 | 1.7 | 5.5 | 1.8 | 2.5 | 1.9 | 1.8 | 1.4 | 1.3 | 2.2 | 1.9 | 1.9 | 5.4 |
| 2 | 1.3 | 2.3 | 4.7 | 2.2 | 2.5 | 2.4 | 2.1 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 2.2 | 6.5 |
| 3 | 1.3 | 1.4 | 4.4 | 1.6 | 3 | 2 | 1.5 | 1.8 | 2.6 | 2.7 | 2.3 | 2.4 | 8.6 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 4 | 1.3 | 1.3 | 4.5 | 1.3 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 2.1 | 1.7 | 6.6 |
| 5 | 1.3 | 2.3 | 3.8 | 1.9 | 2.5 | 2.1 | 2.2 | 1.6 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 2.8 | 6.8 |
| 6 | 1.2 | 2.3 | 4.9 | 2.7 | 2.6 | 2.1 | 1.8 | 2 | 2.2 | 1.2 | 2.2 | 1.9 | 5.3 |
| 7 | 1.4 | 1.6 | 4.1 | 1.6 | 2.4 | 1.7 | 1.6 | 1.9 | 1.7 | 1.4 | 1.3 | 2.4 | 5.2 |
| 8 | 1.3 | 1.7 | 4.7 | 2.8 | 3.3 | 1.3 | 1.3 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.4 | 3.1 | 7.5 |
| 9 | 1.1 | 1.3 | 5.4 | 1.9 | 2.8 | 1.6 | 2.4 | 2.3 | 2.1 | 1.8 | 2.3 | 3.4 | 5.1 |
| 10 | 1.2 | 2.1 | 5.6 | 1.2 | 2.8 | 2.3 | 1.4 | 1.6 | 2.3 | 2.1 | 2.2 | 2.7 | 7.4 |
| 11 | 1 | 1.8 | 3.1 | 1.4 | 3.2 | 2 | 2.2 | 2.2 | 1.7 | 1.5 | 2.5 | 2.2 | 7.4 |
| 12 | 1.1 | 1.1 | 4.3 | 1.8 | 2 | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 3.3 | 1.9 | 1.8 | 2.4 | 4.5 |
| 13 | 1 | 1.8 | 3.8 | 1.8 | 3.5 | 1.9 | 1.3 | 1.6 | 2 | 2.7 | 2.3 | 1.9 | 7.2 |
| 14 | 0.9 | 1.8 | 4.2 | 2 | 2.6 | 1.7 | 1.7 | 1.4 | 2.5 | 2.5 | 2.6 | 2.2 | 9.8 |
| 15 | 0.8 | 1.7 | 5.3 | 2.3 | 2.3 | 2 | 1.6 | 1.6 | 2.1 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 8.3 |
| 16 | 1.1 | 1.5 | 4.2 | 1.8 | 3.8 | 1.3 | 1.5 | 2 | 2.9 | 1.9 | 2.4 | 1.6 | 7.1 |
| 17 | 1.1 | 1.3 | 4.3 | 2.1 | 2.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.9 | 1 | 1.3 | 1.4 | 6.7 |
| 18 | 1.3 | 1.5 | 6.3 | 1.9 | 2.8 | 1.7 | 3 | 1.7 | 2.3 | 2 | 2.7 | 2.5 | 6.4 |
| 19 | 0.6 | 1.3 | 3.2 | 1.7 | 2.6 | 2.9 | 1.8 | 1.2 | 2.1 | 1.1 | 2.5 | 3.3 | 9.3 |
| 20 | 0.7 | 1.3 | 5.2 | 1.4 | 2.3 | 1.6 | 2.2 | 1 | 2.2 | 1.3 | 2.5 | 1.7 | 6.7 |
| 21 | 0.7 | 1.4 | 4.1 | 1.6 | 2 | 2 | 1.3 | 1.1 | 3.2 | 1.7 | 2.4 | 1.9 | 4.3 |
| 22 | 0.7 | 1.4 | 4.1 | 1.3 | 2.4 | 2.2 | 1.6 | 1 | 1.8 | 1.8 | 2.2 | 2.3 | 6.8 |
| 23 | 1.1 | 2.1 | 5.4 | 1.4 | 2.8 | 2.4 | 1.7 | 1.4 | 2.1 | 2.3 | 2.1 | 2.9 | 8.3 |
| 24 | 1.3 | 1.6 | 5 | 2.3 | 3.5 | 2.8 | 0.6 | 1.8 | 3.2 | 1.4 | 2.2 | 2.2 | 9.9 |
| 25 | 1.3 | 1.5 | 4.1 | 1.6 | 2.6 | 1.8 | 2.9 | 1.7 | 1.9 | 1.7 | 2.5 | 1.6 | 6.4 |
| 26 | 1.1 | 1.7 | 5 | 1.9 | 2.7 | 2.3 | 1.5 | 2.4 | 2.5 | 1.4 | 1.5 | 2.9 | 7.8 |
| 27 | 0.9 | 1.7 | 4.1 | 1.9 | 2.7 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.4 | 1.6 | 2.3 | 2.6 | 5.2 |
| 28 | 1.1 | 1.2 | 3.3 | 1.2 | 2.2 | 1.3 | 2 | 1.2 | 1.2 | 1.9 | 2.7 | 1.5 | 6 |
| 29 | 1.1 | 2.9 | 4.9 | 2.1 | 1.7 | 1.8 | 2.4 | 1.5 | 1.6 | 2.4 | 2.3 | 1.6 | 6.5 |
| 30 | 1.09 | 1.7 | 5.3 | 1 | 2 | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 3.3 | 1.3 | 1.8 | 2.4 | 6.5 |
| Total | 32.47 | 50.81 | 136.8 | 53.5 | 79.2 | 55.23 | 56.3 | 50.5 | 63.9 | 53 | 63 | 67.2 | 205.5 |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Rata-rata | 1.082 | 1.967 | 4.56 | 1.783 | 2.64 | 1.85 | 1.88 | 1.68 | 2.13 | 1.77 | 2.11 | 2.24 | 6.85 |
| Waktu Siklus | 32.3 | | | | | | | | | | | | |

Tabel 2 Pengukuran Waktu Perakitan Steker pada Pencahayaan 44 Luks

| Pengamatan | Waktu Penyelesaian Perakitan (Detik) | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Elemen Kerja | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0.72 | 0.67 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 2.1 | 1.1 | 1.3 |
| 2 | 0.96 | 1 | 2.3 | 1.82 | 1.2 | 2.3 | 2 | 1.3 | 1.8 | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 2.2 |
| 3 | 0.98 | 1.1 | 2.3 | 1.74 | 2.2 | 1.6 | 2.1 | 1.5 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1.6 |
| 4 | 0.98 | 1.6 | 1.5 | 1.35 | 2 | 1.2 | 3 | 2.1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.8 | 1.7 |
| 5 | 0.92 | 1.3 | 1.4 | 1.47 | 1.2 | 1.6 | 2.3 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | 2.1 | 1.2 | 1.6 |
| 6 | 0.56 | 1.12 | 2.1 | 1.54 | 1.3 | 1.2 | 2.6 | 1.1 | 1.9 | 1.2 | 2 | 1.6 | 2.4 |
| 7 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.42 | 2.3 | 1.6 | 2.2 | 1.2 | 2.1 | 1.3 | 1.7 | 2.5 | 1.1 |
| 8 | 0.78 | 1.4 | 1.3 | 1.97 | 2.4 | 1.8 | 2.3 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.5 | 2.2 | 2.4 |
| 9 | 0.54 | 1.12 | 1.2 | 1.93 | 1.3 | 1.9 | 2.5 | 1.2 | 2.1 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 2.1 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 10 | 0.76 | 0.93 | 1.4 | 1.04 | 2.2 | 2.6 | 1.5 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.6 | 1.5 | 2.4 |
| 11 | 0.74 | 1.02 | 1 | 1.44 | 2.2 | 1.6 | 2 | 1.7 | 1.2 | 1.1 | 2.3 | 1.5 | 2.1 |
| 12 | 0.72 | 1.2 | 2.4 | 1.6 | 1.4 | 1.4 | 2.1 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 1.6 | 2.4 |
| 13 | 0.73 | 1.2 | 1.1 | 1.39 | 2.2 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.03 | 1.2 | 1.2 |
| 14 | 0.59 | 1.3 | 1.5 | 1.49 | 1.5 | 2.4 | 2.4 | 1.3 | 1.3 | 1.5 | 2.3 | 1.3 | 1.5 |
| 15 | 0.28 | 2.2 | 1.3 | 1.99 | 1.2 | 1.4 | 2.6 | 1.5 | 2.3 | 1.2 | 1.3 | 2.6 | 2.04 |
| 16 | 0.6 | 1.3 | 1.2 | 1.46 | 1.2 | 2.3 | 1.6 | 1.9 | 1.3 | 1.7 | 1.3 | 2.1 | 2.8 |
| 17 | 0.9 | 1.3 | 2.1 | 1.01 | 2.1 | 1.2 | 1.3 | 1.7 | 1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 2.31 |
| 18 | 0.84 | 0.74 | 2.1 | 1.58 | 1.4 | 2.3 | 1.7 | 1.7 | 1.2 | 2.5 | 1.1 | 1.4 | 2.7 |
| 19 | 1.03 | 1.06 | 1.4 | 1.55 | 1.7 | 1.3 | 2 | 1.3 | 1 | 1.2 | 1.6 | 1.3 | 2.4 |
| 20 | 0.82 | 1.2 | 1.5 | 1.53 | 2.5 | 2 | 2.2 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.7 |
| 21 | 0.89 | 1.3 | 1.1 | 1.29 | 2.4 | 1.1 | 1.6 | 1.3 | 1.1 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 1.52 |
| 22 | 0.54 | 1.2 | 2.4 | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.3 | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 2.2 | 2.17 |
| 23 | 0.62 | 0.85 | 1.1 | 0.94 | 2.37 | 1.2 | 2.4 | 1.3 | 2.3 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.4 |
| 24 | 0.67 | 1.2 | 1.6 | 1.74 | 2.04 | 2 | 2.1 | 2.1 | 1.6 | 1.3 | 1.3 | 1.6 | 2.37 |
| 25 | 0.79 | 2.2 | 2.2 | 1.28 | 1.2 | 1.3 | 2.6 | 1.2 | 1.6 | 2.1 | 2.02 | 2.4 | 2.1 |
| 26 | 0.66 | 1.2 | 1.7 | 1.28 | 2.2 | 1.3 | 2.1 | 1.2 | 1.4 | 1.1 | 1.5 | 1.4 | 2.6 |
| 27 | 0.58 | 1.1 | 1.8 | 1.46 | 2.6 | 2 | 2.1 | 1.2 | 1.08 | 1.3 | 2.1 | 2.1 | 1.7 |
| 28 | 0.98 | 1.4 | 2.2 | 1.38 | 1.5 | 1.4 | 2.1 | 1.1 | 1.06 | 1.2 | 2.03 | 1.6 | 2.2 |
| 29 | 0.59 | 0.9 | 2.1 | 0.98 | 2.1 | 1.2 | 2.2 | 1.7 | 1.38 | 1 | 1.2 | 1.4 | 2.2 |
| 30 | 0.69 | 1.1 | 1.3 | 0.78 | 1.3 | 1.7 | 1.3 | 1.07 | 1.28 | 1.8 | 1.13 | 1.3 | 1.5 |
| Total | 22.56 | 36.41 | 49 | 43.05 | 54.11 | 49.7 | 62 | 43.07 | 43.7 | 41.3 | 46.61 | 49.5 | 59.71 |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Rata-rata | 0.752 | 1.214 | 1.633 | 1.435 | 1.804 | 1.657 | 2.067 | 1.436 | 1.457 | 1.377 | 1.554 | 1.65 | 1.99 |
| Waktu Siklus | 20.024 | | | | | | | | | | | | |

Tabel 3 Pengukuran Waktu Perakitan Steker pada Pencahayaan 131 Luks

| Pengamatan | Waktu Penyelesaian Perakitan (Detik) | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|
| | Elemen Kerja | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 1.42 | 2.5 | 1.2 | 1.4 | 2.71 | 2.2 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.05 | 1.78 | 1.17 | 3.9 |
| 2 | 1.86 | 1.85 | 2.2 | 1 | 2.23 | 1.5 | 2.26 | 1.4 | 2.4 | 1.28 | 2.12 | 1.4 | 5.1 |
| 3 | 1.62 | 1.68 | 2.2 | 1.2 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 1.47 | 2.5 | 1.09 | 1.1 | 1.8 | 5.2 |
| 4 | 1.13 | 2.25 | 1.6 | 1.4 | 2.3 | 2 | 2.6 | 1.64 | 1.1 | 1.6 | 1.19 | 2.1 | 4.5 |
| 5 | 1.25 | 2.4 | 2.1 | 1.2 | 2.1 | 2.1 | 1.2 | 1.47 | 1.1 | 1.28 | 2.69 | 1.4 | 5.2 |
| 6 | 1.29 | 1.79 | 2.1 | 1.7 | 2.06 | 2 | 2.91 | 1.39 | 2.3 | 1.84 | 2.03 | 1.9 | 2.4 |
| 7 | 1.19 | 1.41 | 1.2 | 1.32 | 2.21 | 1.4 | 2.1 | 1.35 | 1.6 | 1.79 | 1.62 | 2.81 | 5.4 |
| 8 | 1.56 | 1.27 | 2.8 | 1.8 | 2.5 | 1.1 | 2 | 2.41 | 2.1 | 1.41 | 1.78 | 1.13 | 4.5 |
| 9 | 1.49 | 2.14 | 2 | 1.02 | 2.4 | 2.4 | 2.56 | 1.87 | 1.1 | 2.52 | 1.79 | 2 | 6.2 |
| 10 | 1.21 | 2.05 | 2.3 | 1.4 | 2.32 | 1.55 | 2.28 | 1.75 | 2.7 | 1.66 | 1.48 | 1.81 | 7.2 |
| 11 | 1.86 | 1.2 | 2.3 | 2.2 | 2.44 | 2.17 | 1.03 | 1.5 | 2.3 | 2.33 | 1.93 | 2.4 | 7 |
| 12 | 1.12 | 1.7 | 1.2 | 2.3 | 2.26 | 1.69 | 1.39 | 1.35 | 2.7 | 1.34 | 1.34 | 1.76 | 8.4 |
| 13 | 1.12 | 1.15 | 1.3 | 1.6 | 2.3 | 1.91 | 2.2 | 1.73 | 1.5 | 1.82 | 1.08 | 1.6 | 6.6 |
| 14 | 1.41 | 1.5 | 2.2 | 1.26 | 2.62 | 1.7 | 2.03 | 1.02 | 2.5 | 1.18 | 1.56 | 2.4 | 5.1 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 1.13 | 1.25 | 1.3 | 1.54 | 2.2 | 1.5 | 2.4 | 1.26 | 2.6 | 1.43 | 1.96 | 2.2 | 4.5 |
| 16 | 1.39 | 1.88 | 1.4 | 1.55 | 2.13 | 3.14 | 2.1 | 1.95 | 1.3 | 1.97 | 1,57 | 3.7 | 6.3 |
| 17 | 1.12 | 1.21 | 2.4 | 1.39 | 2.5 | 1.97 | 1.8 | 1.61 | 1.2 | 1.61 | 1.53 | 2.66 | 6.3 |
| 18 | 0.99 | 1.88 | 2.6 | 2.09 | 2.18 | 1.41 | 1.28 | 2.05 | 2.4 | 1.31 | 1.43 | 1.53 | 4.5 |
| 19 | 1.18 | 1.48 | 1.4 | 1.4 | 2.44 | 1.82 | 2.07 | 1.63 | 1.7 | 1.36 | 2.59 | 2.65 | 6.7 |
| 20 | 1.25 | 2.4 | 2.3 | 0.89 | 2.1 | 2.17 | 2.2 | 1.47 | 2.1 | 1.28 | 2.69 | 1.49 | 3.2 |
| 21 | 1.86 | 1.2 | 2.3 | 2.62 | 3.44 | 2.17 | 2.03 | 1.5 | 2.3 | 2.33 | 1.93 | 2.44 | 7 |
| 22 | 1.42 | 2.5 | 2.2 | 1.49 | 2.1 | 2.2 | 2.82 | 0.94 | 1.4 | 1.05 | 1.78 | 2.17 | 6.9 |
| 23 | 1.13 | 2.2 | 2.6 | 1.49 | 2.37 | 2.8 | 1.86 | 1.64 | 2.1 | 1.6 | 1.19 | 2.14 | 3.5 |
| 24 | 1.12 | 1.7 | 1.2 | 2.31 | 2.26 | 1.6 | 2.39 | 1.35 | 2.7 | 1.34 | 1.34 | 1.76 | 5.4 |
| 25 | 1.56 | 1.27 | 1.3 | 1.88 | 2.5 | 1.15 | 2 | 2.41 | 1.4 | 1.41 | 1.78 | 1.13 | 8 |
| 26 | 1.42 | 2.5 | 2.2 | 1.49 | 2.71 | 2.2 | 1.2 | 0,94 | 2.4 | 1.05 | 1.78 | 2.17 | 6.9 |
| 27 | 1.13 | 1.25 | 1.3 | 1.54 | 2.54 | 15 | 1.74 | 1.26 | 2.1 | 1.43 | 1.96 | 2.2 | 4.5 |
| 28 | 1.62 | 1.68 | 2.2 | 1.82 | 2.57 | 2.5 | 2.55 | 1.47 | 2.2 | 1.09 | 1.1 | 1.8 | 5.2 |
| 29 | 1.86 | 1.2 | 1.3 | 2.62 | 2.44 | 2.17 | 2.03 | 1.5 | 1.3 | 2.33 | 1.93 | 2.44 | 4 |
| 30 | 1.12 | 1.7 | 1.3 | 2.31 | 2.26 | 1.6 | 1.39 | 1.3 | 1.7 | 1.34 | 1.34 | 1.6 | 2.9 |
| Total | 40.83 | 52.19 | 56 | 49.23 | 71.69 | 58.12 | 60.12 | 46.03 | 58.2 | 48.12 | 51.39 | 59.76 | 162.5 |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Rata-rata | 1.361 | 1.74 | 1.867 | 1.641 | 2.39 | 1.937 | 2.004 | 1.534 | 1.94 | 1.537 | 1.713 | 1.992 | 5.417 |
| Waktu Siklus | 27.073 | | | | | | | | | | | | |



Tabel 4.
Waktu Baku untuk 3 Tingkat Pencahayaan

| Elemen kerja | Pencahayaan | | |
|-----------------|-------------|---------|----------|
| | 12 Luks | 44 Luks | 131 Luks |
| | Wb | Wb | Wb |
| 1 | 1,21 | 0,92 | 1,65 |
| 2 | 1,91 | 1,45 | 2,03 |
| 3 | 5,09 | 1,85 | 2,14 |
| 4 | 2,05 | 1,76 | 1,96 |
| 5 | 2,95 | 2,01 | 2,45 |
| 6 | 2,08 | 2,09 | 2,38 |
| 7 | 2,12 | 2,40 | 2,05 |
| 8 | 1,92 | 1,79 | 1,88 |
| 9 | 2,41 | 1,75 | 2,24 |
| 10 | 2,00 | 1,73 | 1,84 |
| 11 | 2,37 | 1,86 | 2,00 |
| 12 | 2,50 | 1,82 | 2,30 |
| 13 | 28,59 | 21,42 | 24,94 |
| Jumlah | 57,18 | 42,83 | 49,88 |

Tabel 5. Pengukuran Output Unit

| No | Jam Kerja (WIB) | Pencahayaan | | |
|---------------------|--------------------|------------------|------------|------------|
| | | 12 Luks | 44 Luks | 131 Luks |
| | | Output | Output | Output |
| 1 | 10.00-11.00 | 66 | 77 | 66 |
| 2 | 11.00-12.00 | 64 | 81 | 64 |
| 3 | 12.00-13.00 | 70 | 70 | 70 |
| 4 | 13.00-14.00 | ISTIRAHAT | | |
| 5 | 14.00-15.00 | 71 | 82 | 77 |
| 6 | 15.00-16.00 | 66 | 75 | 71 |
| 7 | 16.00-17.00 | 60 | 77 | 81 |
| Total (Unit) | | 397 | 462 | 429 |

Untuk langkah-langkah perhitungan uji Darab Duncan sebagai berikut :

Mencari nilai Tengah (mean):

$S^2 = 25,62$ Variansi sampel, yang merupakan taksiran variansi bersama σ^2 , diperoleh dari rataan kuadrat galat

$p = 2$ (less significant studentized range)

menentukan nilai $r_\alpha(p, v)$, dimana r dengan $p = 2$ dengan $\alpha = 0,05$ dan $v = 15 \rightarrow 3,014$

r dengan $p = 3$ dengan $\alpha = 0,05$ dan $v = 15 \rightarrow 3,160$

$$R_2 = r_2 \sqrt{\frac{S^2}{n}} = 3,104 \sqrt{\frac{25,62}{6}} = 6,41$$

$$R_3 = r_3 \sqrt{\frac{S^2}{n}} = 3,160 \sqrt{\frac{25,62}{6}} = 6,52$$

Hasil rata-rata (mean) pencahayaan

| Pencahayaan 12 luks | Pencahayaan 44 Luks | Pencahayaan 131 Luks |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 66,16 | 77 | 71,5 |

Dan untuk menentukan pengaruh yang berarti dengan hasil perhitungan Rp sebagai berikut :

1. Pencahayaan 44 Luks – 131 Luks = $77 - 71,5 = 5,5$ dimana $5,5 < R_2 = 6,41$
Berarti pencahayaan 44 Luks lebih memiliki pengaruh dari pada pencahayaan 131 Luks.
2. Pencahayaan 131 Luks – 12 Luks = $77 - 66,16 = 10,84$ dimana $10,84 < R_2 = 6,52$
Berarti pencahayaan 131 Luks lebih memiliki pengaruh dari pada pencahayaan 12 Luks.

5. KESIMPULAN

1. Data yang diperoleh dari masing-masing elemen kerja sebanyak 30 dan analisa perhitungan sudah seragam, mencukupi dan memenuhi batas kontrol. Pengukuran output unit perakitan steker yang dihasilkan diambil selama 6 jam kerja efektif.
2. Data hasil pengukuran dan Analisa perhitungan diperoleh Waktu Baku dalam 1 unit produk dari Kondisi pencahayaan paling terbaik kinerjanya adalah pada pencahayaan 44 Luks dengan waktu Terkecil 42,83 detik dibanding dengan Tingkat pencahayaan lainnya.
3. Hasil pengukuran output selama 6 jam kerja pada kondisi pencahayaan 44 Luks menghasilkan output terbanyak 462 unit per 6 jam kerja dari tingkat pencahayaan lainnya.
4. Kapasitas produksi optimal secara signifikan adalah kondisi pencahayaan 44 luks dengan hasil 462 unit produk. Kondisi ini merupakan energi listrik yang optimal untuk bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barnes, R.M. (1980), *Motion and Time Study Design and Measurement of Work* (7 ed.), New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Caecilia, Yuniar, & Buanawan, A. (2003), *Perancangan Stasiun Perakitan di Laboratorium Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi Institut Teknologi Nasional*

Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Tegangan Dan Keuletan Aluminium Paduan 6082

Nopryandi¹, Asyari Daryus^{1*}, Trisna Ardi Wiradinata¹, Didik Sugiyanto¹, Chandra Laksana Setiawan²

¹Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada Jakarta

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, (Mahasiswa)

Jl. Taman Malaka Selatan No. 22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : asyaridaryus01@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan percobaan perlakuan panas pada aluminium paduan 6082 untuk mempelajari sifat mekaniknya berupa tegangan dan keuletannya. Percobaan dilakukan pada berbagai temperatur pemanasan, yaitu 235^o C, 250^o C, 265^o C dan 280^o C. Hasil percobaan kemudian dibandingkan dengan percobaan dengan proses penuaan buatan (artificially aging). Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa tegangan maksimum atau kekuatan tarik maksimum meningkat pada proses pemanasan dan paling tinggi diperoleh pada temperatur pemanasan 250^o C, sementara pada proses penuaan buatan kekuatan tarik maksimum bahan berkurang dari kekuatan tarik maksimum awal. Selanjutnya diperoleh bahwa keuletan bahan pada proses pemanasan meningkat dan maksimal terjadi pada temperatur 250^o C, sementara untuk proses penuaan buatan, keuletan maksimal terjadi pada temperatur penuaan 200^o C. Dari penelitian ini diperoleh bahwa kenaikan keuletan bahan lebih cepat terjadi pada proses penuaan buatan.

Kata kunci: Aluminium 6082, Perlakuan panas, Kekuatan tarik maksimum, Keuletan

Abstract

The heat treatments have been done to aluminum alloy 6082 to investigate its mechanical properties, i.e. ultimate strength and ductility. The experiments were done in various temperatures, i.e. 235^o C, 250^o C, 265^o C and 280^o C. The results than compared to the artificial aging. It is found that ultimate strength increases in the heat treatment and highest value found on temperature 250^o C. Meanwhile in artificially aging processes, the ultimate strength decrease when temperature increase. For the ductility, its values increase when the temperature increase for heat treatment process and the maximum value found also in temperature 250^o C, meanwhile in artificially aging process, the highest value found in temperature 200^o C. The artificially aging process can result high ductility with lower temperature than that of heat treatment process.

Keywords: Aluminium 6082, Heat treatment, Ultimate tensile strength, Ductility

1. Pendahuluan

Aluminium adalah termasuk jenis logam yang sangat luas diaplikasikan dalam berbagai bidang, terutama di bidang teknik, seperti konstruksi, otomotif, kapal, pesawat udara, komponen mesin, dan sebagainya [1-3]. Sifat-sifat baik dari aluminium ini yang menjadi alasan logam ini banyak digunakan, antara lain: kerapatan rendah/ringan, ketahanan korosi yang tinggi, kemudahan dalam membuat penampang yang rumit, kekuatan tinggi dalam bentuk paduan, dan sebagainya [1-5].

Dalam pemakaian, sering dibutuhkan aluminium dengan sifat yang lebih baik, seperti dalam hal kekuatan kekerasan, keuletan dan sebagainya. Pada prinsipnya, sifat mekanik suatu logam akan mengalami perubahan ketika struktur mikronya mengalami perubahan, sehingga biasanya peningkatan sifat-sifat logam dilakukan dengan merubah struktur mikronya. Salah satu metode merubah struktur mikro logam adalah dengan memberikan perlakuan panas pada logam tersebut [5]. Cara ini juga dapat dilakukan pada aluminium, yaitu untuk jenis aluminium yang dapat diberikan perlakuan panas. Dalam perlakuan panas, variabel yang berperan adalah temperatur pemanasan, lamanya proses pemanasan dan laju pendinginan.

Seputro [5] dalam penelitiannya, yaitu mencari pengaruh perlakuan panas terhadap struktur mikro dan kekerasan pelat komposit aluminium 2075, dimana ia melakukan proses aging pada aluminium dengan berbagai variasi temperatur dan waktu pemanasan kemudian melakukan analisa struktur mikro dan kekerasan.

Hasil yang didapatkan semakin tinggi temperatur pemanasan dan waktu *aging* maka kekerasan makin tinggi dan ukuran butir semakin kecil. Sementara itu Toric, dkk [4] dalam penelitiannya menganalisa sifat paduan aluminium paduan EN 6082AW T6 pada temperatur tinggi. Sifat yang dianalisa adalah sifat mekanik dan *creep* bahan. Toric memperoleh hasil bahwa interval temperatur kritis *creep* terletak antara 200⁰ C-300⁰ C, dan sifat-sifat mekanik memenuhi proposal Eurocode 9, serta model analisa *creep* cukup akurat untuk hasil uji *creep*.

Apakah sifat mekanik aluminium seperti kekuatan tarik maksimum dan keuletan bila diberikan perlakuan panas menjadi lebih baik juga? Umumnya peningkatan kekuatan material aluminium dilakukan dengan memberikan perlakuan penuaan buatan (*artificial aging*) dimana proses ini dapat memberikan peningkatan kekuatan yang cukup signifikan terhadap aluminium. Proses ini membutuhkan dua tahapan, yaitu pemanasan dengan diikuti pendinginan cepat dan selanjutnya proses pemanasan pada temperatur yang lebih rendah dengan waktu tertentu. Proses penuaan buatan memerlukan proses yang lebih panjang daripada perlakuan panas biasa, dimana pada proses penuaan dilakukan dalam 2 tahapan proses, yaitu *solution heat treating* dan *artificially aging*, sementara perlakuan panas biasa cukup dengan proses pemberian panas ke temperatur tertentu kemudian didinginkan ke temperatur ruang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanik pada bahan aluminium 6082, yaitu kekuatan tarik maksimum dan keuletan, tanpa proses penuaan buatan dan membandingkan hasilnya dengan proses penuaan buatan untuk melihat perbedaan besar persentase peningkatan kekuatannya.

2. Metodologi

Material uji adalah pelat aluminium 6082 dengan ketebalan 1 mm, yang dipotong mengikuti standar ASTM E8M-04. Standar komposisi kimia untuk aluminium 6082 dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk sifat fisika diberikan oleh Tabel 2.

Tabel 1 Komposisi kimia paduan aluminium 6082 (wt%). [6]

| Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Ti | Cr | Lainnya |
|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|
| 0,7-1,3 | 0,5 maks | 0,1 maks | 0,4-1,0 | 0,6-1,2 | 0,2 maks | 0,1 maks | 0,25 maks | 0,15 maks |

Tabel 2 Sifat Fisika paduan aluminium 6082. [6]

| Kerapatan (gm/cc) | Modulus Young (GPa) | Kekuatan Tarik Maksimum (MPa) | Tegangan luluh (MPa) |
|----------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 2,71 | 71 | 140-330 | 260 |

Material uji diberi perlakuan panas dengan memanaskan di dapur pemanas selama dua jam untuk berbagai temperatur, yaitu 235⁰ C, 250⁰ C, 265⁰ C dan 280⁰ C, dan kemudian didinginkan di udara hingga temperatur ruang.

Material uji yang sudah dipanaskan diberikan uji tarik sampai putus untuk mendapatkan kurva tegangan-regangan. Data uji tarik kemudian diolah untuk mendapatkan tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Tegangan tarik dihitung dengan rumus:

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

dan regangan dihitung dengan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \quad (2)$$

sementara Modulus elastisitas dihitung dengan:

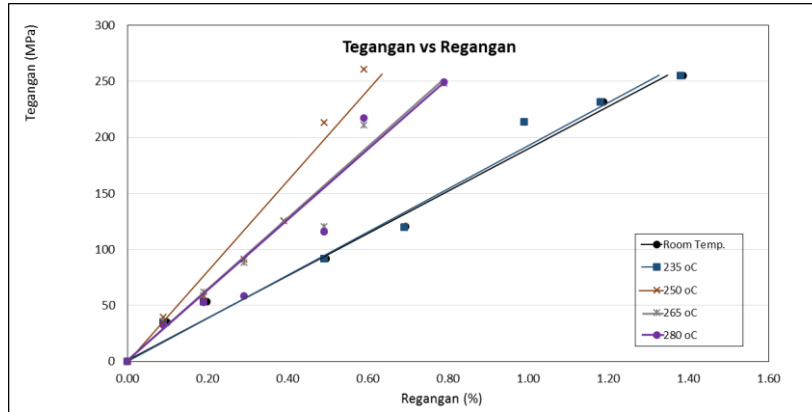
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

dimana σ adalah tegangan (N/mm²), P adalah gaya tarik (N), A_0 adalah luas penampang (mm²), ε adalah regangan, L_1 adalah panjang material uji setelah uji tarik (mm), L_0 adalah panjang material uji sebelum uji tarik (mm) dan E adalah modulus elastisitas (N/mm² atau MPa).

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil percobaan untuk tegangan-regangan pada daerah elastis dengan berbagai suhu perlakuan panas ditunjukkan oleh Gambar 1. Terlihat bahwa pada temperatur pemanasan 235⁰ C bahan tidak mengalami perubahan sifat mekanik yang berarti bila dibandingkan dengan kondisi tanpa pemanasan. Ketika suhu

pemanasan dinaikkan ke temperatur 250⁰ C, kemiringan kurva meningkat, atau dengan kata lain kurva semakin curam. Dan untuk temperatur di atas 250⁰ C, yaitu 265⁰ C dan 280⁰ C, kemiringan kurva kembali melandai. Untuk temperatur pemanasan 265⁰ dan 280⁰ C kemiringan kurva keduanya hampir sama. Dapat disimpulkan bahwa ternyata perlakuan panas pada temperatur 250⁰ C memberikan kemiringan kurva yang paling tinggi.

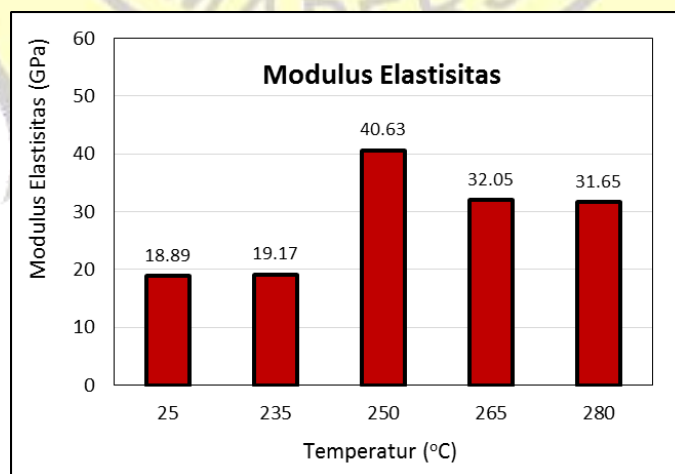


Gambar 1 Kurva Tegangan-Regangan pada daerah elastis.

Untuk nilai Modulus elastisitas atau Modulus Young bahan diberikan oleh Tabel 3. Terlihat bahwa pada pemanasan sampai temperatur 235⁰ C, nilai Modulus Young tidak mengalami perubahan yang berarti bila dibandingkan dengan Modulus Young bahan tanpa perlakuan panas. Namun nilai Modulus Young mengalami peningkatan yang cukup signifikan ketika pemanasan dilakukan pada temperatur 250⁰ C, yaitu naik dari 18,89 GPa (tanpa perlakuan panas) ke 40,63 GPa, naik lebih dari 2 kali. Selanjutnya, pada temperatur di atas 250⁰ C, yaitu pada temperatur 265⁰ C, nilai Modulus Young bahan turun ke angka 32,05 GPa dan relatif konstan sampai temperatur perlakuan panas 280⁰ C. Secara grafik, nilai Modulus Young dari percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.

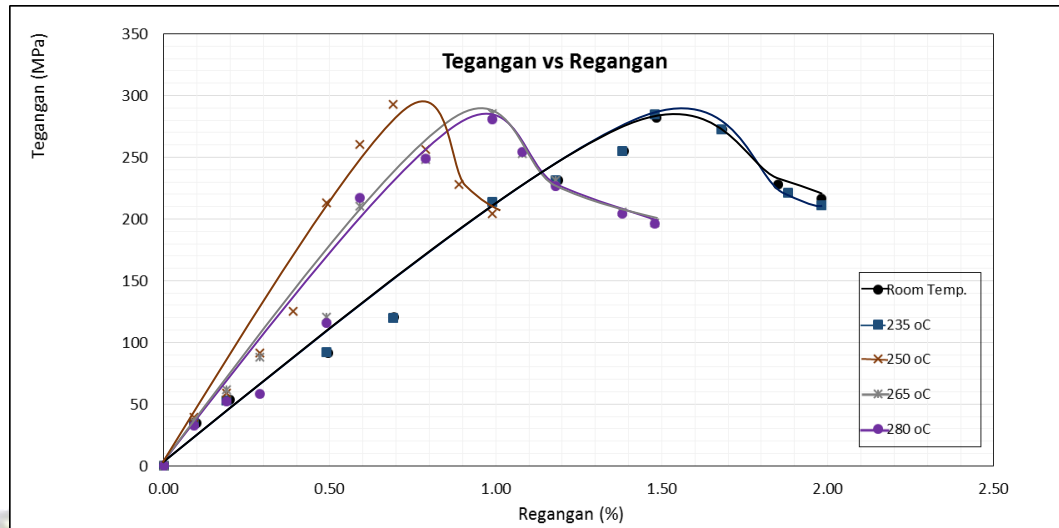
Tabel 3 Nilai Modulus Young.

| Temperatur Pemanasan °C | Modulus Young GPa |
|----------------------------|----------------------|
| tanpa pemanasan | 18,89 |
| 235 | 19,17 |
| 250 | 40,63 |
| 265 | 32,05 |
| 280 | 31,65 |



Gambar 2. Nilai Modulus Young untuk berbagai temperatur pemanasan.

Kurva tegangan-regangan untuk setiap temperatur percobaan ditunjukkan oleh Gambar 3. Terjadi pergeseran kemiringan kurva ke kiri ketika temperatur pemanasan naik hingga 250⁰ C dan bergeser kembali ke kanan ketika temperatur pemanasannya di atas 250⁰ C. Dapat disimpulkan bahwa pemanasan bahan akan menurunkan keuletannya, dan keuletan paling rendah diperoleh pada pemanasan di temperatur 250⁰ C dengan nilai regangan sekitar sekitar 0,99%. Nilai penurunan regangan untuk temperatur pemanasan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 3 Kurva Tegangan-Regangan.

Tabel 4 Nilai Regangan Maksimum dan Kekuatan Tarik Maksimum.

| Temperatur Pemanasan (°C) | Regangan maksimum (%) | Perubahan Regangan (%) | Tegangan Maksimum (MPa) | Perubahan Tegangan Maksimum (%) |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Tanpa pemanasan | 1,98 | - | 284,5 | - |
| 235 | 1,98 | 0 | 284,5 | 0 |
| 250 | 0,99 | -50 | 292,8 | 2,9 |
| 265 | 1,48 | -25,25 | 285,2 | 0,25 |
| 280 | 1,48 | -25,25 | 280,6 | -1,37 |

Untuk nilai kekuatan tarik maksimum atau tegangan maksimum, nilai maksimal diperoleh pada temperatur pemanasan 250⁰ C, yaitu sebesar 2,9%, sementara untuk percobaan lainnya dapat dikatakan tidak terjadi kenaikan nilai kekuatan tarik yang berarti, seperti dapat dilihat di Tabel 4. Terlihat bahwa proses pemanasan menaikkan kekuatan tarik sampai suhu 250⁰ C dan turun untuk temperatur yang lebih tinggi.

Apakah fenomena sama dengan yang dijumpai pada proses penuaan buatan dan kalau sama, berapa perbedaannya? Untuk menjawab pertanyaan ini perlu data mengenai pengujian uji tarik untuk aluminium dengan proses penuaan buatan. Data diambil dari data sekunder, yaitu hasil penelitian yang dilakukan oleh Torca dkk. [7]. Torca melakukan penelitian pada aluminium paduan 6082 dengan memberikan perlakuan *solution heat treating* di temperatur sekitar 500⁰ C selama 4 jam, diikuti dengan pendinginan cepat ke temperatur ruang. Setelah itu dilakukan *natural aging* selama 7 jam dan selanjutnya *artificial aging* (penuaan buatan) untuk 3 temperatur yang berbeda selama 2,5 jam. Temperatur yang dipilih untuk penuaan buatan adalah 150⁰ C, 200⁰ C dan 250⁰ C. Percobaan dilakukan dengan laju regangan, yaitu 0,01 s⁻¹. Hasil penelitian ditunjukkan oleh Tabel 5.

Perubahan tegangan untuk proses penuaan buatan ternyata memberikan hasil yang negatif, artinya terjadi penurunan tegangan tarik bahan, dan hasil penurunan terkecil diberikan oleh temperatur pemanasan 200⁰ C (Tabel 5). Apabila dibandingkan dengan hasil pemanasan tanpa penuaan (Tabel 4), ternyata hasilnya tidaklah sama, dimana tanpa proses penuaan nilai tegangan maksimumnya positif, walaupun tidak besar. Jadi dari sisi kekuatan, ternyata kedua proses ini memberikan hasil yang berbeda.

Tabel 5 Nilai Tegangan Maksimum untuk proses penuaan buatan [7].

| Temperatur Pemanasan ($^{\circ}\text{C}$) | <i>True Stress</i> Maksimum (%) | Perubahan <i>True stress</i> Maks. (%) |
|---|---------------------------------|--|
| 25 | 420 | - |
| 150 | 342 | -18,6 |
| 200 | 398 | -5,2 |
| 250 | 240 | -42,9 |

Kalau ditinjau dari nilai hasil regangan maksimum bahan, dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa untuk temperatur penuaan 200°C nilainya paling besar dan positif, namun untuk temperatur penuaan 250°C hasilnya malah negatif. Artinya, temperatur penuaan sampai 200°C akan memberikan tambahan keuletan dari bahan dan temperatur diatasnya malah mengurangi keuletannya. Apabila dibandingkan dengan nilai regangan maksimum tanpa proses penuaan (Tabel 4), maka nilai maksimum diperoleh pada temperatur pemanasan 250°C dan nilai negatif baru terjadi pada temperatur pemanasan 280°C . Kenaikan regangan pada temperatur 200°C dipercaya adalah merupakan gejala terjadi pengerasan presipitasi. Dapat disimpulkan bahwa pada proses penuaan buatan, penurunan regangan terjadi di temperatur yang lebih rendah bila dibandingkan dengan proses perlakuan panas biasa.

Tabel 6 Nilai Regangan Maksimum untuk proses penuaan buatan [7].

| Temperatur Pemanasan ($^{\circ}\text{C}$) | Regangan Maksimum (%) | Perubahan Regangan Maks. (%) |
|---|-----------------------|------------------------------|
| 25 | 16,8 | - |
| 200 | 20,1 | 19,6 |
| 250 | 13,7 | -18,5 |

4. Kesimpulan

Telah dilakukan proses perlakuan panas pada aluminium paduan 6082 dengan variasi temperatur. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan proses pemanasan penuaan buatan (*artificially aging*). Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa kekuatan tarik meningkat pada proses pemanasan dan paling tinggi diperoleh pada temperatur pemanasan 250°C , sementara pada proses penuaan buatan kekuatan tarik bahan berkurang dari kekuatan bahan awal. Untuk keuletan bahan, pada proses pemanasan keuletan meningkat dan maksimal terjadi pada temperatur 250°C , sementara untuk proses penuaan buatan, keuletan maksimal terjadi pada temperatur penuaan 200°C . Kenaikan keuletan bahan lebih cepat terjadi pada proses penuaan buatan dengan nilai yang lebih besar bila dibandingkan dengan proses pemanasan tanpa penuaan. .

Daftar Pustaka

- [1] F. A. Bhat and S. Sharma, "Analysis of hardness of aluminium alloy 6082 at different thickness levels", *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, vol. 8, no. 2, pp. 826-832, 2021, doi:
- [2] D. Sandar and S. Yasasvi, "Design and analysis of aluminium 6082-T6 piston", *International Journal for Innovative in Science & Technology*, vol. 3, no. 11, pp. 39-47, 2017, doi:
- [3] S. Cecchel, D. Ferrario, G. Cornacchia, "Heat treatments of EN AW 6082 aluminium forging alloy: effect on microstructure and mechanical properties", *La Metallurgia Italiana, International Journal of the Italian Association for Metallurgy*, vol. 2020, doi:
- [4] N. Toric, J. Brnic, I. Boko, M. Brcic, I. W. Burgess, I. Uzelac, "Experimental analysis of the behavior of aluminium alloy EN 6082AW T6 at high temperatur", *Metals*, vol. 2017, no. 7, 2017, doi: 10.3390/met7040126
- [5] H. Seputro and A. Amanuddin, "Efek perlakuan panas T6 terhadap struktur mikro (ukuran butir) dan kekerasan pelat komposit aluminium 2075-abu dasar batubara", *Mekanika*, vol. 5, no. 1, pp. 31-39, 2019, doi:
- [6] Wikipedia, "6082 Aluminium alloy", https://en.m.wikipedia.org/wiki/6082_aluminium_alloy (accessed Feb. 08, 2024).

- [7] I. Torca, A. Aginagalde, J. A. Esnaola, L. Galdos, dan C. Garcia, "Tensile behaviour of 6082 aluminium alloy sheet under different conditions of heat treatment, temperatur and strain rate", *Key Engineering Materials*, vol. 423 (2010), pp. 105-112, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.423.105.



Pengembangan Sistem Informasi Penerimaan Peserta *Japanese Language Proficiency Test (JLPT)* Universitas Darma Persada

Yahya^{1*}, Eva Novianti¹, Mira Febriana Sesunan¹, Mohammad Alfitra Ramadhan²

¹*Dosen Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada*

²*Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada*

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : yahya@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Universitas Darma Persada di Jakarta menyelenggarakan ujian sertifikasi bahasa Jepang atau dikenal nama Japanese Language Proficiency Test (JLPT). Tes Kecakapan Bahasa Jepang (JLPT) ini diikuti kurang lebih 300 peserta. Dimulai dari proses penerimaan kandidat peserta ujian dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan catatan di buku besar, kemudian dilanjutkan dengan penyeleksian peserta yang memenuhi persyaratan administrasi sampai dengan pengolahan hasil ujian dirasakan sangat memakan waktu yang cukup lama. Berdasarkan kendala ini, Universitas Darma Persada membutuhkan sistem informasi berbasis aplikasi web yang menggunakan metode waterfall memungkinkan peserta tes keahlian bahasa Jepang mendapatkan hasil yang lebih cepat. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan aplikasi penerimaan peserta ujian JLPT ini dapat memudahkan dan mempercepat pihak administrasi dalam melakukan pengelolaan data peserta JLPT.

Kata Kunci : *Universitas Darma Persada, Penerimaan Peserta, Japanese Language Proficiency Test*

Abstract

Darma Persada University in Jakarta holds a Japanese language certification exam or known as the Japanese Language Proficiency Test (JLPT). The Japanese Language Proficiency Test (JLPT) was attended by approximately 300 participants. Starting from the process of accepting candidate exam participants using the Microsoft Excel application and notes in a ledger, then continuing with selecting participants who meet the administrative requirements until processing the exam results is felt to take quite a long time. Based on these constraints, Darma Persada University needs a web application-based information system that uses the waterfall method to enable Japanese language skills test takers to get faster results. This research shows that the development of an application for accepting JLPT exam participants can make it easier and faster for the administration to manage JLPT participant data.

Keywords: *Darma Persada University, Participant Acceptance, Japanese Language Proficiency Test*

1. Pendahuluan

Dengan banyaknya perusahaan Jepang yang berkembang di Indonesia, bahasa Jepang semakin diminati. Sertifikasi kemampuan bahasa Jepang (JLPT) adalah standar global untuk kemampuan berbahasa Jepang. Bahasa Jepang dapat digunakan untuk bekerja, belajar, atau berkomunikasi.

Universitas Darma Persada di Jakarta mengadakan tes sertifikasi bahasa Jepang. Namun terkendala pemrosesan data terasa lama dikarenakan penerimaan peserta sampai dengan peserta ujian dan pengumpulan dokumen dilakukan secara konvensional, menggunakan buku besar dan aplikasi Microsoft Excel. Sehingga Universitas Darma Persada memerlukan sistem informasi yang dapat membantu kendala tersebut.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dalam mengumpulkan data menggunakan catatan penerimaan peserta, file data peserta, dan data pembayaran peserta Japanese Language Proficiency Test (JLPT) 2021. Dalam penelitian ini, metode berikut digunakan untuk mengumpulkan data:

a. Metode Observasi

Kegiatan yang dilakukan adalah mengamati langsung terhadap kegiatan yang dilakukan di Universitas Darma Persada terutama oleh bagian administrasi JLPT diantaranya pencatatan daftar peserta, pengelolaan dan penyimpanan serta pembuatan laporan.

b. Metode Wawancara

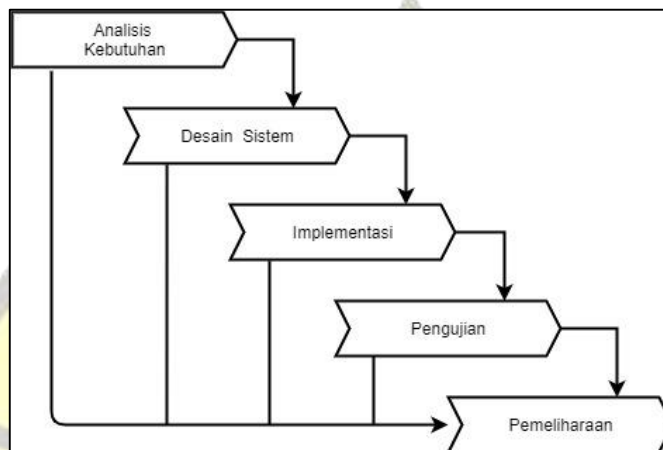
Dengan kegiatan ini penulis diberikan penjelasan menyeluruh dan mendalam tentang penerimaan peserta JLPT di Universitas Darma Persada melalui teknik wawancara yang digunakan untuk mendapatkan data.

c. Metode Pustaka

Metode pengumpulan data melalui pustaka dengan menggunakan tinjauan buku dan sumber bacaan lainnya untuk mendukung penelitian dan pembahasan. Tinjauan mencakup beberapa pendapat pakar serta data dari Universitas Darma Persada.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Sebelum tahap pengelolaan data, peneliti menggunakan metode Waterfall untuk pengembangan sistem.



Gambar 1. Urutan Model *Waterfall*

Metode *waterfall*, dikenal juga sebagai "*Model Sequential Linear*", merupakan metode pengembangan sistem yang sistematis dan berurutan. dimana proses metode *waterfall* terdiri dari setidaknya lima (lima) tahapan, yaitu perancangan spesifikasi kebutuhan pengguna, kemudian tahapan analisis (analisis), permodelan (permodelan), implementasi (implementasi), dan pemeliharaan sistem (pemeliharaan).

3. Landasan Teori**3.1. Konsep Dasar Sistem Informasi**

Sistem dalam suatu organisasi yang menggabungkan kebutuhan untuk pengolahan transaksi harian dengan operasi manajerial dan kegiatan strategis untuk memungkinkan pihak luar untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan dikenal sebagai sistem informasi.

3.2. Japanese Language Proficiency Test

Menurut Primawidha dkk, (2015:48) *Japanese Language Proficiency Test* (JLPT) selain sebagai syarat kelulusan untuk mahasiswa juga dapat digunakan untuk memperoleh beasiswa, maupun pekerjaan yang masih berhubungan dengan dunia kejeputangan, serta memiliki nilai plus tersendiri apabila telah lulus minimal pada N3.

3.3. Penerimaan Peserta

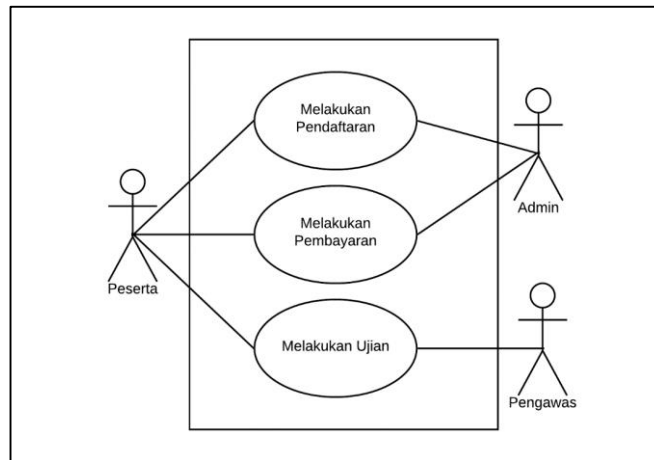
Menurut Maria,S, dan Sakdiah,N (2019) menyatakan bahwa "Penerimaan merupakan penyambutan, proses, perbuatan atau sikap terhadap seseorang". "Siswa merupakan pelajar pada akademi atau perguruan tinggi". "Baru merupakan suatu hal belum ada sebelumnya".

3.4. Pengertian Website

Menurut Hidayat (2010:6) Pengertian website adalah keseluruhan halaman-halaman web yang terdapat dalam sebuah domain yang mengandung informasi..

4. Hasil dan Pembahasan**4.1. Analisa Sistem**

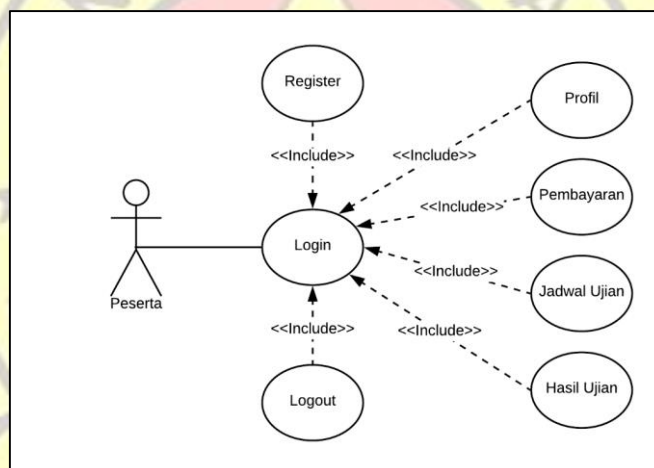
Dalam tahap analisis, diidentifikasi kebutuhan sistem sebagai pengguna. Gambar 2 menunjukkan tiga aktor sebelumnya dalam sistem informasi yang akan dibuat: Admin, Peserta, dan Pengawas.



Gambar 2. Diagram *Use Case* Sistem Berjalan

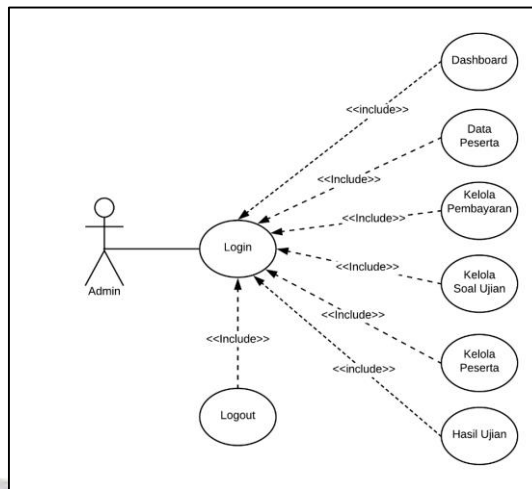
4.2. Perancangan Sistem

Pada tahap ini, rancangan untuk memenuhi kebutuhan peserta dan admin. *Use Case* Diagram Hak Akses Peserta menunjukkan cara peserta dapat mengakses sistem Pendaftaran Test secara keseluruhan.



Gambar 3. Diagram *Use Case* Hak Akses Peserta

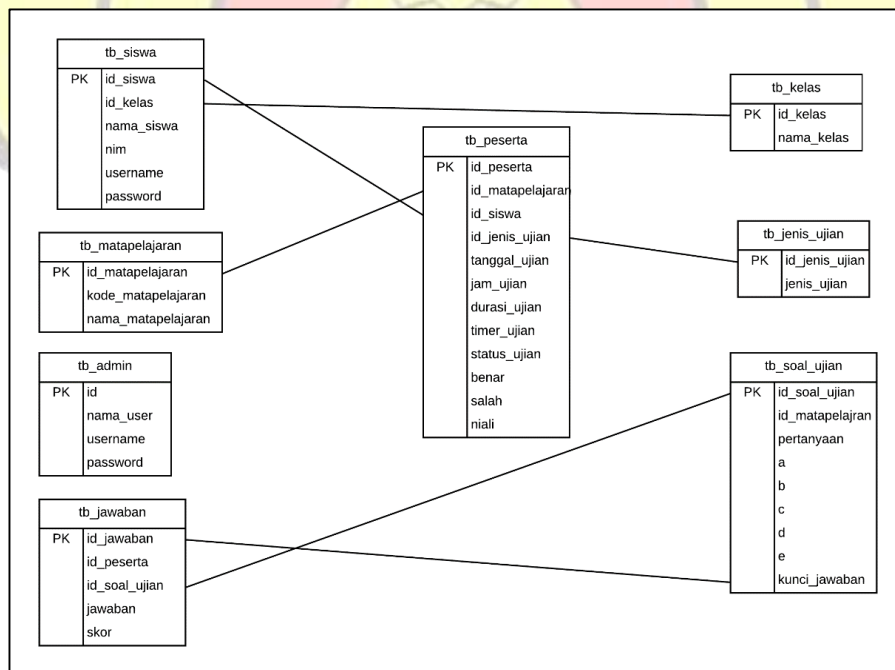
Selanjutnya, admin dapat mengakses keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 4 Diagram *Use Case* Hak Akses Admin.



Gambar 4. Diagram Use Case Hak Akses Admin

4.3. Rancangan Database

Database pengembangan sistem informasi ditunjukkan dengan tabel master dan tabel transaksi yang saling berelasi. Pada Gambar 5 yaitu rancangan database terdiri tabel siswa, matapelajaran, admin, jawaban, peserta, kelas, jenis ujian, dan soal ujian. Pada tb_jenis_ujian dan tb_soal_ujian menunjukkan tidak hanya mengenai pendataan peserta tes, namun juga akan membantu proses ujian secara online.

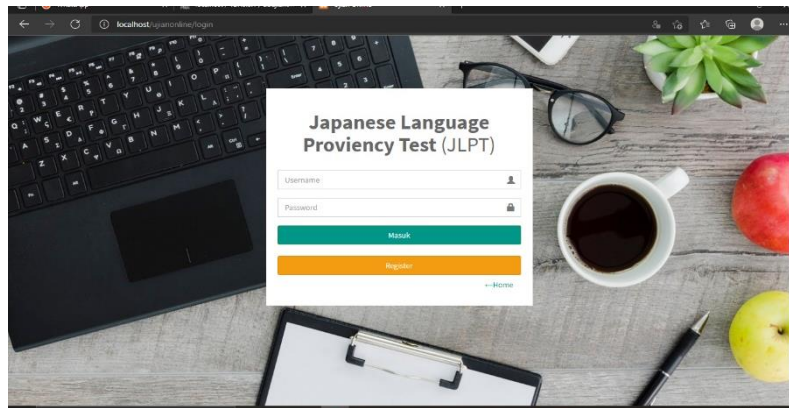


Gambar 5. Rancangan Pengembangan Database

4.4. Tampilan Web Hak Akses Admin dan Peserta

a. Tampilan Login Menu sebagai Admin dan Peserta

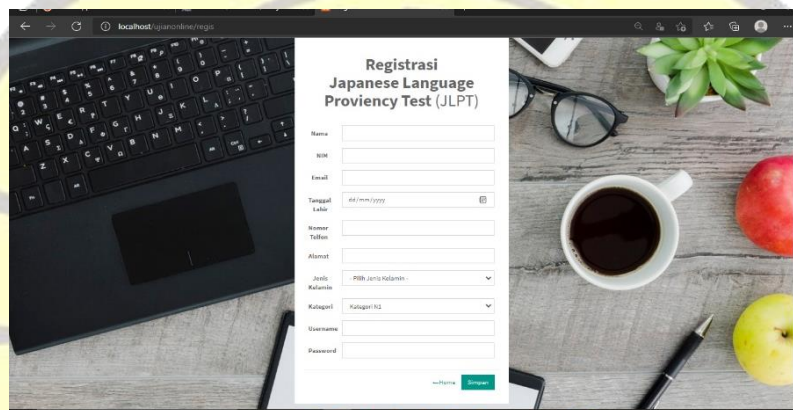
Halaman ini digunakan oleh admin dan peserta sebagai halaman login untuk aplikasi, dimana membutuhkan username dan password untuk mengaksesnya.



Gambar 1. Tampilan Login Admin dan Peserta

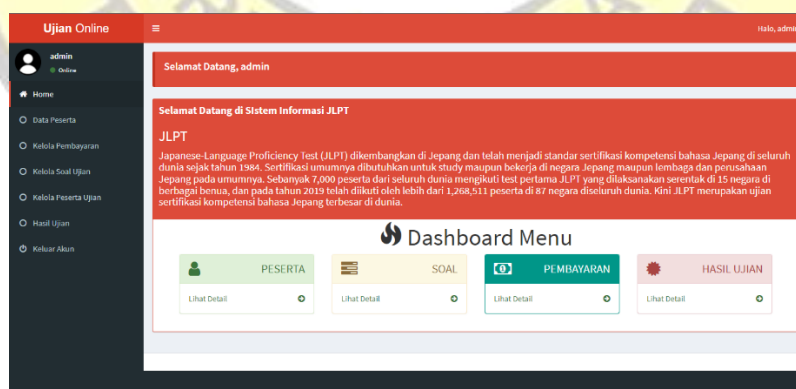
b. Tampilan Menu Registrasi

Halaman ini dapat diakses oleh peserta, merupakan halaman registrasi untuk membuat akun baru dan dapat mengakses website.



Gambar 2. Tampilan Halaman Registrasi Peserta

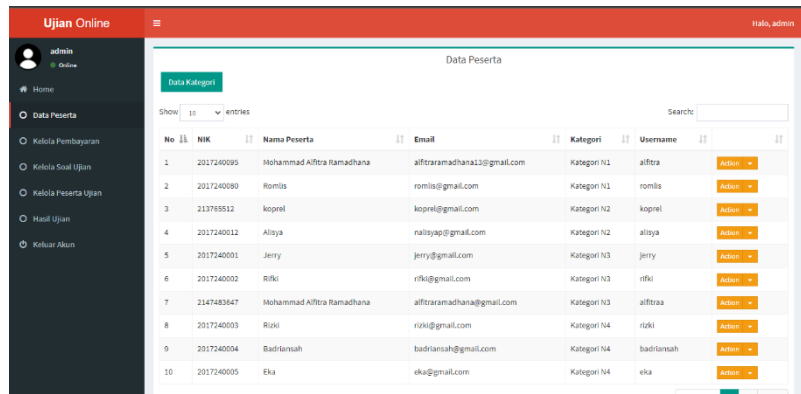
c. Tampilan Menu Home Admin



Gambar 3. Tampilan Halaman Home Admin

d. Tampilan Menu Data Peserta

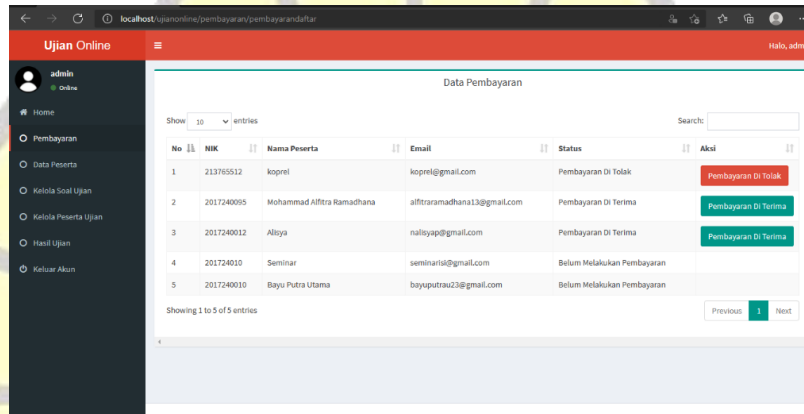
Halaman ini menampilkan nomor, nim, nama, email, kelas, dan username peserta. Ada juga tombol untuk mengedit dan menghapus data.



Gambar 4. Data Master Peserta

e. Tampilan Menu Kelola Pembayaran

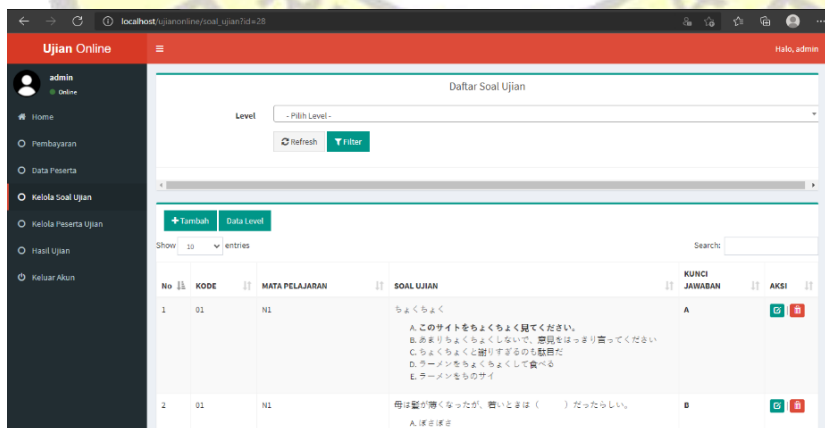
Pada menu ini, admin dapat melihat pembayaran yang dibayarkan peserta.



Gambar 5. Menu Halaman Kelola Pembayaran

f. Tampilan Menu Kelola Soal Ujian

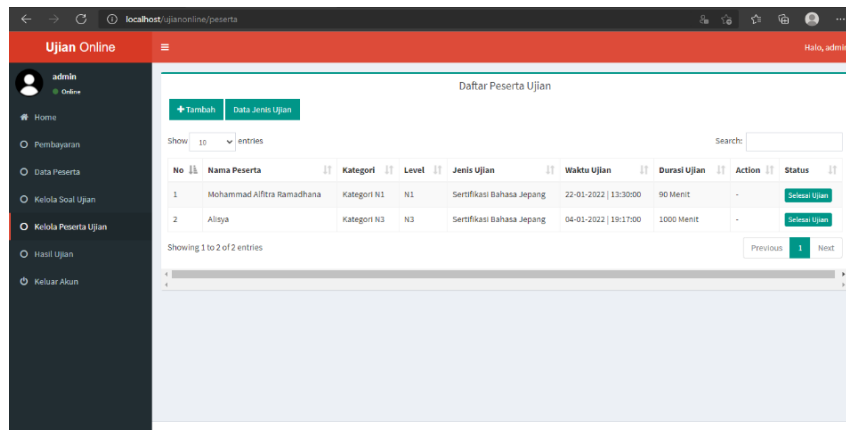
Halaman ini tampil soal, kunci jawaban dan terdapat tombol diantaranya tambah untuk menambah soal ujian, edit soal dan data soal.



Gambar 6.. Menu Kelola Soal Ujian

g. Tampilan Menu Kelola Peserta Ujian

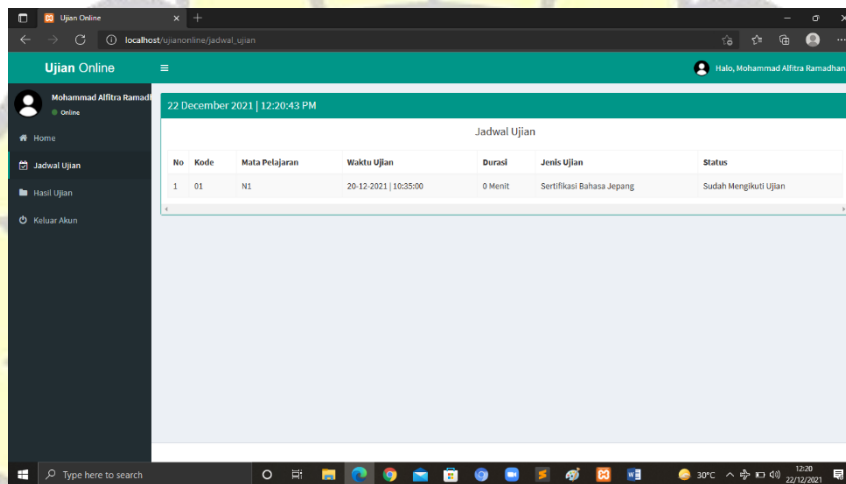
Pada halaman ini, peserta dapat melihat data soal dan terdapat beberapa tombol untuk melakukan ujian, edit peserta ujian dan hapus peserta ujian.



Gambar 7. Menu Kelola Peserta Ujian

h. Tampilan Menu Jadwal Ujian

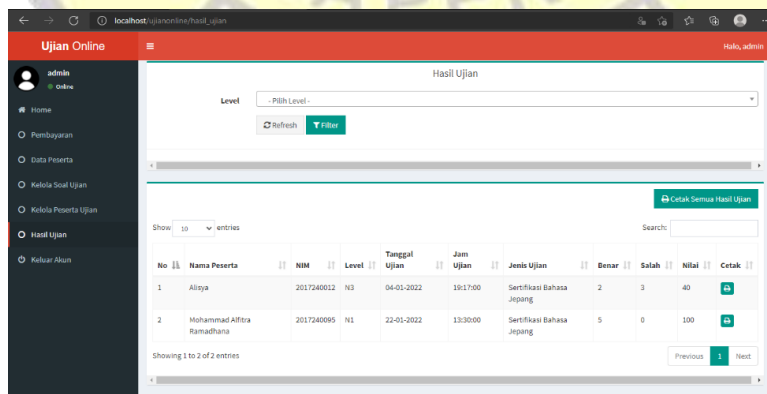
Pada menu ini, peserta dapat melihat jadwal ujian dan tombol mulai ujian



Gambar 13 Halaman Jadwal Ujian pada Peserta

i. Tampilan Menu Hasil Ujian

Halaman ini tampil ketika admin mengklik menu hasil ujian. admin dapat melihat hasil ujian dan tombol cetak untuk mencetak hasil ujian semua atau perorangan.



Gambar 14. Menu Hasil Ujian

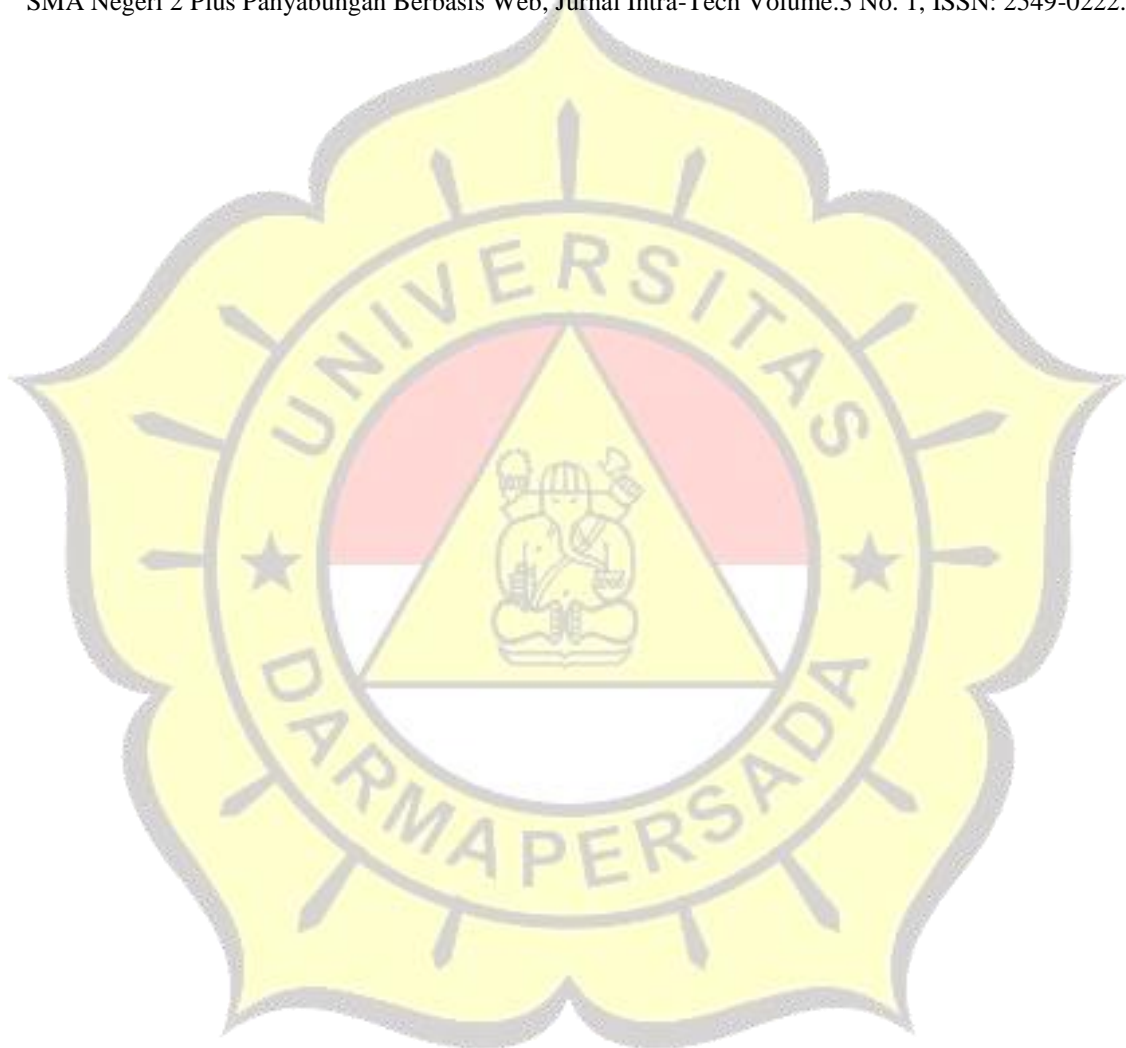
5. Kesimpulan

Hasil penelitian ini, penerimaan peserta *Japanese Language Proviency Test (JLPT)* dapat membantu admin maupun peserta dalam melakukan proses pendaftaran peserta JLPT, memudahkan

mendata peserta JLPT tanpa harus melihat bukti fisik berupa kertas formulir, serta mengurangi resiko hilangnya kertas formulir pendaftaran peserta JLPT.

Daftar Pustaka

- [1]. Anhar. 2010. *Panduan Menguasai PHP & Mysql Secara Otodidak*. Jakarta : Mediakita.
- [2]. Hidayat (2010: 6). *Pemanfaatan Sistem Informasi Perpustakaan Digital Berbasis Website*. Indonesia Jurnal on Software EGINEENG Volume. 1 No 1.ISSN : 2461-0690
- [3]. Primawidha, Wulan Nusanita dkk. 2015. Analisis Kesulitan Mahasiswa Pbj Unnes dalam Mengerjakan Soal Choukai N3. *Journal of Japanese Learning and Teaching*, Vol. 4, No. 1 (<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chie>) diakses tanggal 12 September 2022 pukul 11.00 WIB
- [4]. Maria. S, Sakdiah. N, (April 2019) Rancangan Bangun Sistem Informasi Seleksi Penerimaan Siswa Baru Di SMA Negeri 2 Plus Panyabungan Berbasis Web, *Jurnal Intra-Tech* Volume.3 No. 1, ISSN: 2549-0222.



Pengembangan Sistem Informasi Kelayakan Pemberian Pinjaman Dengan Metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) pada Koperasi XYZ

Eva Novianti^{1*}, Yahya², Deki Satria³, Muhammad Farhan Alifianto Nugroho⁴

^{1,2,4}*Dosen Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada
Jl. Radin Inten II (Terusan Casablanca), Pondok Kelapa, Jakarta Timur 13450*

³*Dosen Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom
Jl. Halimun Raya No.2, RT.15/RW.6, Guntur, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan 12980*

*Koresponden : eva_novianti@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Koperasi XYZ adalah sebuah koperasi simpan pinjam yang berlokasi di Halim Perdana Kusuma. Salah aktifitas kunci dalam koperasi simpan pinjam adalah proses pemberian pinjaman kepada anggota. Dalam pelaksanaannya, pemberian pinjaman ini sulit dilakukan justifikasi, karena banyak variabel yang harus diperhatikan dalam pemberian pinjaman. Untuk mengatasi hal ini, maka dikembangkan sebuah sistem pendukung untuk pemberian pinjaman. Pengembangan sistem ini, menggunakan metode waterfall dan metode Simple Multi Attribute Rating Technique sebagai metode untuk penghitungan kelayakan pinjaman dari anggota koperasi. Metodi Simple Multi Attribute Rating Technique menghitung kriteria berdasarkan bobot kepentingan dari kriteria pinjaman yang ditentukan. Dari hasil pengembangan aplikasi ini, pengurus koperasi dapat memiliki bahan pertimbangan dalam pemilihan peminjam.

Kata Kunci: Pinjaman; Sistem Pendukung Keputusan; *Simple Multi Attribute Rating Technique*; Waterfall

Abstract

XYZ Cooperative is a cooperative organization located at Halim Perdanakusuma. The main operation of saving and lending cooperatives is the lending process within the organization. In the process, the lending grant is not easily justified, because a lot of variabls need to be considered. To solve this problem, a decision support system was developed to help the cooperative choose who to grant the lending. The system was developed using waterfall as the development method, and a Simple Multiple Attribute Rating was used to calculate the variables. The Simple Multiple Attribute Rating used the importance weight to calculate the lending variable criteria. From the results of the calculation processed by the system, the cooperative has a better consideration about who to grant the lending money.

Keywords: Decision Support System ;Lending; Simple Multiple Attribute Rating; Waterfall

1. PENDAHULUAN

Koperasi Karyawan XYZ adalah koperasi simpan pinjam yang berlokasi di Halim Perdana Kusuma, Jakarta Timur, yang berfokus pada karyawan PT. XYZ. Karena banyaknya pemohon pinjaman, sulit bagi koperasi untuk memilih nasabah yang memenuhi syarat, yang menghalangi mereka untuk beroperasi. Selain itu, koperasi harus memilih klien yang layak untuk diberikan pinjaman dan memastikan bahwa dana didistribusikan sesuai dengan kemampuan masing-masing nasabah.

Karyawan XYZ menerima pinjaman secara manual menggunakan formulir, dan tidak ada proses penentuan kelayakan pinjaman. Hal ini menyulitkan dan mengurangi dana koperasi. Dibutuhkan sistem pendukung keputusan untuk menentukan nasabah mana yang memenuhi syarat sebagai penenerimaan pinjaman dan diperlukan perangkaan peminjam yang layak diberikan pinjaman berdasarkan standar yang digunakan oleh koperasi untuk menyetujui pengajuan pinjaman yang dilakukan oleh nasabah. Hasil penilaian ini akan menunjukkan seberapa layak setiap peminjam untuk mendapatkan pinjaman[1-2]. Dengan begitu pihak koperasi tidak mengalami kesulitan dalam memilih nasabah yang memenuhi syarat untuk pinjaman dan penyaluran dana di koperasi tersebut tepat sasaran. Kriteria yang menjadi faktor penentu kelayakan antara lain besar gaji, jabatan, jaminan, usia dan besar pinjaman.

2. LANDASAN TEORI

Sistem Pendukung Keputusan

Sistem informasi interaktif yang memungkinkan informasi, permodelan, dan manipulasi data dikenal sebagai sistem pendukung keputusan[3]. Sistem ini membantu pengambilan keputusan dalam situasi semi-terstruktur dan tidak terstruktur, menggunakan model dan data tertentu untuk memecahkan masalah[4].

Simple Multi Attribute Rating

Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) merupakan metode perankingan yang banyak digunakan dalam sistem penunjang keputusan. Didasarkan pada teori bahwa setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria yang memiliki nilai-nilai, dan setiap kriteria memiliki bobot yang menunjukkan seberapa penting setiap kriteria dibandingkan dengan kriteria lain, pendekatan SMART digunakan untuk menilai setiap alternatif untuk mendapatkan pilihan terbaik[5]

Koperasi

Koperasi adalah kelompok orang yang secara sukarela bersatu untuk meningkatkan kesejahteraan ekonomi mereka dengan mendirikan sebuah badan usaha yang dikelola secara demokratis[6]. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No.25 Tahun 1992 tentang Perkoperasian, koperasi adalah suatu bentuk aturan usaha yang terdiri dari kumpulan orang-orang yang memiliki tujuan[7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dapat dilakukan penulis dengan cara sebagai berikut:

a. Metode Observasi

Kegiatan yang dilakukan adalah mengamati hal yang berkaitan dengan dengan prosedur pemberian pinjaman pada koperasi

b. Wawancara

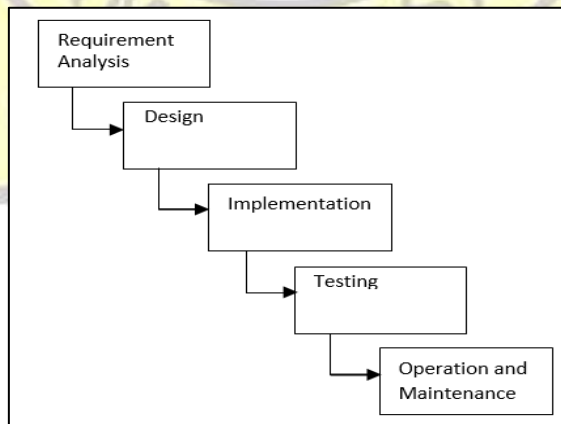
Melakukan wawancara kepada bagian manajer kredit

c. Metode Pustaka

Mengumpulkan teori maupun bahan penulisan yang berhubungan dengan objek penelitian.

Metode Pengembangan Sistem

Tahapan metode pengembangan sistem *waterfall* memiliki langkah seperti berikut[8]:

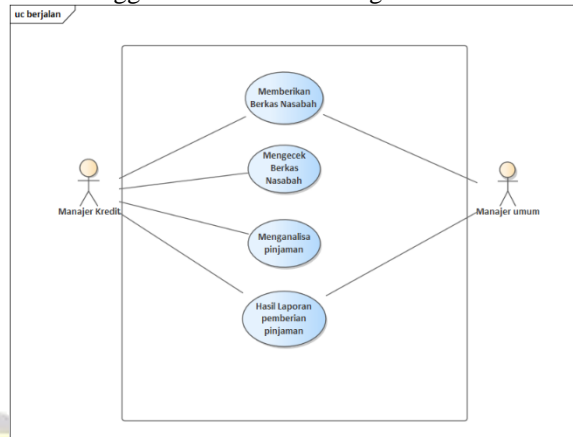


Gambar 1. Metode pengembangan sistem *Waterfall*

4. ANALISA DAN RANCANGAN SISTEM

Analisa Sistem

Sistem berjalan digambarkan menggunakan Use Case Diagram



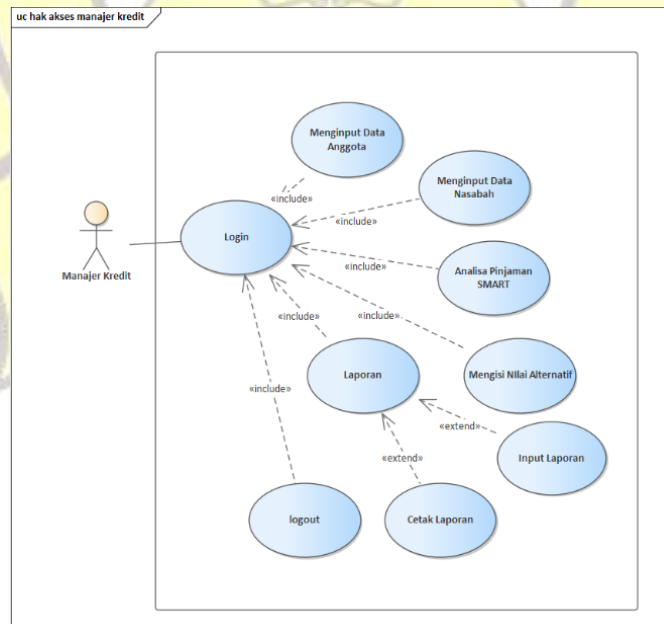
Gambar 2 Use Case Diagram Sistem Berjalan

Pada Gambar 2 terdapat dua actor dan 4 use case untuk system pinjaman di koperasi. Dimana Manajer Umum memberikan berkas pengajuan dari Nasabah ke Manajer Kredit, kemudian Manajer Kredit melakukan validasi berkas tersebut dengan data yang ada. Setelah pemeriksaan sudah selesai, selanjutnya Manajer Kredit melakukan analisa peminjaman berdasarkan data dan kriteria yang dimiliki koperasi. Nasabah yang layak kemudian dilaporkan ke Manajer Umum untuk disetujui peminjamannya.

Perancangan Sistem

Usecase Diagram Hak Akses Manajer Kredit

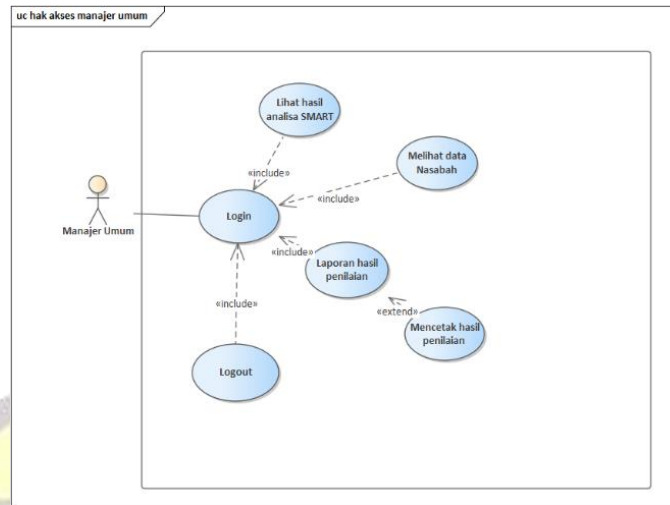
Pada gambar 3 menunjukkan usecase diagram hak akses Manajer Kredit dengan fitur login, input data anggota koperasi, data Nasabah, analisa perhitungan pinjaman, input nilai alternatif, mengelola laporan dan logout.



Gambar 3 Use Case Diagram Hak Akses Manajer Kredit

a. Usecase Diagram Hak Akses Manajer Umum

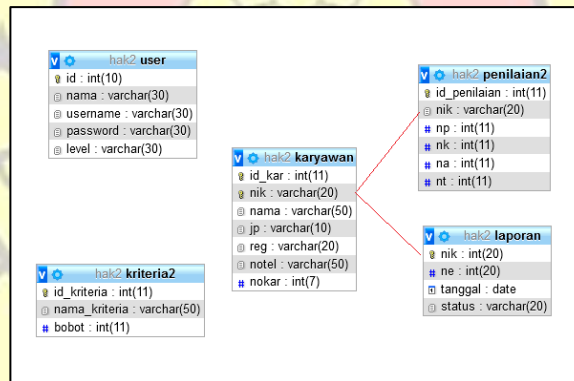
Manajer Umum memiliki akses dalam melakukan tahap akhir persetujuan pinjaman, melihat data Nasabah, melihat laporan penilaian yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Use Case Diagram Hak Akses Manajer Umum

4.3 Perancangan Basis Data

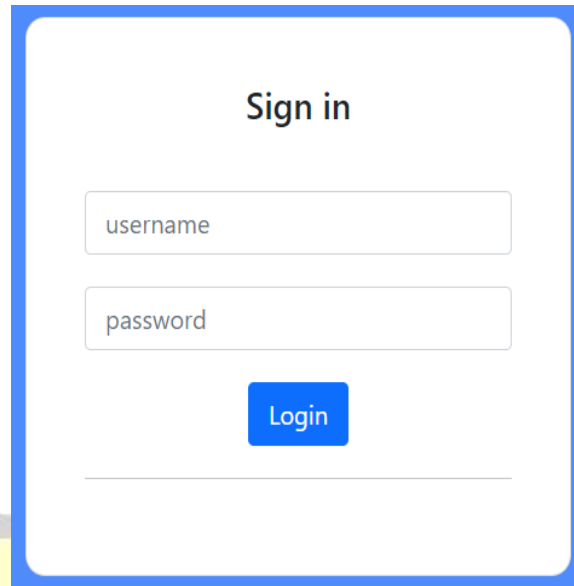
Pada Gambar 5 terlihat bahwa terdapat 5 tabel User, kriteria2, karyawan, penilaian2, dan laporan. Tabel karyawan saling berelasi dengan tabel penilaian2 dan laporan.



Gambar 5 Rancangan Basis Data

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tampilan Web Hak Akses Manajer Umum dan Manajer Kredit
Tampilan Menu Login Manajer Umum dan Manajer Kredit**

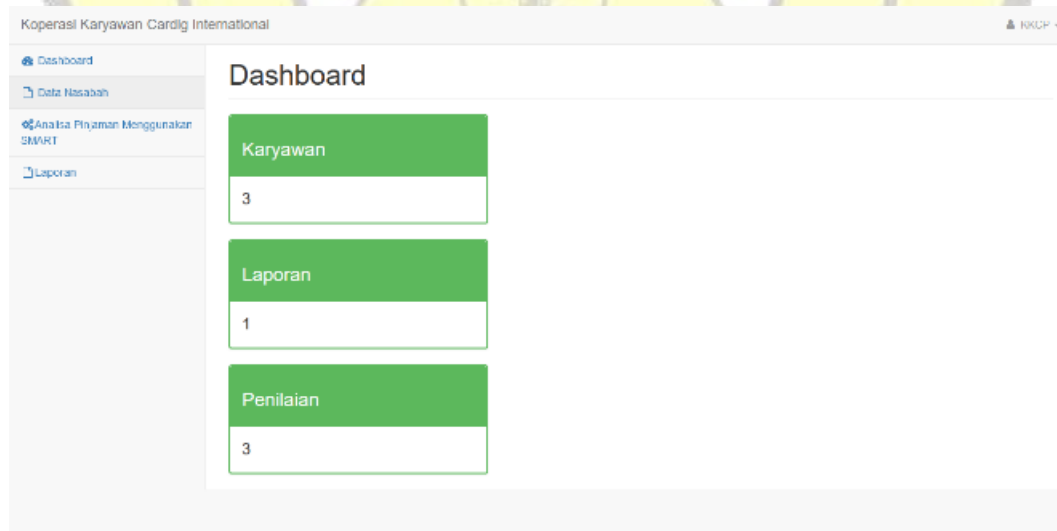


Gambar 6 Tampilan Menu Login Manajer Umum dan Manajer Kredit

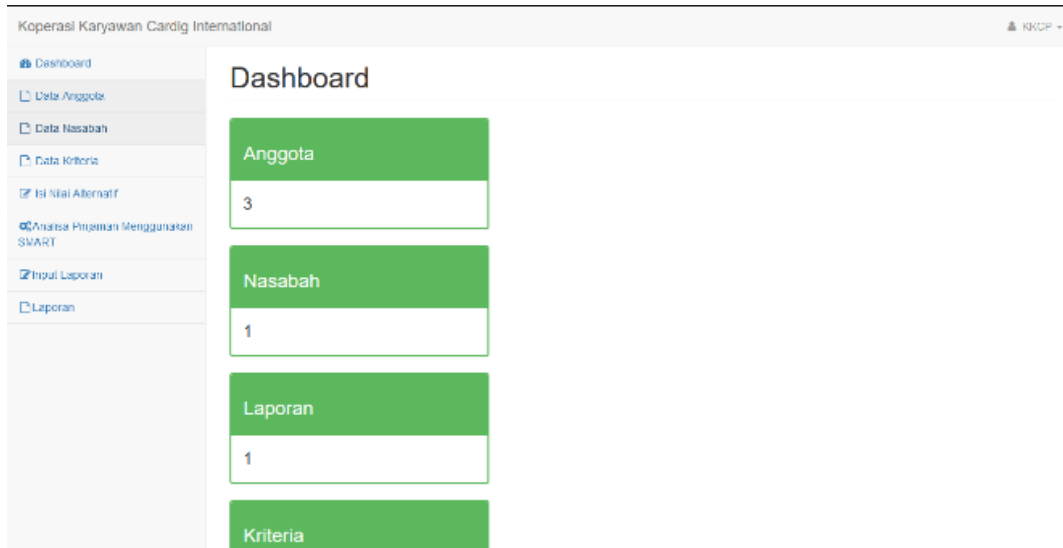
Gambar 6 memperlihatkan tampilan dari halaman login yang akan digunakan oleh pengguna. Dalam halaman ini, pengguna akan memasukkan username dan password dari sistem yang telah diberikan sebelumnya kepada pengguna.

Tampilan Menu Halaman Utama User dan Manajer Umum

Pada gambar 7 merupakan tampilan *dashboard* data user untuk akses ke akses users, gambar 8 menampilkan *dashboard* untuk Manajer Umum. Tampilan Menu halaman utama/*dashboard* terdapat menu-menu yang digunakan untuk analisa kebutuhan peminjaman di koperasi dan juga menunjukkan *live count*.



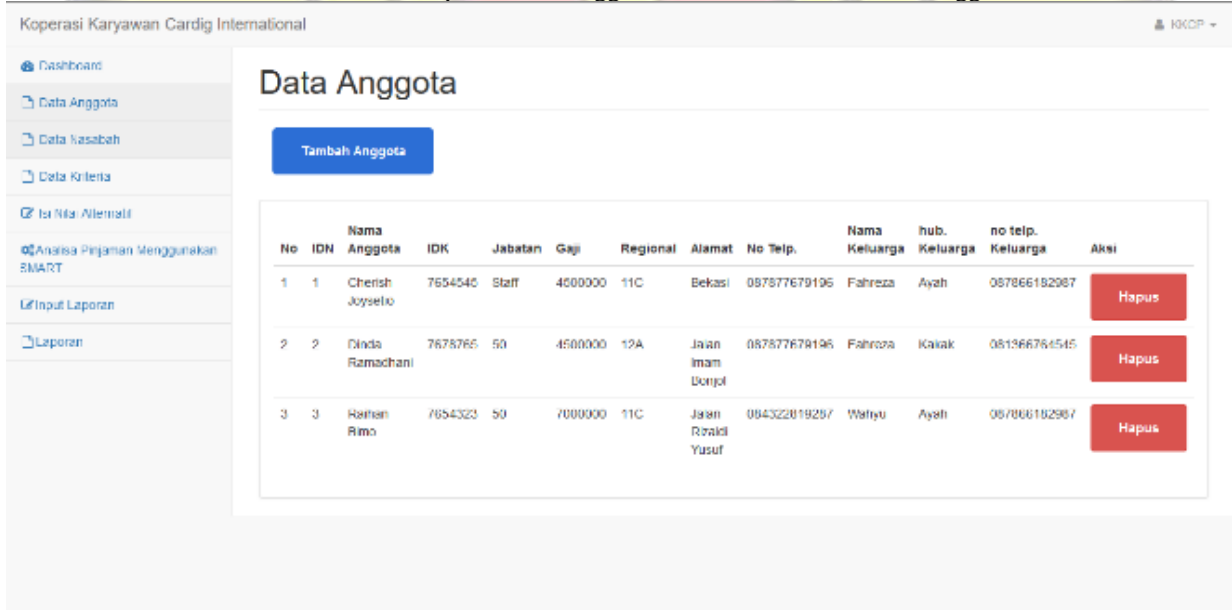
Gambar 7 Tampilan Menu Utama Halaman



Gambar 8 Tampilan Menu Utama Halaman Manajer Umum

Tampilan Menu Halaman Data Anggota

Menu Data Master untuk menampilkan data anggota serta menambahkan data anggota



Gambar 9 Tampilan Menu master Data Anggota

Tampilan Menu Halaman Data Kriteria dan Sub Kriteria

Menu untuk melihat detail data kriteria yang menjadi syarat peminjam di koperasi.

| No | Nama Kriteria | Bobot Kriteria | Bobot Relatif |
|-------|----------------|----------------|---------------|
| 1 | Gaji | 80 | 0.216 |
| 2 | jabatan | 70 | 0.189 |
| 3 | Jaminan | 80 | 0.216 |
| 4 | Usia | 60 | 0.162 |
| 5 | Besar Pinjaman | 80 | 0.216 |
| Total | | 370 | |

Gambar 10 Tampilan Data Master Data Kriteria

Tampilan Menu Halaman Data Penilaian

Pada menu penilaian untuk menambahkan data penilaian kriteria karyawan yang menjadi nasabah di koperasi XYZ dan sudah diinput bobot kriterianya oleh Manajer Kredit pada gambar 11

Pilih Karyawan: Cherish Joysetio

Gaji:

jabatan:

Jaminan:

Usia:

Besar Pinjaman:

| No | IDP | Nama Karyawan | Gaji | Jabatan | Jaminan | Usia | Besar Pinjaman | Aksi |
|----|-----|------------------|------|---------|---------|------|----------------|-------|
| 1 | 1 | Cherish Joysetio | 60 | 50 | 80 | 60 | | hapus |

Gambar 11 Tampilan Menu Halaman Data Penilaian

Tampilan Hasil Perhitungan SMART

Menu hasil perhitungan SMART untuk mengetahui kelayakan pemberian pinjaman

| No | IDN | Nama | Kedisiplinan | Gaji | Jabatan | Usia | Besar Pinjaman | Nilai Bobot Evaluasi | Kelayakan |
|----|-----|-----------------|--------------|------|---------|------|----------------|----------------------|-----------|
| 1 | 1 | Cherish Joyseto | 60 | 50 | 60 | 60 | 40 | 50.100 | layak |

Gambar 12 Hasil Perhitungan SMART

| IDP | IDK | nama | Nilai Evaluasi | Tanggal | status | Aksi |
|-----|---------|-------------|----------------|------------|--------|-------|
| 3 | 7554323 | Raihan Elmo | 60 | 2022-07-01 | Layak | hapus |

Gambar 13 Tampilan Hasil Laporan Penilaian

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa sistem proses penentuan kelayakan pemberian pinjaman yang menggunakan metode SMART untuk pengambilan keputusan multi atribut menunjukkan bahwa dari nilai bobot evaluasi, nilai terendah untuk dinyatakan layak adalah 50. Nilai bobot evaluasi dihitung berdasarkan faktor-faktor berikut: gaji, jabatan, usia, dan besar pinjaman. Hanya karyawan yang memenuhi kriteria yang dapat mendapatkan pinjaman di perusahaan XYZ.

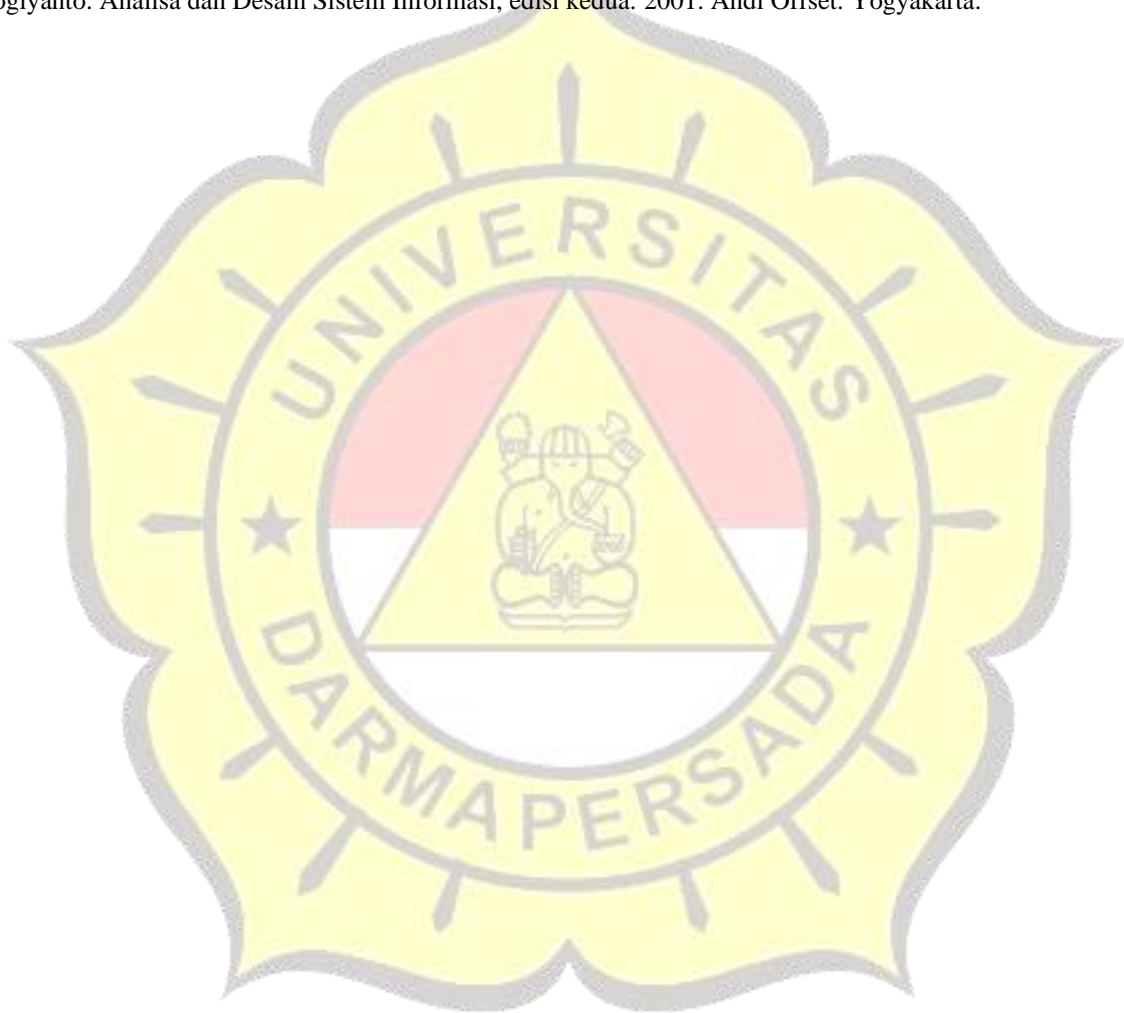
Saran

Aplikasi sistem informasi kelayakan pemberian pinjaman masih memiliki kekurangan sehingga perlu dilakukan pengembangan seiring dengan kemajuan jaman untuk menyesuaikan teknologi yang akan terus berkembang. Saran yang dapat diusulkan penulis diantaranya adalah sistem ini dapat dikembangkan menjadi lebih dinamis seperti adanya pengembangan mobile apps yang dapat memberikan info secara langsung progress pengajuan hingga jumlah cicilan. Dan bagi admin, dapat diberikan kemudahan dan fleksibilitas agar jumlah kriteria bisa diubah, baik menambah atau mengurangi jumlah kriteria dan sub kriteria yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Warseno, Yustina Retno Wahyu Utami, Andriani Kusumaningrum. Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemberian Pinjaman Dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) Pada Koperasi XYZ. 2021. Jurnal Ilmiah Sinus (JIS) Vol : 19, No. 1, ISSN (Print) : 1693-1173, ISSN (Online): 2548-4028
- [2] Nandik Sesnika, Desi Andreswari, Rusdi Efendi. Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Gedung Serba Guna Di Kota Bengkulu Dengan Menggunakan Metode SMART Berbasis Android, 2016. Vol. 4 No, 1 Maret 2016, ISSN : 2303-0755, Jurnal Rekursif

- [3] M. K. Arifin Tua Purba, S.Kom, “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN PEGAWAI BARU PADA PT. BANK CENTRAL ASIA Tbk CABANG PEMATANGSIANTA DENGAN METODE AHP,” 2017. J. Politek. Bisnis Indonesia.
- [4] Muslihudin, M., Triananingsih, F., kasmi, & Anggraei, L. Guru Dengan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Pada SMK. 2017. 2(2302–3805), 318–326
- [5] Romindo, Siti Hardianti. Penerapan Metode SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Usaha Rakyat Pada Bank Sumut (Studi Kasus:KCP Pasar Martubung).2019. Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing e-ISSN 2655-9102, Volume 1, No. 2. pp 1-9
- [6] Rudianto. Akuntansi Koperasi Edisi Ketiga. 2015. Jakarta: Erlangga
- [7] Mulyadi. Definisi Sistem Informasi. Anastasia Diana & Lilis Setiawati,2016. 7–25. Jakarta:Rineka Cipta.
- [8] Jogiyanto. Analisa dan Desain Sistem Informasi, edisi kedua. 2001. Andi Offset. Yogyakarta.



Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web dengan Laravel

Bagus Tri Mahardika^{1*}

¹ Dosen Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada,
Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : bagusunsada@gmail.com

Abstrak

Sistem Informasi Perpustakaan merupakan faktor pendukung kegiatan pendidikan di SMK, Proses yang ada saat ini masih konvensional yang bisa memperlambat proses peminjaman maupun pengembalian buku. Berdasarkan masalah tersebut, peneliti mengusulkan penerapan Sistem Informasi Perpustakaan berbasis framework laravel untuk membantu anggota maupun admin perpustakaan menemukan informasi buku dan dapat mengolah, menyimpan, dan mendistribusikan data buku dengan akurat. Tujuan dari aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan perpustakaan serta dapat merancang dan mengembangkan sebuah sistem informasi perpustakaan berbasis framework Laravel yang dapat digunakan di SMK. Sistem informasi perpustakaan ini dilengkapi dengan fitur-fitur seperti pencarian buku, peminjaman, pengembalian buku, serta terdapat laporan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem informasi perpustakaan yang dirancang dapat membantu pengelolaan perpustakaan di SMK menjadi efektif serta efisien.

Kata kunci: Framework Laravel, Sistem Informasi Perpustakaan, Efektivitas dan efisiensi, Pengelolaan perpustakaan

Abstract

Library Information System is one of the important aspects to support educational activities at SMK. The current process is still conventional, which can slow down the book borrowing and return process. Based on this problem, the researcher proposes the implementation of a Laravel-based Library Information System to assist library members and administrators in finding book information and accurately processing, storing, and distributing book data. The goal of this application is to improve efficiency and effectiveness in library management and to design and develop a Laravel-based library information system that can be used at SMK.. This library information system is equipped with features such as book search, borrowing, book return, and reporting. The results of this study show that the designed library information system can help improve the management of the library at SMK to be more effective and efficient.

Keyword: Laravel Framework, Library Information System, Effectiveness and Efficiency, Library Management.

1. PENDAHULUAN

Perpustakaan adalah faktor pendidikan yang sangat penting bagi seluruh civitas di SMK. Namun, pengelolaan perpustakaan yang masih menggunakan sistem manual dapat mengakibatkan berbagai masalah seperti kesulitan dalam mencari informasi buku, kesulitan dalam melacak buku yang dipinjam, dan informasi peminjam buku. Atas dasar itu, diperlukan sebuah sistem informasi perpustakaan yang dapat membantu pengelolaan perpustakaan menjadi efektif serta efisien.

Framework Laravel adalah salah satu framework yang sering digunakan untuk mengembangkan aplikasi berbasis web. Framework ini terdapat fitur yang lengkap dan mudah digunakan, sehingga cocok untuk digunakan dalam pengembangan sistem informasi perpustakaan. Dalam penelitian ini, Diharapkan sistem informasi perpustakaan yang dihasilkan dapat membantu pengelolaan perpustakaan menjadi lebih efektif dan efisien serta dapat meningkatkan kualitas pendidikan di SMK.

Berdasarkan analisa yang tertera di atas, muncul ide untuk mengatasi masalah di atas. laporan ini diberi judul "Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan berbasis FrameworkLaravel". Nantinya, diharapkan sistem ini akan sangat membantu efisiensi dalam mencari, mengunggah, mengedit atau pun menghapus data sebuah buku pada suatu Perpustakaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Perpustakaan

Perpustakaan adalah suatu unit kerja dari suatu lembaga yang berisi koleksi buku sebagai penunjang dalam meningkatkan sumber belajar yang diatur untuk dibaca, dipelajari, dan dijadikan bahan rujukan. Istilah lain yang berkaitan dengan pustaka ialah kepustakawaan, dalam bahasa Inggris disebut librarianship. Perpustakaan memiliki beberapa tujuan, antara lain penyimpanan, penelitian, informasi, dan pendidikan.

Perpustakaan berfungsi sebagai wahana pendidikan, penelitian, pelestarian, informasi, dan rekreasi untuk meningkatkan kecerdasan dan keberdayaan bangsa. Untuk mencapai status "perpustakaan ideal," perpustakaan harus memiliki desain ruang yang menarik, koleksi yang variatif, layanan yang beragam, dan pustakawan yang berkualitas.

Peningkatan peran perpustakaan juga melibatkan peningkatan kemampuan bagi tenaga perpustakaan melalui pelatihan dasar pengelolaan perpustakaan, sehingga mereka dapat memberikan layanan yang berkualitas dan bermutu

2.2 Definisi Aplikasi

Berdasarkan definisi umum, aplikasi adalah program komputer yang dibuat untuk melaksanakan fungsi tertentu dan digunakan untuk memecahkan masalah dengan aturan yang sesuai dengan bahasa pemrogramannya. Aplikasi juga dapat digunakan sebagai alat terapan yang khusus dan terpadu sesuai dengan kemampuannya dan siap digunakan oleh pengguna.

Aplikasi merupakan suatu perangkat lunak komputer yang memanfaatkan kemampuan komputer secara langsung untuk melakukan fungsi tertentu, baik untuk pengguna akhir maupun aplikasi lain.

Aplikasi juga dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mempermudah dan mempercepat proses pekerjaan

2.3 Definisi Framework

Framework, atau kerangka kerja, adalah kumpulan fungsi, prosedur, dan kelas yang telah disediakan untuk tujuan tertentu. Dirancang untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan seorang programmer dengan menyediakan fungsi dan kelas yang sudah siap pakai.

Framework juga dapat membantu dalam memperkuat keamanan aplikasi, memperpendek kode, meningkatkan kecakapan database, serta memfasilitasi proses pemrograman dan kerja sama antarprogrammer dalam sebuah proyek.

2.4 Definisi Laravel

Laravel adalah sebuah framework berbasis bahasa pemrograman PHP yang memiliki banyak fitur modern yang sangat membantu para pengembang dalam pembuatan aplikasi dan pengembangan website. Beberapa keunggulan Laravel meliputi penggunaan Command Line Interface (CLI) Artisan, penggunaan package manager PHP Composer, penulisan kode program yang lebih singkat, mudah dimengerti, dan ekspresif. Laravel juga dapat digunakan untuk membantu proses pengembangan sebuah website agar lebih maksimal dan dinamis.

Dengan menggunakan Laravel, website yang dihasilkan akan lebih dinamis dan memiliki performa yang lebih baik. Laravel juga memiliki fitur-fitur yang lengkap dan mudah dimengerti, seperti Eloquent ORM, Blade Template Engine, Routing, dan Modularity.

Selain itu, Laravel juga dapat membantu dalam memperkuat keamanan aplikasi dan melindungi dari serangan siber seperti injeksi SQL Injection, cross-site request forgery, dan data tempering

2.5 Definisi Livewire

Laravel Livewire merupakan framework PHP yang menawarkan fitur real-time, sehingga memungkinkan pemrosesan input lebih cepat dibandingkan framework lainnya. Hal ini memungkinkan pemrosesan masukan tanpa perlu memuat ulang seluruh halaman, sehingga sangat berguna untuk menangani data dalam jumlah besar dan menghemat waktu.

Kerangka kerja ini menyediakan cara yang mulus untuk membangun aplikasi web yang sangat interaktif dengan PHP, Laravel, dan Blade, dan menawarkan berbagai fitur seperti validasi waktu nyata, pengunggahan file, dan pemuatan lambat, sehingga memudahkan pembuatan antarmuka web yang dinamis dan efisien.

2.6 Database (Basis Data)

Basis data adalah kumpulan informasi atau data terstruktur terorganisir yang biasanya disimpan secara elektronik dalam sistem komputer. Biasanya dikendalikan oleh sistem manajemen basis data (DBMS), dan bersama-sama, data dan DBMS, beserta aplikasi yang terkait dengannya, disebut sebagai sistem basis data. Data dalam database biasanya dimodelkan dalam baris dan kolom dalam serangkaian tabel, dan data dapat dengan mudah diakses, dikelola, dimodifikasi, diperbarui, dikontrol, dan diatur. Sebagian besar database menggunakan

bahasa kueri terstruktur (SQL) untuk menulis dan menanyakan data.

Basis data memungkinkan banyak pengguna mengakses dan menanyakan data dengan cepat dan aman menggunakan logika yang sangat kompleks. Ada banyak tipe database yang berbeda, dan database terbaik untuk organisasi tertentu bergantung pada bagaimana organisasi tersebut bermaksud menggunakan data. Keamanan basis data yang kuat sangat penting saat ini, karena pencurian data menjadi lebih sering terjadi

Berdasarkan pengertian yang ditemukan, dapat disimpulkan bahwa database adalah kumpulan informasi atau data yang disimpan secara sistematis di dalam komputer dan dapat dikendalikan oleh program komputer untuk mengambil informasi dari database. Data dalam database biasanya diorganisasikan dalam bentuk tabel yang terdiri dari baris dan kolom, dan dapat dengan mudah diakses, dikelola, dimodifikasi, diperbarui, dikontrol, dan diorganisasi. Database dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti bisnis, pendidikan, pemerintahan, dan lainnya untuk menyimpan informasi seperti data pelanggan, transaksi, inventori, dan lainnya. Database juga dapat diakses oleh banyak pengguna secara bersamaan dan dengan cepat menggunakan logika yang sangat kompleks. Ada banyak jenis database yang tersedia, dan pilihan terbaik untuk organisasi tertentu tergantung pada bagaimana organisasi tersebut bermaksud menggunakan data. Keamanan database yang kuat sangat penting saat ini, karena pencurian data semakin sering terjadi.

2.7 MySQL

Berdasarkan informasi yang ditemukan, dapat disimpulkan bahwa MySQL adalah sebuah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis di bawah lisensi GPL (General Public License). MySQL memungkinkan pengguna untuk menyimpan, mengatur, dan mengakses data dengan mudah. MySQL juga dikenal karena kemudahannya dalam digunakan, kinerja query yang cepat, dan cocok digunakan untuk kebutuhan database perusahaan skala menengah kecil. Meskipun MySQL dapat digunakan secara bebas, namun tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersial. MySQL juga merupakan salah satu RDBMS yang paling populer dan banyak digunakan di dunia, dan digunakan oleh banyak aplikasi web terkenal.

2.8 Laragon

Laragon adalah perangkat lunak gratis yang menyediakan lingkungan pengembangan lokal dengan berbagai layanan, alat, dan fitur, termasuk Apache, PHP Server, PHPMyAdmin, MySQL, Memcached, Redis, Composer, Xdebug, Cmder, dan Laravel. Ini dirancang agar cepat, ringan, mudah digunakan, dan mudah diperluas, sehingga cocok untuk membangun dan mengelola aplikasi web modern. Laragon menawarkan antarmuka yang ramah pengguna dan memungkinkan pengembangan lokal yang cepat dan efisien. Ini tersedia untuk Windows dan menyediakan lingkungan pengembangan portabel, terisolasi, dan kuat untuk PHP, Node.js, Python, Java, Go, dan Ruby. Laragon dikenal karena kesederhanaan, stabilitas, fleksibilitas, dan kinerjanya, dan banyak digunakan oleh pengembang web untuk pengembangan lokal.

3. METODOLOGI

Berdasarkan hasil pencarian, metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah mixed-method, yaitu mengombinasikan metode penelitian kualitatif dan kuantitatif. Lokasi penelitian dilakukan di SMK Kota Bekasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, data primer diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung, serta data sekunder berasal dari dokumentasi dan referensi studi kepustakaan, jurnal, dan artikel.

Metode mixed-methods adalah pendekatan penelitian yang mengkombinasikan antara penelitian kualitatif dengan penelitian kuantitatif untuk memperoleh data yang lebih komprehensif, valid, reliabel, dan objektif. Analisis data dalam penelitian mixed-methods dapat dilakukan melalui beberapa cara, yaitu analisis campuran bersamaan, analisis kualitatif-kuantitatif bertahap, dan analisis kuantitatif-kualitatif bertahap.

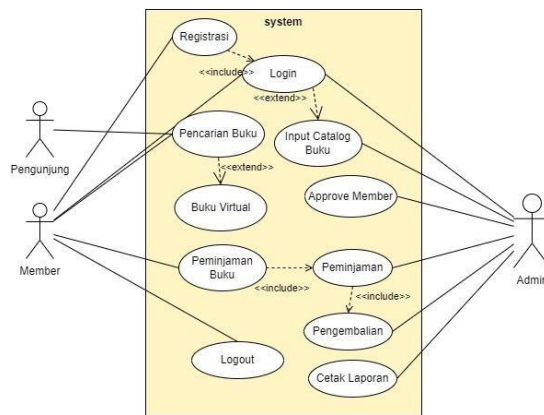
Teknik pengumpulan data dalam metode mixed-methods dapat dilakukan dengan strategi metode campuran bertahap (sequential mixed methods) terutama strategi eskplanatoris sekuensial, yaitu dengan melakukan wawancara terlebih dahulu untuk mendapatkan data kualitatif diikuti data kuantitatif. Data kualitatif dan kuantitatif dikumpulkan dalam waktu yang sama dan dianalisis..

4 PEMBAHASAN

a. Analisa Sistem Berjalan

Perpustakaan ini masih menggunakan sistem manual, sehingga layanan anggota tidak dapat berjalan dengan baik. Selain itu, perpustakaan juga tidak memiliki buku pegangan untuk membantu anggota menemukan koleksi buku, sehingga menjadi sulit bagi anggota untuk mencari buku yang ingin dipinjam atau dicari. Perpustakaan perlu sistem yang dapat mengkomputerisasi dan mengimplementasikan semua proses agar informasi dapat diperoleh dengan cepat, akurat, dan tepat. Informasi yang didapat untuk anggota berupa koleksi buku perpustakaan. Sistem ini juga berguna untuk menjaga informasi dasar seperti daftar buku, akses login

anggota, data anggota, dan laporan peminjaman dan pengembalian buku bagi admin.



Gambar 1. Use Case Aplikasi Perpustakaan Berbasis Visual

a. Perancangan Database

1. Tabel Users

| sisfo-pustaka users |
|---------------------------|
| id : bigint unsigned |
| username : varchar(255) |
| password : varchar(255) |
| no_hp : varchar(255) |
| alamat : text |
| status : varchar(255) |
| created_at : timestamp |
| updated_at : timestamp |
| deleted_at : timestamp |
| role_id : bigint unsigned |

Gambar 2. Tabel Users

2. Tabel Book Category

| sisfo-pustaka book_category |
|---------------------------------|
| id : bigint unsigned |
| # book_id : bigint unsigned |
| # category_id : bigint unsigned |
| created_at : timestamp |
| updated_at : timestamp |

Gambar 3. Tabel Book Category

3. Tabel Book Category

| sisfo-pustaka book_category |
|---------------------------------|
| id : bigint unsigned |
| # book_id : bigint unsigned |
| # category_id : bigint unsigned |
| created_at : timestamp |
| updated_at : timestamp |

Gambar 3. Tabel Book Category

1. Tabel Books

| sisfo-pustaka books | |
|---------------------|-------------------|
| id | : bigint unsigned |
| kode_buku | : varchar(255) |
| judul | : varchar(255) |
| cover | : varchar(255) |
| jilid | : varchar(255) |
| cetakan | : varchar(255) |
| edisi | : varchar(255) |
| kata_kunci | : varchar(255) |
| bahasa | : varchar(255) |
| isbn_issn | : varchar(255) |
| halaman | : varchar(255) |
| tahun_terbit | : varchar(255) |
| kota_terbit | : varchar(255) |
| penerbit | : varchar(255) |
| pengarang | : varchar(255) |
| abstrak | : text |
| url | : varchar(255) |
| file | : varchar(255) |
| status | : varchar(255) |
| created_at | : timestamp |
| updated_at | : timestamp |

Gambar 4. Tabel Books

2. Tabel Rent Logs

| sisfo-pustaka rent_logs | |
|-------------------------|-------------------|
| id | : bigint unsigned |
| user_id | : bigint unsigned |
| book_id | : bigint unsigned |
| rent_date | : date |
| return_date | : date |
| actual_return_date | : date |
| created_at | : timestamp |
| updated_at | : timestamp |

Gambar 5. Tabel Rent Logs

4. Tabel Role

| sisfo-pustaka roles | |
|---------------------|-------------------|
| id | : bigint unsigned |
| name | : varchar(100) |
| created_at | : timestamp |
| updated_at | : timestamp |

Gambar 6. Tabel Role

5. Tabel Categories

| sisfo-pustaka categories | |
|--------------------------|-------------------|
| id | : bigint unsigned |
| name | : varchar(100) |
| created_at | : timestamp |
| updated_at | : timestamp |

Gambar 7. Tabel Categories

b. Pembuatan User Interface

Gambar 8 merupakan menu pertama saat website di jalankan. Di menu awal ini, user tidak perlu login untuk mendapatkan data dari buku yang ingin di cari, user hanya perlu mengeklik menu book list atau scroll ke

bawah, maka data buku akan muncul. Untuk lebih lengkap nya lagi, user diperkenankan untuk login.



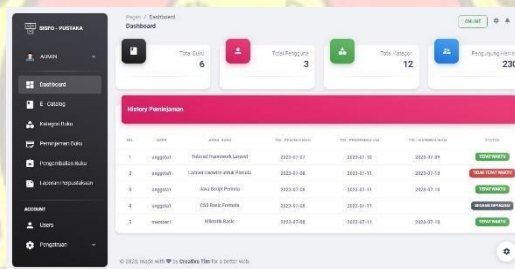
Gambar 8. Form Menu Awal

Menu login ini digunakan untuk memasukkan username dan password oleh pengguna. Form ini digunakan untuk melakukan validasi akses dan membatasi akses ke sistem atau aplikasi.



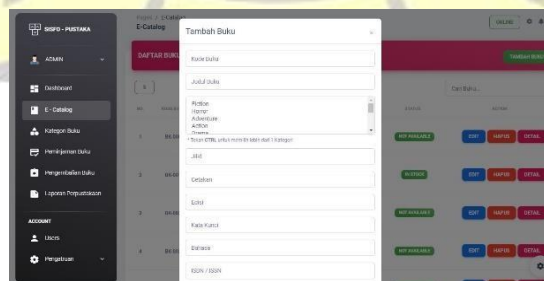
Gambar 9. Menu Login

Pada Dashboard Admin ini terdapat beberapa menu, yaitu, Menu Approve Anggota, Menu Input Buku, Menu Input Peminjaman, dan Menu Input Pengembalian. Dashboard Admin dapat dilihat dari gambar 10 berikut.



Gambar 10. Menu Dashboard

Menu input buku ini digunakan untuk memasukan data-data buku, dalam form tambah buku terdapat input data seperti Kode buku, tipe buku, judul, penulis, tahun terbit, halaman, asal kota, penerbit, url, isbn/issn dan file. Dalam menu ini juga tersedia fitur pencarian untuk mencari buku mana yang tersedia, serta edit, dan delete. Menu Input Buku bisa dilihat di gambar 11 sebagaiberikut.



Gambar 11. Menu Input Buku

Menu kategori ini digunakan untuk menambah kategori untuk buku. Menu Kategori bisa dilihat di gambar 5.5 sebagai berikut.



| Kode Buku | Judul Buku | Kategori | Penyedia | Tahun Terbit | Jumlah | Kondisi | Penyakit | URL | ISBN |
|-----------|------------|-------------------|-----------------|--------------|--------|---------|-----------------|------------------|----------|
| 1000-001 | Buku | Aplikasi Ekstrem | Gramedia | 2022 | 20 | Baik | Gramedia | https://pengu... | 1121180 |
| 1000-002 | Jurnal | Perempuan di D... | SMK Pelita Alam | 2023 | 25 | Jalarta | SMK Pelita Alam | | 29422977 |

Gambar 12. Menu Kategori

Menu Peminjaman Buku ini digunakan oleh Admin untuk anggota yang ingin meminjam buku agar lebih terorganisir. Dalam form ini juga tersedia fitur pencarian data untuk mencari anggotamana yang sudah meminjam buku. Form input

5 PENGUJIAN

Pengujian terhadap Sistem Informasi Perpustakaan berbasis Framework Laravel yang dikembangkan untuk SMK Kota Bekasi.

Hasil dari pengujian ini adalah untuk menentukan aplikasi tersebut dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan memenuhi kebutuhan pengguna.

a. Metode Pengujian

Dalam pengujian sistem informasi perpustakaan berbasis Framework Laravel yang dikembangkan untuk SMK Kota Bekasi, beberapa metode pengujian yang dapat digunakan antara lain:

1. Sistem Login
 - Memastikan bahwa fitur login dapat menerima input username dan password yang valid.
 - Memverifikasi bahwa pengguna yang berhasil login diarahkan ke halaman yang sesuai.
 - Menguji fitur registrasi untuk memastikan pengguna baru dapat membuat akun dengan informasi yang valid.
 - Memverifikasi bahwa fitur lupa password berfungsi dengan baik
2. Penambahan User
 - Memastikan bahwa fitur penambahan user dapat menerima input data pengguna yang valid.
 - Memverifikasi bahwa data pengguna yang baru ditambahkan tersimpan dengan benar dalam sistem.
 - Menguji kemampuan sistem dalam menampilkan daftar pengguna yang sudah terdaftar.
3. Penambahan Buku
 - Memastikan bahwa fitur penambahan buku dapat menerima input data buku yang valid.
 - Memverifikasi bahwa data buku yang baru ditambahkan tersimpan dengan benar dalam sistem.
 - Menguji kemampuan sistem dalam menampilkan daftar buku yang sudah ada.
4. Peminjaman Buku
 - Memastikan bahwa fitur peminjaman buku dapat menerima input data peminjaman yang valid, termasuk ID buku dan ID pengguna.
 - Memverifikasi bahwa sistem mengelola persediaan buku dengan benar, yaitu mengurangi jumlah buku yang tersedia setelah peminjaman.
 - Menguji kemampuan sistem dalam menyimpan catatan peminjaman yang terkait dengan pengguna yang bersangkutan.
5. Pengembalian Buku
 - Memastikan bahwa fitur pengembalian buku dapat menerima input data pengembalian yang valid, termasuk ID buku dan ID pengguna.

Memverifikasi bahwa sistem mengupdate persediaan buku dengan benar, yaitu menambah jumlah buku yang tersedia setelah pengembalian

Menguji kemampuan sistem dalam menyimpan catatan pengembalian yang terkait dengan pengguna yang bersangkutan.

b. Hasil Pengujian

Berikut adalah hasil pengujian dari masing-masing fitur:

1. Sistem Login :
 - Pengujian fungsional sistem login berhasil dilakukan.
 - Pengguna dapat login dengan username dan pass nya.
 - Pengguna baru dapat mendaftar dan membuat akun baru.
 - Fitur lupa password berfungsi dengan baik
2. Penambahan User :

- Pengujian fungsional penambahan user berhasil dilakukan.
 - Data pengguna baru dapat ditambahkan dengan sukses.
 - Sistem dapat menampilkan daftar pengguna yang sudah terdaftar dengan benar.
3. Penambahan Buku :
 - Pengujian fungsional penambahan buku berhasil dilakukan.
 - Data buku baru dapat ditambahkan dengan sukses.
 - Sistem dapat menampilkan daftar buku yang sudah ada dengan benar.
 4. Peminjaman Buku :
 - Pengujian fungsional peminjaman buku berhasil dilakukan.
 - Data peminjaman buku dapat dimasukkan dengan benar.
 - Persediaan buku berhasil dikurangi setelah peminjaman.
 5. Pengembalian Buku :
 - Pengujian fungsional pengembalian buku berhasil dilakukan.
 - Data pengembalian buku dapat dimasukkan dengan benar.
 - Persediaan buku berhasil ditambah setelah pengembalian.

6 KESIMPULAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan sistem informasi perpustakaan dengan Framework Laravel yang dikembangkan untuk SMK Kota Bekasi telah berhasil melewati pengujian fungsionalitas utama, yaitu sistem login, penambahan user, penambahan buku, peminjaman buku, dan pengembalian buku.

Sistem telah dapat berjalan normal dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

b. Saran

1. Lakukan pengujian lebih mendalam untuk menemukan dan memperbaiki bug atau masalah kecil yang mungkin terlewatkan selama pengujian awal. Ini akan meningkatkan kualitas dan kehandalan sistem secara keseluruhan.
2. Lakukan pengujian kinerja dan stres pada sistem untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat menangani beban yang tinggi dan situasi ekstrem. Identifikasi dan perbaiki masalah kinerja jika ditemukan.
3. Libatkan staf perpustakaan dan siswa dalam proses pengujian untuk mendapatkan umpan balik langsung. Berikan kesempatan bagi mereka untuk memberikan saran dan masukan untuk perbaikan atau peningkatan lebih lanjut.
4. Pertimbangkan jadwal pemeliharaan dan pembaruan rutin untuk menjaga kehandalan dan keamanan sistem. Lakukan pembaruan framework dan komponen terkait serta terapkan patch keamanan.

REFERENSI

- [1] A. Eskha, "Peran Perpustakaan Sebagai Sumber Belajar," *J. Imam Bonjol Kaji. Ilmu Inf. dan Perpust.*, vol. 2, no. 1, hal. 12–18, 2018.
- [2] S. F. Pane, W. K. Sari, dan Z. A. Wicaksono, *Membuat Aplikasi Pengolahan Data Administrasi Barang Menggunakan Aplikasi Apex Online*. Kreatif, 2020. [Daring]. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=3s3XDwAAQBAJ&lpg=PP1&hl=id&pg=PA41#v=onepage&q&f=false>
- [3] M. (2018) Siregar, H. F., Siregar, Y. H., & Melani, "Perancangan Aplikasi Komik Hadist Berbasis Multimedia. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 2(2), 113-121.," *JurTI (Jurnal Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 2, hal. 113–121, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://www.jurnal.una.ac.id/index.php/jurTI/article/view/425>
- [4] T. Bin Tahir, M. Rais, dan M. Apriyadi HS, "Aplikasi Point OF Sales Menggunakan Framework Laravel," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, hal. 55–59, 2019, doi: 10.33387/jiko.v2i2.1313.
- [5] M Ali Maksum, "Apa itu Laravel? Pengertian, Fitur dan Kelebihannya," 2022. <https://www.dewaweb.com/blog/apa-itu-laravel/> (diakses 8 Juni 2023).
- [6] A. Amarulloh, "ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA WEB SERVICE REST MENGGUNAKAN FRAMEWORK LARAVEL, DJANGO, DAN Node JS PADA APLIKASI BERBASIS WEBSITE," vol. 09, no. 01, hal. 12–17, 2023.
- [7] A. F. Daru dan W. Adhiwibowo, "Penerapan Metode Rapid Application Development Untuk Mengembangkan Sistem Informasi Stok Barang Menggunakan Livewire Laravel," *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 12, no. 2, hal. 48–57, 2021, doi: 10.51903/jtikp.v12i2.271.
- [8] A. Andaru, *PENGERTIAN DATABASE SECARA UMUM*. Fakultas Komputer Section Class Content, 2018. doi: 10.31219.

- [9] N. R. Yanti, Alimah, dan D. A. Ritonga, "Implementasi Algoritma Data Encryption Standard Pada Penyandian Record Database," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 1, hal. 23, 2018, doi: 10.30645/j-sakti.v2i1.53.
- [10] M. S. Novendri, A. Saputra, dan C. E. Firman, "APLIKASI INVENTARIS BARANG PADA MTS NURUL ISLAM DUMAI MENGGUNAKAN," *Lentera Dumai*, vol. 10, no. 2, hal. 46–57, 2019.
- [11] I. Warman dan R. Ramdaniyah, "ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA QUERY DATABASE MANAGEMENT SYSTEM (DBMS) ANTARA MySQL 5.7.16 DAN MARIADB 10.1," *J. Teknoif*, vol. 6, no.1, hal. 32–41, 2018, doi: 10.21063/jtif.2018.v6.1.32-41.
- [12] S. Rejeki, I. Nawangsih, dan S. Setiawati, "Perancangan Sistem Informasi Persediaan Barang Menggunakan Visual Basic 2010 (Vb.Net) Pada PT. Solusi Rekatama Makmur," *J. Inform. Inf. Secur.*, vol. 2, no. 1, hal. 45–56, 2021, doi:10.31599/jiforty.v2i1.650.
- [13] I. S. Putra, F. Ferdinandus, dan M. Bayu, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Paket Pernikahan Dengan Metode Saw Berbasis Web," *CAHAYAtech*, vol. 8, no. 2, hal. 136, 2019, doi: 10.47047/ct.v8i2.50.



Pengembangan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) Turbin Angin 500 Watt, dalam Merespon Fluktuasi Angin

Wisnu Budiarto^{1*}

¹Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada,
Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Korespondensi : budiartowisnu@gmail.com

Abstrak

Meskipun potensi energi angin di Indonesia sebesar 9,2 GW, hanya 1,6 MW yang telah dimanfaatkan. Sebaran anginnya masih rendah, berkisar antara 2,5 hingga 6 m/s, dan karakter anginnya sangat beragam, yang menyebabkan profil kecepatan angin berubah drastis. Fokus penelitian ini adalah menciptakan Maximum Power Tracking (MPPT) pada turbin angin 500 watt untuk menanggapi fluktuasi angin. Kontrol logika fuzzy digunakan dalam penelitian ini. Input dP dan dV diperoleh dari kecepatan angin dan variasi arah angin melalui distribusi Weibull. Studi ini menemukan dua aturan *positive small* (PS) dan *negative big* (NB) yang terhubung ke konverter DC-DC melalui *duty-cycle* logika fuzzy. Dengan menambah kedua aturan ini, efisiensi output daya MPPT dapat ditingkatkan, terutama untuk turbin angin 500 watt yang merespon fluktuasi angin.

Kata Kunci: MPPT; Turbin Angin 500 Watt; Fuzzy Logic; Distribution Weibull

Abstract

Despite Indonesia's 9.2 GW potential for wind energy, just 1.6 MW of it has been used. The wind speed profile varies significantly because of the wind's highly variable character and low distribution, which ranges from 2.5 to 6 m/s. The focus of this research is to create Maximum Power Tracking (MPPT) on a 500 watt wind turbine to respond to wind fluctuations. Fuzzy logic control is used in this research. The dP and dV inputs are obtained from wind speed and wind direction variations via the Weibull distribution. This study found two rules of *positive small* (PS) and *negative big* (NB) connected to the DC-DC converter via *duty-cycle* fuzzy logic. By adding these two rules, the MPPT power output efficiency can be increased, especially for 500 watt wind turbines that respond to wind fluctuations.

Keywords: MPPT, Turbin Angin 500 Watt, Fuzzy Logic, Weibull Distribution

1. Pendahuluan

Potensi energi angin yang mencapai 9,2 GW, Indonesia memiliki sumber daya yang sangat besar untuk dikembangkan menjadi sumber energi terbarukan. Namun, saat ini hanya sekitar 1,6 MW [1] dari potensi tersebut yang dapat dimanfaatkan secara efektif. Upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi angin ini merupakan langkah penting dalam menjaga keberlanjutan pasokan energi.

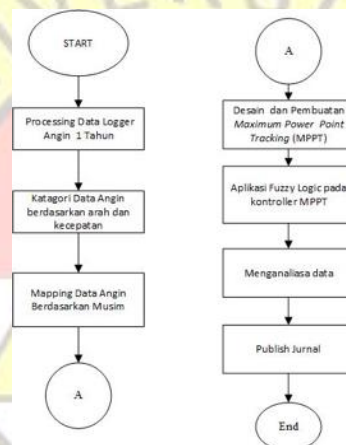
Di Indonesia, penyebaran angin terhadap potensi energi angin masih rendah, dengan kecepatan 2,5–6 m/s [2] dan karakteristik angin yang beragam, yang mengubah profil kecepatan angin secara signifikan. Perubahan kondisi ini sangat menghambat pemanfaatan energi angin. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem turbin angin yang mengoptimalkan kendala ini. Mulai dari bilah, generator, hingga kontrol, ada banyak cara untuk mengoptimalkan turbin angin. Untuk mengoptimalkan produksi energi tenaga angin, mereka harus dilengkapi dengan sistem kendali MPPT, yang berarti *Maximum Power Point Tracking* [3].

Metode pengukuran titik daya maksimum (MPPT) adalah teknik yang digunakan untuk menentukan titik terbaik dari sumber daya untuk memperoleh nilai daya maksimal. Dalam kondisi angin yang berubah-ubah, ini dapat memberikan nilai arus dan tegangan yang berbeda-beda, sehingga diperlukan sistem kendali yang diharapkan mampu mengubah energi secara optimal untuk mengatasi perubahan kondisi angin [4], dari sistem turbin angin yang menghasilkan 2999,88 watt dengan daya 3000 watt pada kecepatan maksimum 10 m/s, yang menunjukkan bahwa P&O dapat meningkatkan efisiensi keseluruhan

sistem turbin angin sebesar 99% pada kecepatan tinggi. Namun, dengan distribusi sekitar 6,5 persen pada kecepatan rendah, hasilnya adalah 695,30 watt, yang menunjukkan bahwa efisiensi yang diperoleh adalah 23% jika kita menggunakan data masalah sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya, Putri menentang penggunaan P&O karena metode tersebut bertentangan dengan apa yang disampaikan Syahputra. P&O dapat menyebabkan osilasi dalam kondisi seimbang jika langkah reaksi dilakukan terlalu cepat dan bervariasi. tetapi sebaliknya jika langkah reaksi dilakukan. Dalam jangka panjang, sistem koreksi lebih baik dengan lambat, karena efek respon tertundanya meningkatkan akurasi dan kemampuan untuk mencapai daya maksimum, respon yang panjang, di sisi lain, mengurangi efisiensi karena tidak dapat mengatasi perubahan kondisi dan fluktuasi angin dapat berubah setiap detik [6].

Metode tambahan untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh turbin angin adalah MPPT berbasis fuzzy yang menggunakan analisis komparatif dan perbaikan yang menggunakan Perbedaan Integrator Proportional (PID) [7]. Hasil dari metode MPPT PID menunjukkan bahwa masukan arus angin memiliki nilai rendah, yaitu 500, dengan kestabilan waktu keluaran 10 dan efisiensi 85%. Masukan arus angin memiliki nilai tertinggi, yaitu 2000, dengan kestabilan waktu keluaran 10 dan Metode P&O dapat meningkatkan efisiensi pada kecepatan angin tinggi, tetapi tidak dapat mengatasi perubahan kondisi angin [6]. Selain itu, menurut Tiwari & Babu, metode fuzzy PID dapat meningkatkan MPPT pada kecepatan angin tinggi, tetapi gagal pada kecepatan angin rendah.[7] Oleh karena itu, penelitian tentang pengembangan MPPT pada turbin angin kecil 500 watt dalam respons fluktuasi angin harus dilakukan. Sehubungan dengan perubahan kondisi angin, metode ini diharapkan dapat meningkatkan output maksimum MPPT.

2. Metodologi



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Data eksperimen digunakan dalam penelitian ini untuk mengembangkan MPPT dari hasil metode perturb dan observasi (P&O) [5][6], logika fuzzy[7], dan TSR & OTC [8]. Peneliti menggunakan metode logika fuzzy untuk mengembangkan MPPT, Langkah pertama adalah memproses data yang disimpan atau dibuat dari logger selama satu tahun. Kemudian, data kecepatan dan arah angin dikategorikan berdasarkan musim selama satu tahun.

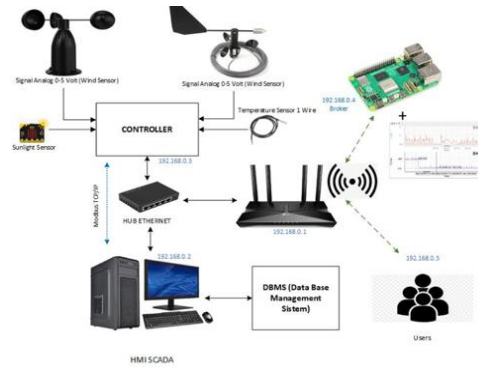
Langkah berikutnya adalah merancang dan membuat MPPT menggunakan desain program fuzzy logic untuk proses kontrol. Penelitian ini menemukan cara terbaik untuk meningkatkan efisiensi turbin angin 500 watt, dengan melakukan analisis data proses pemantauan untuk menentukan kinerja MPPT pada turbin angin 500 watt.

3. Landasan Teori

3.1 Pre-Prosesing Data

Penelitian ini menggunakan sistem pemantauan data logger berbasis web atau cloud. Gambar 2 adalah Diagram blok sistem [9]. Tujuan dari sistem monitoring data logger berbasis web atau cloud adalah untuk melakukan penelitian ini sehingga pengguna dapat memantau datanya tanpa melakukan inspeksi di

tempat setiap hari. Dalam hal lain, sistem pemantauan jaringan berbasis cloud memiliki kemampuan untuk melaporkan masalah atau kegagalan sistem [10].



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Datalogger

Studi ini menggunakan analisis potensi angin sebagai patokan untuk pemetaan data angin selama satu tahun. Dalam proses pengolahan data, metode distribusi Weibull biasanya digunakan untuk mengubah potensi energi yang dicatat oleh datalogger. Bentuk dan parameter skala metode ini digunakan untuk mengurangi kesalahan pada sampel kecil. Metode ini menggunakan bentuk dan parameter skala untuk mengurangi kesalahan pada sampel kecil. [11].

Pola fluktuasi kondisi angin berulang sepanjang tahun karena bergantung pada matahari dan musim, sehingga diperlukan data relatif jangka pendek dan jangka panjang untuk menghitung potensi angin yang akurat [12]. Metode statistik ini dibahas dalam persamaan statistik berikut [13]:

$$\bar{U} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^w m_i u_i \tag{1}$$

Variable \bar{U} adalah kecepatan angin rata-rata, variable m_i adalah jumlah data angin i, kecepatan angin u_i adalah kecepatan angin i, dan variable n adalah data kecepatan angin total jumlah dan kecepatan angin masing-masing i. Persamaan standar deviasi σ^2 yang menunjukkan kecepatan angin diberikan di bawah ini.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^w m_i u_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^w m_i u_i \right)^2 \right] \tag{2}$$

Fungsi density probability Weibull (PDF) adalah metrik yang paling umum digunakan untuk menunjukkan variasi kecepatan angin pada suatu wilayah.. Parameter PDF Weibull adalah bentuk (k) dan skala (c), yang diwakili oleh persamaan berikut [14]:

$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^k} \tag{3}$$

Nilai yang di mana $k > 0$, $u > 0$, dan $c > 1$. Tetapi cumulatife (CDF) dapat dihitung dengan persamaan berikut [14]:

$$F(u) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{u}{c}\right)^k \right] \tag{4}$$

di mana *cumulative distribution function* F(u)

Ketika kecepatan angin rata-rata dan standar deviasi diketahui, Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung nilai k menggunakan metode justus [13][14]:

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{u}}\right)^{-1086} \tag{5}$$

dimana $1 \leq k \leq 10$.

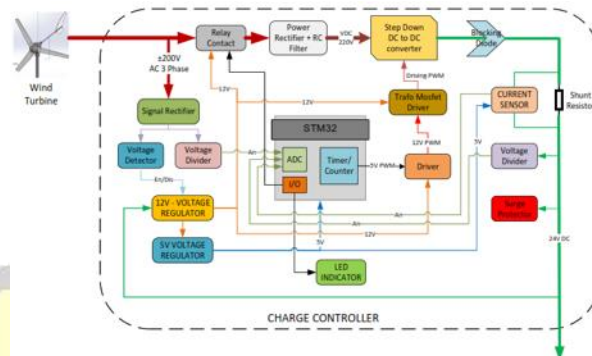
Jumlah dan durasi kecepatan angin sangat dipengaruhi oleh nilai parameter k, sehingga nilai c dapat dihitung dengan persamaan $= 1.12 \bar{U}$ untuk $1.5 \leq k \leq 3$. Nilai rasio c/\bar{U} konstan adalah 1.12. Nilai k yang

lebih tinggi menunjukkan kecepatan angin yang lebih lama, dan nilai k yang lebih rendah menunjukkan kecepatan angin yang lebih singkat [15].

3.2 Perancangan dan Pengujian MPPT

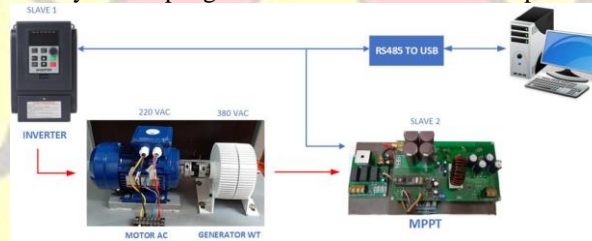
Teknik untuk mengontrol nilai daya maksimum sistem adalah perancangan dan pengujian *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Tujuan pelacakan ini adalah untuk menemukan titik dengan nilai daya tertinggi.. MPPT berfungsi untuk meningkatkan dan menurunkan tegangan operasi dengan mengatur duty cycle konverter. Nilai arus dan tegangan berkorelasi dengan nilai daya [16].

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, controller yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan STM32 sebagai *I/O remote*. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi sensor dan mengarahkan driver sistem MPPT.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem MPPT

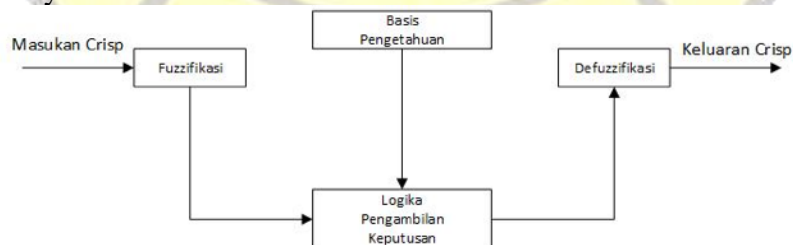
Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, tujuan pengujian MPPT dengan LabVIEW adalah untuk berkomunikasi dengan PC atau laptop melalui protokol Modbus, dan membuat penggunaan LabVIEW untuk pemrograman logika fuzzy dalam pengendalian data lebih mudah dipahami dan dicatat.



Gambar 4. Diagram Blok Pengujian MPPT

Inverter dan pengujian MPPT terhubung ke komputer atau laptop melalui komunikasi RS485-USB, seperti yang ditunjukkan pada diagram blok di atas. Ini diperlukan untuk merespon berbagai variabel input. Untuk menggerakkan motor yang terhubung dengan generator, komputer/LabVIEW terhubung ke inverter sebagai input variabel/simulator kecepatan angin, seperti yang ditunjukkan dalam gambar di atas. MPPT menghitung daya yang dihasilkan oleh generator, dan bagian MPPT terhubung ke komputer dengan protokol modbus yang sama dengan inverter.

3.3 Logika Fuzzy



Gambar 5. Basic Konfigurasi Sistem Logika Fuzzy

Fuzzyfikasi, basis pengetahuan, logika pengambilan keputusan, dan defuzzyfikasi adalah empat komponen utama logika fuzzy. Ini adalah cara yang efektif untuk menghubungkan ruang input dan output, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas [17] [18]. *Fuzzyfikasi* adalah proses mengubah nilai numerik yang dimasukkan menjadi bilangan fuzzy antara 0 dan 1 dengan menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy.

Pada saat yang sama, aturan yang didasarkan pada intuisi dan pengetahuan perancang, peneliti, dan operator manusia disiapkan dan disimpan dalam database yang berisi deskripsi variabel input dan

output yang menggunakan himpunan fuzzy. "Jika x adalah A, maka y adalah B" adalah contoh aturan fuzzy yang dibuat dengan dua atau lebih variable fuzzy. Karena variabel fuzzy dapat lebih banyak, aturan fuzzy sering disebut IF-THEN, meskipun ini tidak terlalu umum. [19].

4. Hasil Dan Pembahasan

Metode logika fuzzy digunakan dalam penelitian ini untuk mengontrol MPPT dengan efisiensi yang tinggi. Untuk melakukan ini, program LabVIEW digunakan untuk memproses parameter-parameter yang termasuk dalam MPPT. Selain itu, setiap parameter MPPT dijelaskan melalui grafik data yang disimpan dalam database.

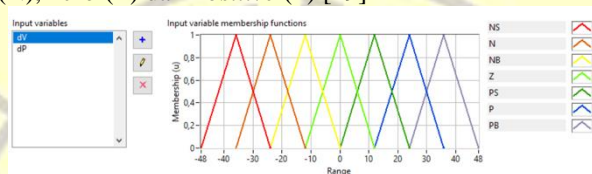
Dalam sistem logika fuzzy untuk MPPT, dP dan dV adalah dua masukan. Nilai selisih arus dengan daya sebelumnya adalah dP, sedangkan nilai daya adalah hasil kali nilai tegangan keluaran penyearah dan nilai arus, dan selisih antara nilai arus dan nilai sebelumnya dari tegangan keluaran penyearah adalah dV, sehingga pernyataan adalah [6].

$$P = V.I$$

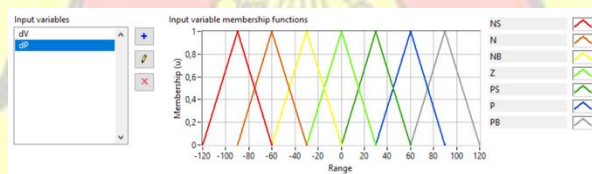
$$dV = V(n)-V(n-1)$$

$$dP = P(n)-P(n-1)$$

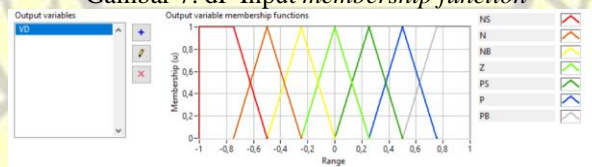
dP dan dV memiliki lima fungsi keanggotaan pada input logika fuzzy, yang terdiri dari dua trapezium dan tiga fungsi keanggotaan triangular. Dua fungsi keanggotaan trapezium memiliki nilai fuzzy *negative small* (NS), *negative big* (NB), *positive big* (PS) *positive small* (PS) sementara tiga fungsi keanggotaan triangular memiliki nilai *Negative* (N), *Zero* (Z) dan *Positive* (P) [19]



Gambar 6. dV Input Variable Membership Function



Gambar 7. dP Input membership function



Gambar 8. VD (Variabel duty cycle) output membership function

Tabel 1. Menunjukkan Rules Sistem Fuzzy MPPT

| Output | dV | | | | | | | |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | NS | N | NB | Z | PS | P | PB | |
| dP | NS | NS | N | NB | N | N | PB | PB |
| | N | N | N | NB | N | PS | PB | PB |
| | NB | NB | N | NB | Z | N | P | P |
| | Z | Z | Z | Z | Z | PS | PB | PB |
| | PS | P | P | PS | PB | PS | P | PB |
| | P | PB | PB | P | N | P | N | NS |
| | PB | PB | PB | PB | N | P | N | NS |

Tabel tersebut menunjukkan desain pengaturan yang menunjukkan jumlah daya yang dapat dihasilkan dari generator dengan mengubah kecepatan angin. Pada Gambar 3 ditunjukkan bahwa, *duty cycle* di rangkaian converter DC to DC dikontrol oleh perubahan kondisi fluktuasi kecepatan angin.

Mengembangkan kombinasi yang dikembangkan oleh Putri [6] pada rules tabel 1, meningkatkan *member function* dari jurnal. Sadullah percaya bahwa meningkatkan jumlah *membership function* dapat meningkatkan kinerja sistem [20].

5. Kesimpulan

Dalam penelitian sebelumnya, Kusmanto menemukan bahwa desain sistem aturan fuzzy meningkatkan kinerja kontrol dan efisiensi MPPT yang tinggi. [6]. Dalam penelitian ini, tujuh aturan keanggotaan *negative* (N), *negative small* (NS), *negative big* (NB), *zero* (Z), *positive* (P), *positive small* (PS), dan *positive big* (PB) dibuat dari aturan logika yang tidak jelas dari penelitian sebelumnya.

Studi ini menemukan bahwa turbin angin 500 watt dapat merespon perubahan angin dan meningkatkan efisiensi sistem MPPT sebesar 98,40% dengan menambahkan fungsi keanggotaan fuzzy, yaitu nilai fuzzy *negatif big* (NB) dan *positif small* (PS). Hasil ini lebih besar dari hasil penelitian Sharma sebelumnya sebesar 98,3% [7].

Daftar Pustaka

- [1] K. Abdullah, "RENEWABLE ENERGY UTILIZATION AND DEVELOPMENT IN INDONESIA".
- [2] A. Fadlullah, S. Riyanto and S. Sudirman. "Pengembangan Aplikasi Analisis Potensi Angin Sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Estimasi Parameter Weibull Berbasis Metode Power Density (Studi Kasus: Kota Tarakan)". *Jurnal Inovtek Polbeng*. vol. 9. no. 1. pp. 129-129. Jul. 2019. 10.35314/ip.v9i1.966.
- [3] X. Zhang, C. Huang, S. Hao, F. Chen and J. Zhai. "An Improved Adaptive-Torque-Gain MPPT Control for Direct-Driven PMSG Wind Turbines Considering Wind Farm Turbulences". *Energies*. vol. 9. no. 11. pp. 977-977. Nov. 2016. 10.3390/en9110977.
- [4] K. Kim, H. Kim, C. Kim, I. Paek, C. L. Bottasso and F. Campagnolo. "Design and Validation of Demanded Power Point Tracking Control Algorithm of Wind Turbine". *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*. vol. 5. no. 3. pp. 387-400. Jul. 2018. 10.1007/s40684-018-0041-6.
- [5] "An improved perturb and observe (P&O) maximum power point tracking (MPPT) algorithm for higher efficiency".
- [6] A. Kusmanto and M. Margono. "Peningkatan Kinerja MPPT Menggunakan Kontrol PWM Fuzzy dengan Tuning PID". *Jurnal Rekayasa Elektrika*. vol. 16. no. 2. Aug. 2020. 10.17529/jre.v16i2.16220.
- [7] Tiwari, R., & Babu, N. (2016). Fuzzy Logic Based MPPT for Permanent Magnet Synchronous Generator in wind Energy Conversion System. *IFAC-PapersOnLine*, 49, 462-467. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2016.03.097>.
- [8] C. Huang, F. Li and Z. Jin. "Maximum Power Point Tracking Strategy for Large-Scale Wind Generation Systems Considering Wind Turbine Dynamics". *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. vol. 62. no. 4. pp. 2530-2539. Apr. 2015. 10.1109/tie.2015.2395384.
- [9] S. Adhya, D. Saha, A. Das, J. Jana and H. Saha, "An IoT based smart solar photovoltaic remote monitoring and control unit," *2016 2nd International Conference on Control, Instrumentation, Energy & Communication (CIEC)*, Kolkata, India, 2016, pp. 432-436, doi: 10.1109/CIEC.2016.7513793.
- [10] W. Naruephiphat, R. Promya and C. Chansripinyo. "A web-based management system design for wireless sensor network monitoring". Sep. 2013. 10.1109/icsec.2013.6694794.
- [11] N. D. Bokde, A. Feijóo and D. Villanueva. "Wind Turbine Power Curves Based on the Weibull Cumulative Distribution Function". *Applied sciences*. vol. 8. no. 10. pp. 1757-1757. Sep. 2018. 10.3390/app8101757.
- [12] D. Coumou, G. D. Capua, S. J. Vavrus, L. Wang and S. Wang. "The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation". *Nature Communications*. vol. 9. no. 1. Aug. 2018. 10.1038/s41467-018-05256-8.
- [13] L. Zhang, M. Xie and L. C. Tang, "On Weighted Least Squares Estimation for the Parameters of Weibull Distribution".
- [14] J. S. Chaput, T. F. Crack and O. Онiщенко. "What Quantity Appears on the Vertical Axis of a Normal Distribution? A Student Survey". *Journal of Statistics and Data Science Education*. vol. 29. no. 2. pp. 192-201. May. 2021. 10.1080/26939169.2021.1933658.
- [15] S. Saito, K. Sato and S. Sekizuka. "A Discussion on Prediction of Wind Conditions and Power Generation with the Weibull Distribution". *Jsme International Journal Series B-fluids and Thermal Engineering*. vol. 49. no. 2. pp. 458-464. Jan. 2006. 10.1299/jsmeb.49.458.
- [16] H. Meng, T. Yang, J. Liu and Z. Lin. "A Flexible Maximum Power Point Tracking Control Strategy

- Considering Both Conversion Efficiency and Power Fluctuation for Large-inertia Wind Turbines".
Energies. vol. 10. no. 7. pp. 939-939. Jul. 2017. 10.3390/en10070939.
- [17] B. I. Setia. "Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Cerdas". Jurnal Sistem Cerdas. vol. 2. no. 1. pp. 61-66. Apr. 2019. 10.37396/jsc.v2i1.18.
- [18] R. Czabański, M. Jeżewski and J. M. Łęski, "Introduction to Fuzzy Systems".
- [19] R. I. Putri, "Pengembangan Strategi Kontrol Optimal pada PMSG Wind Turbine melalui Sistem Penyimpan Energi Berbasis Algoritma Swarm Intelligence," 2017.
- [20] A. Sadollah, "Introductory Chapter: Which Membership Function is Appropriate in Fuzzy System".



Usulan Implementasi 5s Dan Sistem Manajemen Penyimpanan Berbasis IT Pada Penyimpanan Barang Produksi di PT. X

Alfian Destha Joanda¹, Putri Monica²

¹Dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada,

²Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : a.desthajoanda@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki tata kelola tempat penyimpanan barang produksi yang ada di dalam ruangan PT. X dengan metode 5S serta menggunakan sistem informasi manajemen untuk pengelolaan administrasi peminjaman maupun pengembalian barang untuk membuat proses peminjaman dan pengembalian barang lebih mudah, lebih cepat, dan lebih tercatat. Metode penelitian 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*) digunakan dan dilakukan secara sistematis. Selanjutnya, navigasi tampilan antarmuka (*desain antarmuka*) digunakan untuk merancang sistem informasi manajemen. Studi ini menghasilkan rancang tata letak barang yang lebih terdokumentasi dan dilengkapi dengan sistem informasi manajemen untuk menyediakan informasi dalam proses peminjaman dan pengembalian barang di ruangan.

Kata kunci: 5S, Barang Produksi, Sistem Informasi Manajemen

1. Pendahuluan

Di era modern seperti saat ini, teknologi manajemen penyimpanan barang berkembang dengan sangat cepat. Teknologi ini menjadi solusi dalam banyak bidang, seperti manufaktur dan jasa. Penyimpanan barang sangat penting bagi sebuah perusahaan dan harus dikelola dengan baik seperti halnya mengelola barang. Manajemen penyimpanan barang yang baik sangat penting untuk mengatur dan mengelola barang secara aman. Jika tidak, penyimpanan barang dapat menjadi masalah bagi perusahaan. Untuk mengelola penyimpanan barang pakaian, solusi alternatif yang baik adalah menyimpan barang pakaian secara digital atau melalui komputer untuk memudahkan karyawan menemukan barang. Selain itu, tata letak ruangan barang pakaian dirancang agar lebih rapi dan mudah ditemukan saat dicari.

2. Metodologi

Adapun metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

2.1 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*)

5S merupakan istilah dalam bahasa Jepang yaitu *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke* yang dalam bahasa Indonesia yang berarti Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin. Tujuannya adalah untuk mengurangi semua jenis *muda* atau pemborosan segala jenis yang tidak memberikan nilai tambah/tidak bermanfaat. Pada dasarnya, penerapan 5S adalah upaya untuk mengubah sikap melalui pelatihan dan penerapan yang konsisten. Takahashi Osada mendefinisikan "5s work attitude" (2004) sebagai Proses memilah, menyusun, membersihkan, memelihara, dan menjadi kebiasaan mengubah sikap seseorang di tempat kerja.

2.2 Sistem Manajemen Penyimpanan Berbasis Informasi Teknologi

Sistem Manajemen Penyimpanan Berbasis Informasi Teknologi merupakan sistem informasi manajemen untuk mengelola informasi pencatatan status penyimpanan suatu barang yang memanfaatkan peranti komputer. Secara umum, manajemen penyimpanan mengacu pada penyimpanan data komputer, yang dapat mencakup manajemen database. Kategori yang cukup luas dari manajemen penyimpanan mencakup virtualisasi, replikasi, *mirroring*, keamanan, penyedia penyimpanan, dan sebagainya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)

Barang yang digunakan dan tidak digunakan dieliminasi. Pada tahap *seiton*, tugas berikutnya adalah mengkategorikan dan merapikan barang menurut nama dan jenisnya. Barang seperti tanda, petunjuk, fungsi, dan jenis barang dapat membantu Anda melakukan ini. Penataan dibuat untuk memudahkan pencarian dan pengambilan barang serta meningkatkan visibilitas ruang penyimpanan.



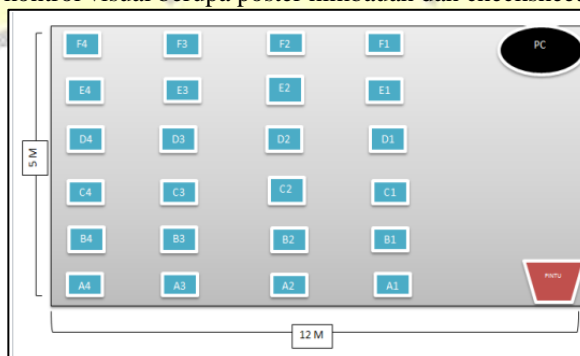
Gambar 1. Usulan Rancangan Ruang Barang

Setelah penataan selesai, ruang penyimpanan dibersihkan dengan membuang sampah dan menyapu debu. Untuk memastikan bahwa ruangan tetap bersih, checklist kebersihan harus digunakan. Berikut tabel checklist kebersihan di ruangan penyimpanan.

Tabel 1. Checklist Kebersihan Di ruangan Penyimpanan

| No. | Jenis Kegiatan | Checklist ketuntasan kegiatan | | | | Catatan |
|--|---|-------------------------------|------|-----------|------------|---------|
| | | Pagi | Sore | 1x Minggu | 1x Sebulan | |
| 1 | Menyapu lantai seluruh sudut ruangan | ✓ | | | | |
| 2 | Mengepel lantai dengan larutan obat pèi | | ✓ | | | |
| 3 | Mengosongkan tempat sampah dengan | | ✓ | | | |
| 4 | membuang isinya ke bak sampah pusat | | ✓ | | | |
| 5 | Membersihkan dinding dinding * | | | | ✓ | |
| 6 | Membersihkan langit langit * | | | | ✓ | |
| 7 | Membersihkan ventilasi * | | | | ✓ | |
| 8 | Membersihkan kaca jendela dengan kemocéng | | | | ✓ | |
| 9 | Mengecek fungsi saklar dan lampu | | | | ✓ | |
| 10 | Mengecek kualitas pola | | | ✓ | | |
| 11 | merapihkan letak pola | | | ✓ | | |
| 12 | mengecek kondisi komputer | | | ✓ | | |
| 13 | meletakkan pola sesuai dengan kelompoknya | | | ✓ | | |
| 14 | membersihkan area meja komputer | | ✓ | | | |
| SUPERVISI (paraf): | | | | | | |
| Keterangan: | | | | | | |
| * kegiatan tersebut dilakukan secara berkala | | | | | | |
| ** coret salah satu | | | | | | |

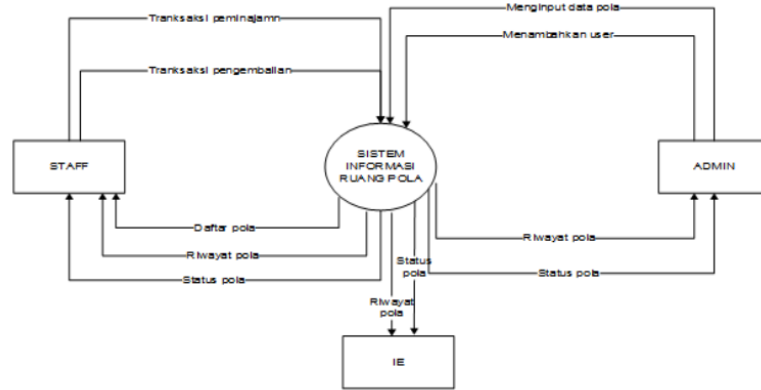
Setelah menerapkan metode 3S (*seiri, seiton, seiso*), maka dilanjutkan dengan melakukan perawatan (*seiketsu*). Kegiatan *seiketsu* dilakukan dengan menggunakan manajemen visual seperti menempelkan peta rak lokasi penyimpanan barang, kontrol visual berupa poster himbauan dan checksheet perawatan barang.



Gambar 2. Usulan Peta Nomor Rak di Ruang Penyimpanan

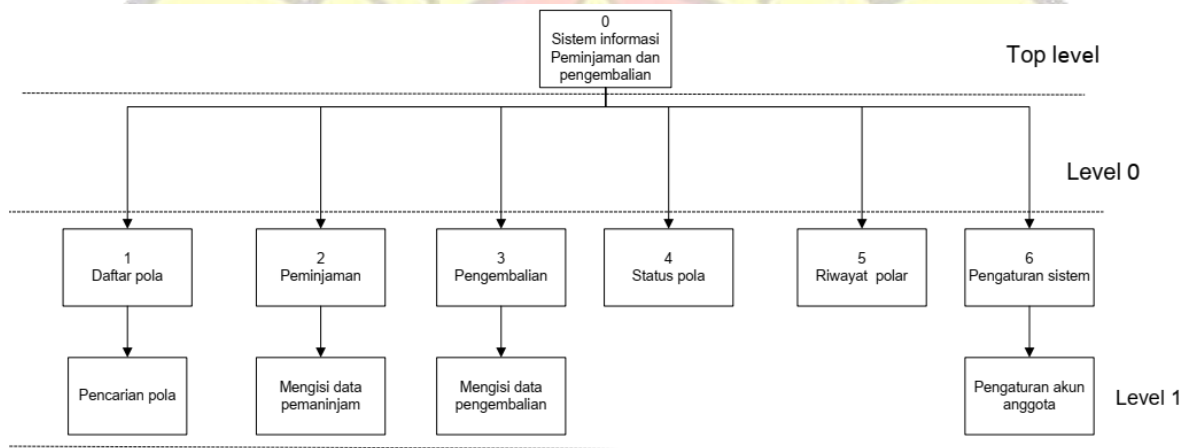
5 Perancangan Sistem Perancangan Sistem (SIM)

Untuk menunjang manajemen informasidiperlukan sistem informasimanajemen (SIM) yang dapat digunakan untuk pencatatan keluar masuk barang. Perancangan SIM tahap pertama yaitu memodelkan SIM dengan merancang Diagram Konteks,



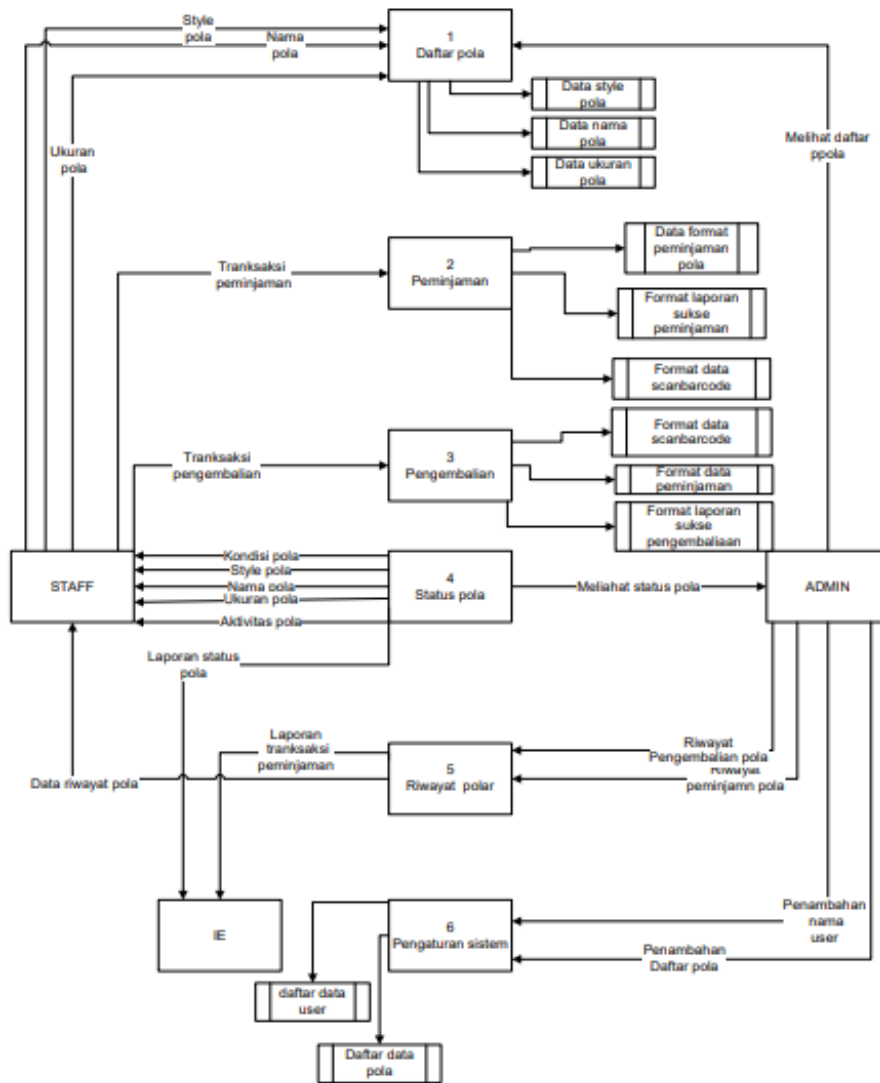
Gambar 5. Diagram Konteks Sistem Informasi Manajemen

Selanjutnya setelah dibuat diagram konteks tersebut kemudian dibuat *hierarchy* chart untuk mempersiapkan penggambaran *Data Flow Diagram* (DFD).



Gambar 6. Hierarchy Chart sistem Pengambilan Dan Pengembalian Barang

Selanjutnya pengaturan sistem memiliki subsistem pengaturan akun pengguna yaitu dengan membuat DFD level 0 seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. DFD Sistem Informasi

Selanjutnya dilakukan perancangan antarmuka tampilan program, dengan tujuan supaya pengguna mudah mengoperasikan sistem tersebut (*user friendly*). Perancangan antarmuka aplikasi ini meliputi layout menu, fungsi dan menu-menu didalamnya.

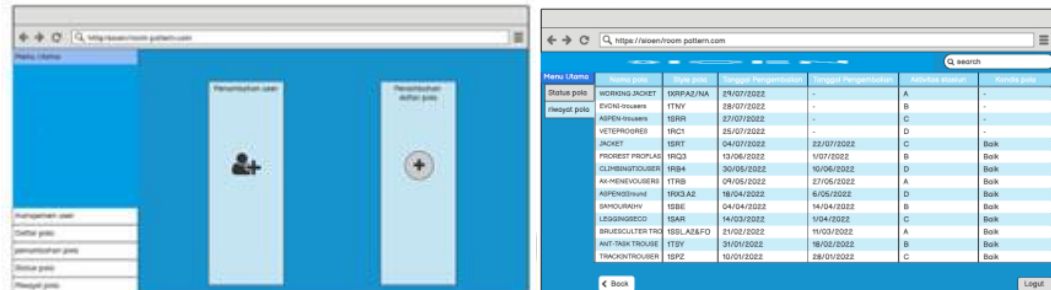
a. *Form login*

Pada *form login*, pengguna harus menginput *username*, *password*, dan memilih departemen agar aplikasi dapat mengidentifikasi siapa yang menggunakan.



Gambar 8. Form Login

Form menu utama dibagi menjadi dibagi menjadi tiga menu, yaitu menu admin, menu staf, dan menu IE. Form menu admin terdiri dari manajemen user, daftar barang, penambahan barang, status barang, dan riwayat barang. Form menu staf terdiri dari pencarian barang, daftar barang, peminjaman barang, pengembalian barang, status barang, dan riwayat barang. Staf hanya dapat melakukan peminjaman, pengembalian, dan melihat status dan riwayat barang.



Gambar 9. Form menu Admin, staff, IE

b. Menu Daftar Barang

Menu daftar barang terdiri dari tabel yang berisi nama, style, dan jenis barang. Mereka juga memiliki fasilitas pencarian yang disesuaikan dengan apa yang akan dicari.



Gambar 10. Form menu Admin, staff, IE

c. Menu Daftar Peminjaman

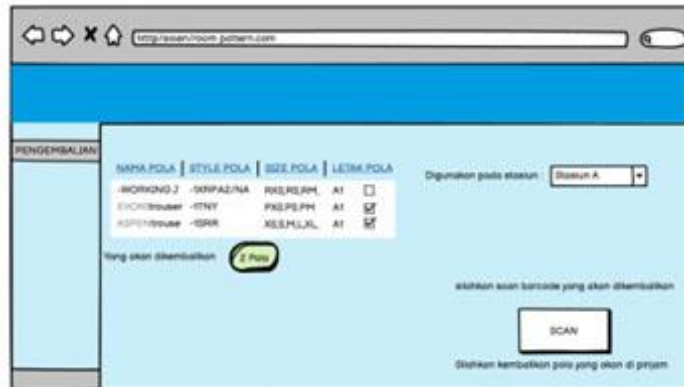
Menu daftar peminjaman digunakan oleh pengguna untuk melakukan peminjaman maupun pengembalian barang yang akan digunakan. Ini dimulai dengan mencari barang dan mengisi jumlah pinjaman dan stasiun mana yang akan digunakan. Setelah mengambil barang dari rak atau penyimpanan, karyawan akan memindai barcode untuk memastikan bahwa mereka telah melaporkan pinjaman.



Gambar 11. Menu Daftar Peminjaman

d. Menu Daftar Pengembalian

Staff akan menemukan dan melaporkan pengembalian yang telah digunakan melalui menu daftar pengembalian. Proses pengembalian barang terdiri dari mencari barang yang akan dikembalikan, mengisi jumlah barang yang akan dikembalikan, dan menscan barcode barang yang akan dikembalikan. Setelah selesai, karyawan mengembalikan barang sesuai dengan yang ada di sistem.



Gambar 12. Menu Daftar Pengembalian

e. Menu status barang

Menu status barang berisi nama, kode style, letak dan status ketersediaan barang lengkap atau tidak lengkap serta aktivitas barang. Menu ini berisi informasi tentang keterangan atau kondisi barang yang digunakan oleh beberapa stasiun kerja.

| Menu Utama | Nama pola | Style pola | Letak pola | Pola lengkap | Pola tidak lengkap | Stasiun |
|--------------|------------------|------------|------------|--------------|--------------------|---------|
| daftar pola | WORKING JACKET | 1KRP42/NA | A1 | LENGKAP | - | A |
| pengambilan | EVORE-trousers | 1TNY | A2 | LENGKAP | - | B |
| | ASPEH-trousers | 1BRR | A3 | LENGKAP | - | C |
| pengembalian | VETEPROGRES | 1RC1 | A4 | LENGKAP | - | D |
| | JACKET | 1BRT | B1 | LENGKAP | - | C |
| status pola | FROREST PROFLASH | 1RQ3 | B2 | LENGKAP | - | B |
| | CLIMBINGTUSER | 1RB4 | B3 | LENGKAP | - | D |
| riwayat pola | AK-MENEVOUSERS | 1TRB | B4 | LENGKAP | - | A |
| | ASPEHground | 1RX3,A2 | C1 | LENGKAP | - | D |
| | SAMOURAHV | 1SBE | C2 | LENGKAP | - | B |
| | LEADINGSECO | 1SAR | C3 | LENGKAP | - | C |
| | BRUESCALTER TRO | 1SSL,A2&FO | C4 | LENGKAP | - | A |
| | ANT-TASK TROUSER | 1TSY | D1 | LENGKAP | - | B |
| | TRACKINTROUSER | 1SPZ | D2 | LENGKAP | - | C |

Gambar 13. Menu Status Barang

f. Menu riwayat barang

Menu riwayat barang menampilkan input dan output barang, serta aktivitas barang yang sedang berjalan dan selesai, serta kondisi barang saat ini.

| Menu Utama | Nama Item | Kode Item | Tanggal Pengambilan | Tanggal Pengembalian | Aspek Fisik | Status Item |
|---------------|----------------|------------|---------------------|----------------------|-------------|-------------|
| daftar pola | WORKING JACKET | 10RPA2/NA | 29/07/2022 | - | A | Baik |
| pengambilan | EVENI-trousers | 1TNY | 28/07/2022 | - | B | Baik |
| | ASPEN-trousers | 1BRR | 27/07/2022 | - | C | Baik |
| pengembalian | VETEPROGRES | 1RC1 | 26/07/2022 | - | D | Baik |
| | JACKET | 1BRT | 04/07/2022 | 22/07/2022 | C | Baik |
| riwayat pola | PROREST PROFL | 1RQ3 | 19/06/2022 | 1/07/2022 | B | Baik |
| | CLIMBINGTIDUSE | 1RB4 | 30/05/2022 | 10/06/2022 | D | Baik |
| | AK-MENVOUSER | 1TRB | 09/05/2022 | 27/05/2022 | A | Baik |
| | ASPENGIHUND | 1RQ3AZ | 18/04/2022 | 6/05/2022 | D | Baik |
| | SAMDURAHY | 1SBE | 04/04/2022 | 14/04/2022 | B | Baik |
| | LEGGINGSECO | 1BAR | 14/03/2022 | 1/04/2022 | C | Baik |
| | BRUSCULTUR T | 1SGLA2&FO | 21/02/2022 | 11/03/2022 | A | Baik |
| | ANT-TASK TROUS | 1TSY | 31/01/2022 | 18/02/2022 | B | Baik |
| TRACKINTROUSE | 1SPZ | 10/01/2022 | 28/01/2022 | C | Baik | |

Gambar 14. Menu Riwayat Barang

6 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. 5S digunakan untuk menghilangkan barang yang tidak diperlukan (*seiri*). Selanjutnya, (*seiton*) menentukan jumlah tiang rak barang yang seharusnya ada, menetapkan tempat untuk menyimpan barang di tiang rak barang, dan membuat gambar rancangan ruang penyimpanan barang untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mencari sesuatu. Untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mencari solusi untuk sistem informasi manajemen, tahapan *seiso* harus dilakukan. Tahap terakhir dari *Shitsuke* adalah mendesain ruang penyimpanan barang dengan sistem pemantauan. Pengguna menerima kontrol visual, peta lokasi rak, dan petunjuk untuk meminjam dan mengembalikan barang melalui mekanisme ini.
2. Sistem Informasi Manajemen yang digunakan untuk manajemen penyimpanan barang dapat membantu mewujudkan berjalannya 5S di tempat kerja dari

Daftar Pustaka

- [1] Fabrizio, Thomas, "5S for the Office: Organizing the Workplace to Eliminate Waste". Singapore: Productivity Press, 2018
- [2] Luadon, Kenneth C, "Management Information Systems: Managing the Digital Firm". Prentice Hall,
- [3] Nofirza. "Implementasi 5S dengan Merancang Sistem Informasi Visual pada Gudang di PT Surveyor Indonesia", Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)8, 2016
- [4] Ramadhan, Nur dkk. "Analisis Dan Usulan Implementasi Konsep 5s (*Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, Dan *Shitsuke*) Di Praktek Ahli Gigi (Studi Kasus Klinik Gigi Iyon Dental Cibubur), Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, vol. 8, pp. 130-142, 2022
- [5] Soliman, Mohammed, 5S: A Practical Guide to Visualizing and Organizing Workplaces to Improve Productivity. (October 20, 2020).