

Maintenance Prioritization For An Induction Furnace with Analytical Hierarchy Process in Pt. Lingga Sakti Indonesia

[Penentuan Prioritas Jenis Perawatan Pada Dapur Induksi Dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* di PT. Lingga Sakti Indonesia]

Alvian Aries Putra¹⁾, Indah Apriliana Sari Wulandari ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Korespondensi : indahapriliana@umsida.ac.id

Abstract. PT. Lingga Sakti Indonesia is a company operating a steel casting sector. The casting process uses an induction furnace. Maintaining the equipment is needed to prevent breakdown and maximize its performance. This research aims to know the OEE value and the implementation of AHP to provide the proposals of updating the maintenance system of induction furnace that is obtained from maintenance task of predictive maintenance. The using of AHP is to choose which maintenance task is best relevant to the equipment according to the important criterias. The selected alternative by AHP will be used to enhance the OEE value of the equipment. AHP in this research involves 4 respondents, 6 criterias, and 9 alternatives. In this researcch shows the amount of OEE is 73,26%. The alternative priority of the maintenance from the processing data using AHP with ExpertChoice shows that electricity monitoring as the suggestion for the upcoming maintenance system.

Keywords - analytical hierarchy process, dapur induksi, overall equipment effectiveness, predictive maintenance.

Abstract. PT. Lingga Sakti Indonesia adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pengecoran baja. Proses pengecoran menggunakan dapur induksi. Perawatan mesin perlu dilakukan untuk menghindari mesin mengalami breakdown serta memaksimalkan kinerja mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran nilai OEE dapur induksi serta mengetahui penerapan metode AHP untuk memberikan usulan pembaruan sistem perawatan dapur induksi yang diperoleh dari maintenance task dari predictive maintenance. AHP ini berfungsi untuk memilih jenis perbaikan pada mesin dengan berdasar pada beberapa kriteria penting. Alternatif terpilih hasil dari penggunaan AHP tersebut akan digunakan sebagai upaya untuk peningkatan nilai OEE mesin. AHP dalam penelitian ini akan menggunakan 4 responden. Menggunakan 6 kriteria dan 9 alternatif. Pada penelitian ini didapatkan hasil OEE sebesar 73,26%. Prioritas alternatif jenis perawatan hasil pengolahan metode AHP dengan ExpertChoice menunjukkan bahwa monitoring kelistrikan sebagai usulan perbaikan sistem perawatan mendatang.

Kata Kunci – analytical hierarchy process, dapur induksi, overall equipment effectiveness, predictive maintenance.

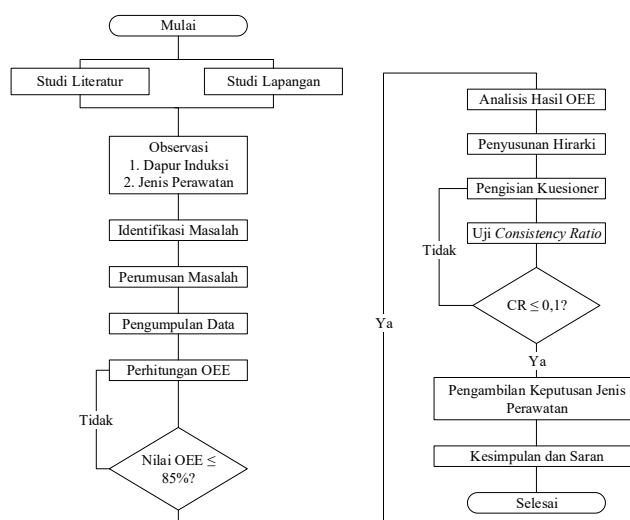
I. PENDAHULUAN

Proses pengecoran pada PT. Lingga Sakti Indonesia merupakan proses paling penting dari seluruh rangkaian proses produksi. Peleburan material menggunakan dapur induksi dengan kapasitas 300 kg. Dapur induksi menggunakan energi listrik sebagai suplai utama energi panasnya. Dapur induksi bekerja menggunakan kaidah Hukum Faraday. Dapur induksi adalah aplikasi dari percobaan Faraday, dimana koil yang dialiri arus bolak balik (AC) berperan sebagai kumparan primer dan material peleburan sebagai kumparan sekunder [1]. Dalam upaya pemenuhan kebutuhan pasar dapur induksi diharapkan dapat bekerja maksimal. Namun mesin sering kali mengalami kegagalan seperti dapur tidak menyala, dapur induksi tiba-tiba mati, dan kebocoran koil fenomena tersebut menyebabkan jumlah *downtime* sangat tinggi sehingga mempengaruhi kinerja mesin, jumlah dan kualitas *output* yang dihasilkan. Dari kegagalan beroperasinya mesin tersebut menunjukkan penurunan hasil produksi hingga 28800 kg dari kapasitas maksimal sebesar 60000 kg tiap bulannya. Salah satu penyebab seringnya mesin mengalami kegagalan ialah kurang tepatnya sistem perawatan terhadap kondisi mesin yang selama ini diterapkan serta pemeliharaan maupun perbaikan yang dilakukan setelah mesin mengalami kegagalan. Kondisi mesin mati juga dipengaruhi oleh kegiatan *maintenance* yang dilaksanakan pada jam produksi sehingga mengganggu kelancaran jalannya proses produksi dan menghambat tercapainya target. Diperlukan perhitungan OEE untuk mengetahui seberapa jauh nilai OEE dapur induksi dibawah standar dimana standar rata-rata internasional OEE adalah 85% [2]. Yang selanjutnya dapat dilakukan analisa penyebab rendahnya nilai OEE setelah diketahui penyumbang kegagalan terbesar kemudian dilakukan pengelompokan jenis-jenis kegagalan tersebut menjadi kriteria pada AHP sehingga dapat diidentifikasi alternatif jenis perawatan seperti apa yang paling relevan dengan kondisi mesin sesuai persepsi para *experts* untuk selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besaran nilai OEE dapur induksi serta mengetahui penerapan metode AHP untuk memberikan usulan pembaruan sistem perawatan dapur induksi yang diperoleh dari *maintenance task* dari *predictive maintenance* yang paling relevan dengan kondisi dapur induksi tersebut. Penerapan metode AHP ini menggunakan bantuan *software expert choice* dalam pengolahan data untuk mengetahui konsistensi sebuah elemen pada hirarki.

Analytical Hierarchy Process dalam penelitian ini akan menggunakan 4 responden yang terdiri dari tenaga kerja bagian *maintenance*, kepala bagian *maintenance*, supervisor produksi, dan kepala bagian cor. Menggunakan 6 kriteria sesuai dengan *six big losses* dan 9 alternatif *maintenance task* dari *predictive maintenance*. AHP ini berfungsi untuk memilih jenis perbaikan pada mesin dengan berdasar pada beberapa kriteria penting. Alternatif terpilih sesuai hasil *ranking* dari pengolahan data menggunakan *Expert Choice* hasil dari penerapan metode AHP tersebut akan digunakan sebagai usulan perbaikan sistem perawatan dan upaya dalam peningkatan nilai OEE dapur induksi. Terdapat beberapa keunggulan pada AHP yang merupakan metode pengambilan keputusan, terutama saat beberapa atribut dan preferensi terlibat didalamnya, dimana pengambil keputusan perlu menyederhanakan masalah ke dalam bentuk hirarki sesuai dengan persepsi manusia [3]. Pemilihan metode ini berdasar pada penggunaannya yang dapat diterima secara luas di berbagai organisasi, perusahaan, dan negara di seluruh dunia. Kemudahan dalam penggunaan dan pemahaman pada penerapannya serta hasilnya yang lebih konsisten dibanding metode yang lain [4]. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian terdahulu *Proposing Predictive Maintenance Strategy To Increase OEE Through System Upgrade Scenario* and AHP dengan menggunakan metode AHP dan penerapannya pada dapur induksi sebagai objek penelitian.

II. METODE



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Overall Equipment Effectiveness

Overall Equipment Effectiveness merupakan cara guna mengetahui seberapa efektif sebuah peralatan atau mesin untuk menghasilkan satu produk[5]. Tolok ukur OEE ditetapkan dengan mengukur kinerja mesin. Pengukuran efektivitas mesin harus melebihi ketersediaan atau waktu kerja mesin serta harus mempertimbangkan semua masalah yang berhubungan dengan kinerja mesin. Perhitungan ini sangat penting untuk peningkatan efisiensi mesin. Perhitungan OEE melibatkan nilai tingkat ketersediaan, tingkat kinerja, serta tingkat kualitas [6].

$$OEE = \text{Available rate \%} \times \text{Performance rate \%} \times \text{Quality rate \%}$$

[7]

Availability Rate

Availability rate menunjukkan ukuran seberapa baik sebuah mesin bekerja sesuai fungsinya pada periode waktu tertentu serta beroperasi dalam kondisi yang sesuai dengan ketetapan [5].

$$\text{Availability} = \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

[8]

Performance Efficiency

Perhitungan *performance efficiency* berguna untuk mengukur tingkat keandalan mesin menghasilkan produk [5]. Dibutuhkan data *operation time* serta *cycle time* untuk mengetahui nilai dari *performance rate*. *Operation time* merupakan waktu bekerja mesin dalam periode satu hari kerja dan *cycle time* merupakan waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghasilkan 1 unit produk [7].

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{output} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

[7]

Quality Rate

Quality rate adalah persentase untuk mengetahui kinerja mesin dalam kemampuannya menghasilkan produk yang baik sesuai standar [5]. Diperlukan data jumlah produksi dalam satu hari dikurangi jumlah produk cacat untuk mengetahui *quality rate* [7].

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{total output} - \text{defect unit}}{\text{total output}} \times 100\%$$

[7]

Six Big Losses

Six big losses merupakan penyebab paling umum rendahnya tingkat produktivitas bedasar pada peralatan di bidang manufaktur. Identifikasi kerugian yang berkaitan dengan mesin dengan tujuan meningkatkan total performa dan keandalan mesin menggunakan *Six big losses* [9]. Peran *six big losses* pada penelitian ini adalah sebagai kriteria paling berpengaruh yang menjadi sebab mesin tidak berjalan maksimal.

Fishbone Diagram

Fishbone Diagram merupakan salah satu cara yang digunakan untuk analisa suatu permasalahan pada suatu proses dari beberapa faktor pendukung sistem produksi [10] Akibat atau permasalahan yang terjadi berada pada bagian paling kanan, diikuti sebelah kiri dengan gambar garis atau cabang menyerupai tulang ikan merepresantasikan penyebab dan dikategorikan ke dalam beberapa faktor pendukung seperti mesin, metode, material, manusia, dan lingkungan [11].

Analytical Hierarchy Process

Konsep AHP adalah perubahan nilai kualitatif menjadi nilai kuantitatif. Metode ini juga menggabungkan kekuatan perasaan dan logika dalam kaitannya dengan berbagai permasalahan, dan kemudian menggabungkan berbagai macam pertimbangan dan menyajikan penilaian dengan hasil yang sesuai dengan pikiran intuitif.[12].

Analytical Hierarchy Process merupakan sebuah alat pengambilan keputusan multikriteria yang kuat. AHP bermanfaat untuk menunjukkan *maintenance task* mana yang lebih baik dari yang lain dengan menggunakan perhitungan *Consistency Ratio* melalui pertimbangan para *experts* [13]. Penilaian ini merupakan tahap inti dari AHP, karena akan berpengaruh terhadap prioritas untuk tiap elemennya. Prinsip ini merupakan pembobotan atas kepentingan relatif dari dua elemen pada suatu tingkat tertentu yang memiliki keterkaitan dengan satu elemen pada tingkat di atasnya. Hasil dari pembobotan ini akan dimasukkan dalam matriks yang disebut matriks perbandingan berpasangan atau *pairwise comparison*.

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan *software Expert Choice* yang berguna dalam mengotomatisasi seluruh perhitungan AHP. *Expert Choice* dirancang guna menyederhanakan penerapan langkah-langkah proses hierarki analitis. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh *Expert Choice, Inc.* [14].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

1. Data Hasil Produksi

Data hasil produk yang dihasilkan oleh dapur induksi periode 2021 yang diperoleh dari perusahaan.

Tabel 1. Data Hasil Produksi

Periode	Output (kg)
Jan-21	60000
Feb-21	48000
Mar-21	38400
Apr-21	60000
Mei-21	50400
Jun-21	60000
Jul-21	62400
Agu-21	57600
Sep-21	62400
Okt-21	31200
Nov-21	60000
Des-21	55200

2. Data Kegagalan Mesin

Data kegagalan mesin periode 2021 yang menyebabkan dapur induksi berhenti bekerja

Tabel 2. Data Kegagalan Mesin

Periode	Rincian	Jumlah Kejadian	Downtime (menit)
Jan-21	Dapur induksi tidak menyala	1	120
	Keretakan dinding dapur	4	
Feb-21	Korsleting	2	60
	Dapur induksi tidak menyala	1	
Mar-21	Kerusakan <i>breaker</i>	1	30
	Dapur induksi tidak menyala	2	
Apr-21	Kertakan dinding dapur	5	50
	Hz meter tidak berfungsi	4	
Mei-21	Dapur induksi tidak menyala	2	120
	Kerusakan <i>cooling system</i>	1	
Jun-21	Dapur induksi tidak menyala	2	25
	Kebocoran selang air	1	
Jul-21	Keretakan dinding dapur	6	180
	Dapur induksi tidak menyala	3	
Agu-21	Keretakan selang kabel	1	120
	Kebosoran koil	3	
Sep-21	Dapur induksi tidak menyala	4	100
	Kebocoran koil	1	
Okt-21	<i>Overheat</i>	3	90
	Korsleting	2	
Nov-21	Korsleting	2	30
	Keretakan dinding dapur	3	
Des-21	Keretakan dinding dapur	3	120

3. Data Kegiatan Maintenance

Data kegiatan perbaikan mesin periode 2021 beserta jumlah *downtime*

Tabel 3. Data Kegiatan *Maintenance*

Periode	Aktivitas	<i>Downtime</i> (menit)
Jan-21	Penggantian <i>power supply</i>	120
	Perbaikan dinding dapur	
	pengecekan <i>water pump</i>	
Feb-21	Pengecekan SCR	60
	Pengecekan PLC	
Mar-21	Penggantian PLC	30
	Penggantian <i>breaker</i>	
Apr-21	Perbaikan dinding dapur	50
	Penggantian analog meter	
	Penggantian SCR	
Mei-21	Penggantian potensio dioda	120
	Penggantian <i>bearing water pump</i>	
Jun-21	Penggantian kapasitor	25
Jul-21	Penggantian selang air	180
	Perbaikan dinding dapur	
	Penggantian potensia ground	
Agu-21	Penggantian CT	120
	Penggantian SCR	
Sep-21	Penggantian selang kabel	100
	Penggantian koil	
	Pengecekan SCR dan potensio dioda	
Okt-21	Penggantian potensio ground	90
	Penggantian CT	
	Penggantian potensio ground	
Nov-21	Penggantian potensio dioda	30
	Penggantian kapasitor	
Des-21	Penggantian PLC	120

4. Data Total Breakdown

Data *total breakdown* yang merupakan jumlah waktu keseluruhan yang diperoleh dari jumlah waktu mesin mati terencana atau *planned downtime* akibat kegiatan perbaikan dengan jumlah mesin mati yang tidak direncanakan yang disebabkan karena adanya kegagalan mesin.

Tabel 4. Total Breakdown

Periode	<i>Breakdown</i> (menit)	<i>Planned Downtime</i> (menit)
Jan-21	180	120
Feb-21	2520	60
Mar-21	5040	30
Apr-21	420	50
Mei-21	840	120
Jun-21	300	25
Jul-21	0	180
Agu-21	0	120
Sep-21	120	100
Okt-21	4920	90
Nov-21	1260	30
Des-21	0	120

B. Pengolahan Data

Availability Rate

Loading Time

Berikut merupakan perhitungan *loading time* pada bulan Januari 2021

$$\begin{aligned}\text{Loading Time} &= \text{Total Availability} - \text{Planned Downtime} \\ &= 10500 - 120 \\ &= 10380\end{aligned}$$

Operation Time

Berikut merupakan perhitungan *operation time* bulan Januari 2021

$$\begin{aligned}\text{Operation Time} &= \text{Loading Time} - \text{Total Downtime} \\ &= 10380 - 300 \\ &= 10080\end{aligned}$$

Availability Rate

Berikut merupakan perhitungan *availability rate* pada dapur induksi bulan Januari 2021

$$\begin{aligned}\text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{10190}{10435} \times 100\% \\ &= 97,65\%\end{aligned}$$

Pada perhitungan *availability rate* pada Januari 2021 didapatkan nilai sebesar 97,65%. Pada bulan tersebut total *downtime* rendah yang juga berpengaruh pada pencapaian nilai *availability*.

Tabel 5. Availability Rate Dapur Induksi Tahun 2021

Periode	Total Availability	Loading Time (menit)	Operation Time (menit)	Total Downtime (menit)	Availability Rate
Jan-21	10500	10380	10080	300	97,11%
Feb-21	9660	9600	7020	2580	73,13%
Mar-21	10920	10890	5820	5070	53,44%
Apr-21	10500	10450	9980	470	95,50%
Mei-21	8820	8700	7740	960	88,97%
Jun-21	10500	10475	10150	325	96,90%
Jul-21	10920	10740	10560	180	98,32%
Agu-21	10080	9960	9840	120	98,80%
Sep-21	10920	10820	10600	220	97,97%
Okt-21	10500	10410	5400	5010	51,87%
Nov-21	10500	10470	9180	1290	87,68%
Des-21	9660	9540	9420	120	98,74%

Pada table 5 diketahui rata-rata nilai *availability* terendah pada Oktober 2021 sebesar 51,87%. Nilai tersebut jauh dibawah standar internasional OEE yaitu 90,0%. Rendahnya *availability* pada periode tersebut dipengaruhi besarnya *total downtime* akibat tidak bekerjanya mesin karena kerusakan.

Performance Efficiency

% Jam Kerja

Rumus perhitungan %jam kerja dari mesin dapur induksi bulan Januari 2021 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\% \text{ Jam Kerja} &= 1 - \left(\frac{\text{Total Downtime}}{\text{Operation Time}} \right) \times 100\% \\ &= 1 - \left(\frac{300}{10190} \right) \times 100\% \\ &= 1 - (0,03) \times 100\% \\ &= 0,9702 \times 100\% \\ &= 97,02 \%\end{aligned}$$

Waktu Siklus

Rumus perhitungan waktu siklus bulan Januari 2021 sebagai berikut

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Output}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{10380}{60000} \\
 &= 0,17 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Ideal Cycle Time

Berikut merupakan perhitungan *ideal cycle time* bulan Januari 2021

$$\begin{aligned}
 \text{Ideal Cycle Time} &= \text{Waktu Siklus} \times \% \text{Jam Kerja} \\
 &= 0,17 \times 97,02\% \\
 &= 0,17 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Performance Efficiency

Berikut merupakan perhitungan *performance efficiency* bulan Januari 2021

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Efficiency} &= \frac{\text{Output} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{60000 \times 0,17}{10080} \times 100\% \\
 &= \frac{10128,21}{10080} \times 100\% \\
 &= 1,00 \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan *performance efficiency* Januari 2021 didapatkan nilai sebesar 100% dimana nilai tersebut sangat baik untuk kinerja mesin. Tercapainya nilai sempurna tersebut karena jumlah *operation time* dan *ideal cycle time* yang tinggi serta jumlah *output* mencapai target.

Tabel 6. Performance Efficiency Dapur Induksi Tahun 2021

Periode	Operation Time (menit)	Output (kg)	Ideal Cycle Time	Performance Efficiency
Jan-21	10080	60000	0,17	100%
Feb-21	7020	48000	0,13	86,50%
Mar-21	5820	38400	0,04	24,12%
Apr-21	9980	60000	0,17	99,78%
Mei-21	7740	50400	0,15	98,47%
Jun-21	10150	60000	0,17	99,90%
Jul-21	10560	62400	0,17	99,98%
Agu-21	9840	57600	0,17	99,98%
Sep-21	10600	62400	0,17	99,95%
Okt-21	5400	31200	0,02	13,92%
Nov-21	9180	60000	0,15	98,03%
Des-21	9420	55200	0,17	99,99%

Pada table 6 diketahui besaran nilai *performance efficiency* terendah pada Oktober 2021 sebesar 13,92%. Nilai tersebut jauh dibawah standar internasional OEE yaitu 95,0%. Rendahnya *performance efficiency* pada periode tersebut dipengaruhi rendahnya waktu kerja mesin, hasil *output*, dan *ideal cycle time*.

Quality Rate

Berikut merupakan perhitungan *quality rate* pada bulan Januari 2021

$$\begin{aligned}
 \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Output} - \text{Reject}}{\text{Output}} \times 100\% \\
 &= \frac{60000 - 2022}{60000} \times 100\% \\
 &= \frac{57978}{60000} \times 100\% \\
 &= 0,9663 \times 100\% \\
 &= 96,63\%
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan *quality rate* Januari 2021 didapatkan nilai sebesar 96,63% dimana nilai tersebut sangat baik untuk pencapaian hasil produksi. Tercapainya nilai tersebut karena jumlah *output* yang dihasilkan tinggi.

Tabel 7. *Quality Rate* Dapur Induksi Tahun 2021

Periode	Output (kg)	Reject (kg)	Quality Rate
Jan-21	60000	2022	96,63%
Feb-21	48000	800	98,33%
Mar-21	38400	490	98,72%
Apr-21	60000	123	99,80%
Mei-21	50400	660	98,69%
Jun-21	60000	122	99,80%
Jul-21	62400	6349	89,83%
Agu-21	57600	9440	83,61%
Sep-21	62400	303	99,51%
Okt-21	31200	8047	74,21%
Nov-21	60000	789	98,69%
Des-21	55200	235	99,57%

Pada table 6 diketahui besaran nilai *quality rate* terendah pada Oktober 2021 sebesar 74,21%. Nilai tersebut jauh dibawah standar internasional OEE yaitu 99,0%. Rendahnya *quality rate* pada periode tersebut dipengaruhi rendahnya hasil *output* dan tingginya *reject*.

Overall Equipment Effectiveness

Berikut merupakan perhitungan nilai OEE bulan Januari 2021

$$\begin{aligned}
 \text{OEE} &= \text{Availability Rate\%} \times \text{Performance Efficiency\%} \times \text{Quality Rate\%} \\
 &= 97,11\% \times 100\% \times 96,63\% \\
 &= 94,29\%
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan OEE bulan Januari 2021 didapatkan nilai sebesar 94.29%. Nilai tersebut diatas standar internasional yaitu sebesar 85%. Tercapainya nilai tersebut dipengaruhi besaran nilai dari 3 komponen perhitungan OEE melampaui batas standar internasional.

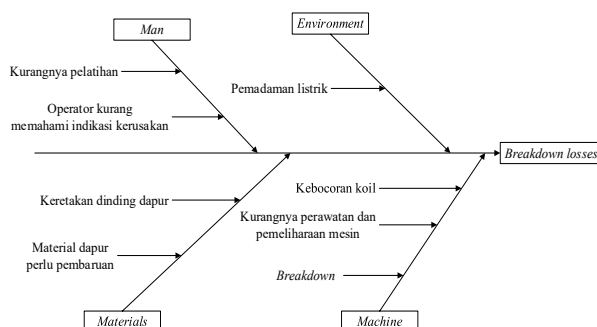
Tabel 8. Nilai OEE Dapur Induksi Tahun 2021

Periode	Availability	Performance Efficiency	Quality Rate	OEE
Jan-21	97,11%	100%	96,63%	94,29%
Feb-21	73,13%	86,50%	98,33%	62,20%
Mar-21	53,44%	24,12%	98,72%	12,73%
Apr-21	95,50%	99,78%	99,80%	95,09%
Mei-21	88,97%	98,47%	98,69%	86,45%
Jun-21	96,90%	99,90%	99,80%	96,60%
Jul-21	98,32%	99,98%	89,83%	88,30%
Agu-21	98,80%	99,98%	83,61%	82,59%
Sep-21	97,97%	99,95%	99,51%	97,44%
Okt-21	51,87%	13,92%	74,21%	5,36%
Nov-21	87,68%	98,03%	98,69%	84,82%
Des-21	98,74%	99,99%	99,57%	98,31%
Total				73,26%

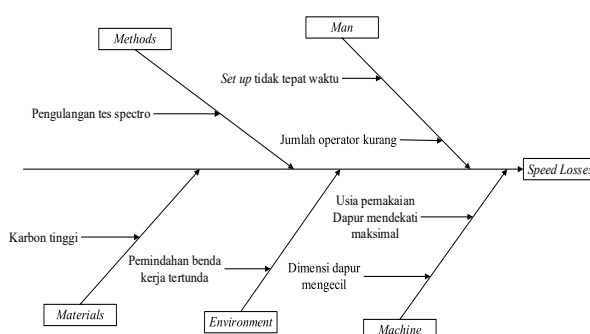
Pada tabel 8 diketahui besaran nilai OEE pada dapur induksi dalam satu tahun. Untuk nilai terendah pada bulan Oktober 2021 sebesar 5,36%. Penyebab besaran nilai OEE pada periode tersebut dapat diketahui dari data-data pendukung seperti *availability rate*, *performance efficiency*, dan *quality rate*. Serta diketahui besaran rata-rata OEE pada tahun 2021 adalah 73,26% dimana nilai tersebut belum mencapai standar OEE yaitu 85% dengan rendahnya nilai dari 3 komponen OEE sehingga menjadi penyebab menurunnya nilai OEE pada periode tersebut. Diperlukan upaya peningkatan nilai OEE dengan menerapkan sistem perawatan yang relevan pada kerusakan yang dominan pada dapur induksi. Untuk mengetahui penyebab kurangnya nilai OEE diperlukan analisa menggunakan *Fishbone Diagram*.

Fishbone Diagram

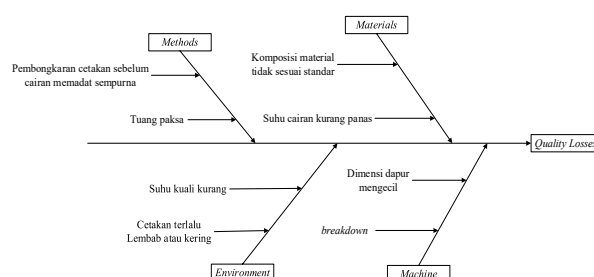
Setelah diketahui besaran rata-rata OEE dapur induksi yaitu 73,26%, dimana nilai tersebut jauh dibawah standar rata-rata. Kemudian dilakukan analisa penyebabnya menggunakan *fishbone diagram*.



Gambar 2. Analisa Penyebab *Breakdown Losses*



Gambar 3. Analisa Penyebab *Speed Losses*



Gambar 4. Analisa Penyebab *Quality Losses*

Tabel 9. Hubungan Antara OEE dan Kriteria AHP

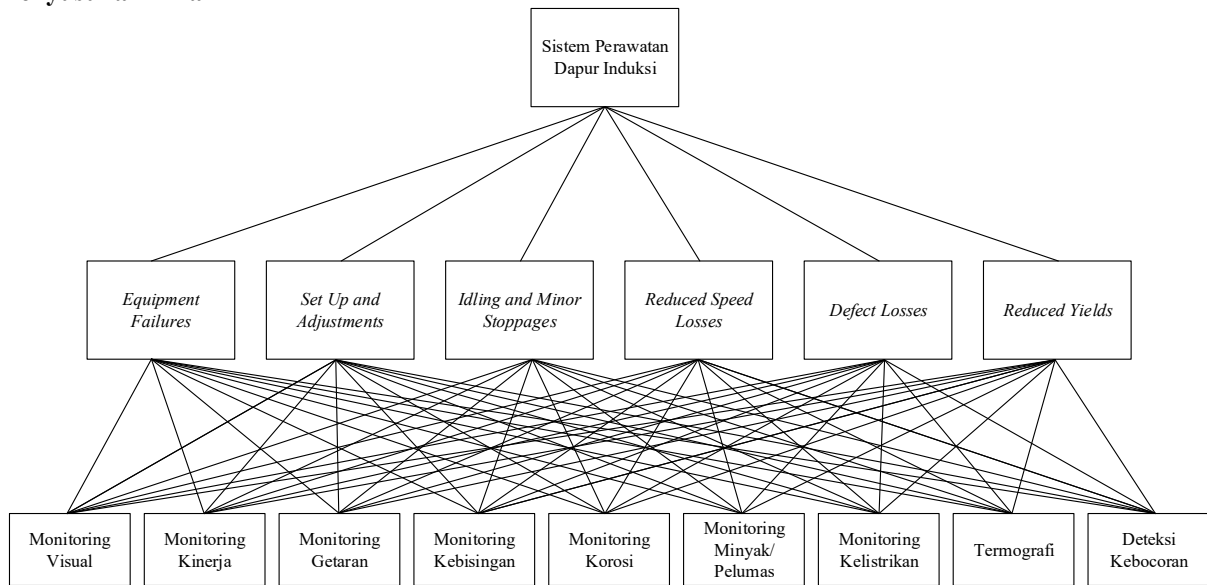
OEE	Analisis Kegagalan pada <i>Fishbone Diagram</i>	Kriteria AHP
<i>Availability</i>	<i>Breakdown Losses</i>	<i>Equipment Failure</i> <i>Set Up and Adjustments</i>
<i>Performance Efficiency</i>	<i>Speed Losses</i>	<i>Idling Minor Stoppages</i> <i>Reduced Speed Losses</i>
<i>Quality Rate</i>	<i>Quality Losses</i>	<i>Defect Losses</i> <i>Reduced Yields</i>

Analisa kegagalan pada mesin dilakukan dengan mencari faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan mesin yang signifikan seperti *machines, man, material, method, environment*. Beberapa faktor pendukung tersebut kemudian digolongkan ke dalam kelompok-kelompok kegagalan seperti *Breakdown Losses, Speed Losses*, dan *Quality Losses* yang kemudian dapat diketahui hubungan kegagalan OEE dengan pada AHP.

Dari tabel 9 dapat diketahui hubungan antara komponen OEE dengan *six big losses* sebagai kriteria pada AHP. Kriteria AHP merupakan faktor-faktor kegagalan mesin digunakan sebagai dasar pertimbangan pemilihan alternatif jenis perawatan berdasarkan kondisi mesin itu sendiri.

Analytical Hierarchy Process

1. Penyusunan Hirarki

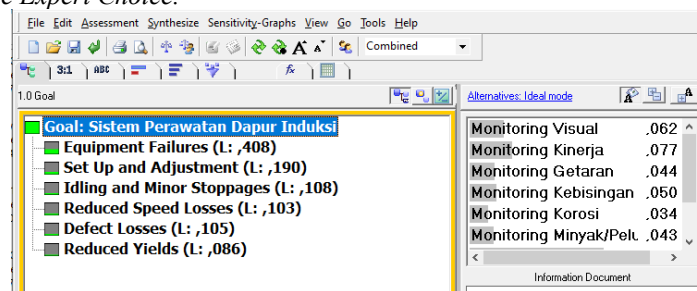


Gambar 5. Hirarki Penentuan Jenis Perawatan

Pada gambar 3 diketahui merupakan gambar hirarki penentuan jenis perawatan yang akan digunakan pada metode *Analytical Hierarchy Process*. Langkah paling awal dari proses *Analytical Hierarchy Process* adalah penentuan tujuan/goals. Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah jenis perawatan untuk dapur induksi. Kemudian penentuan level kedua dengan menggunakan *six big losses* sebagai kriteria dan untuk level ketiga merupakan alternatif jenis perawatan yang didapatkan dari *maintenance task* dari *predictive maintenance*.

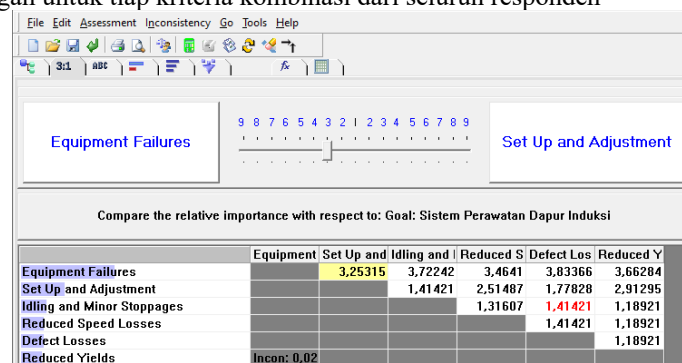
2. Pengolahan Data Menggunakan Expert Choice

Tampilan awal *software Expert Choice*.



Gambar 6. Model View Expert Choice

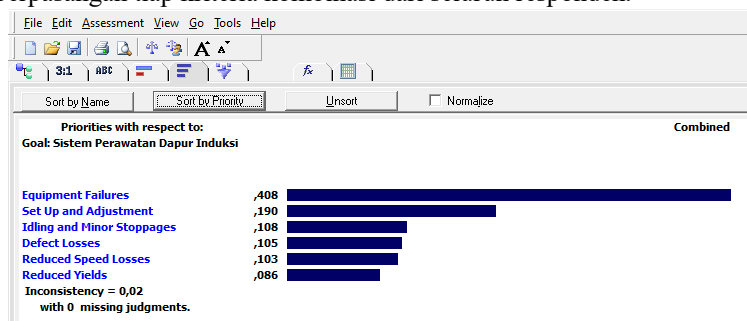
Perbandingan berpasangan untuk tiap kriteria kombinasi dari seluruh responden



Gambar 7. Perbandingan Berpasangan Kriteria

Pada gambar 6 merupakan proses perbandingan berpasangan tiap kriteria untuk goals yang telah dikombinasi. Penilaian tersebut menunjukkan bahwa *equipment failures* lebih penting dibandingkan *set up and adjustments* untuk berdasarkan sistem perawatan dapur induksi.

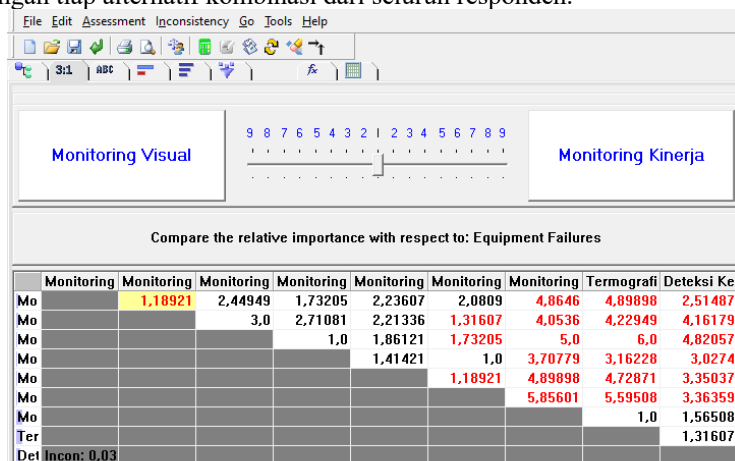
Hasil perbandingan berpasangan tiap kriteria kombinasi dari seluruh responden.



Gambar 8. Hasil Perbandingan Berpasangan Kriteria

Pada gambar 7 diketahui hasil perbandingan berpasangan kriteria dengan nilai tertinggi adalah *equipment failures* dengan nilai 0,408 dimana akan menjadi prioritas perhatian dalam pemilihan alternatif jenis perawatan. Serta diketahui *consistency ratio* keseluruhan perbandingan berpasangan sebesar 0,02 yang berarti konsisten dan dapat diterima karena kurang dari 0,10 atau 10%, dimana akan menjadi prioritas perhatian dalam pemilihan alternatif jenis perawatan. Langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan berpasangan alternatif untuk kriteria *equipment failures*.

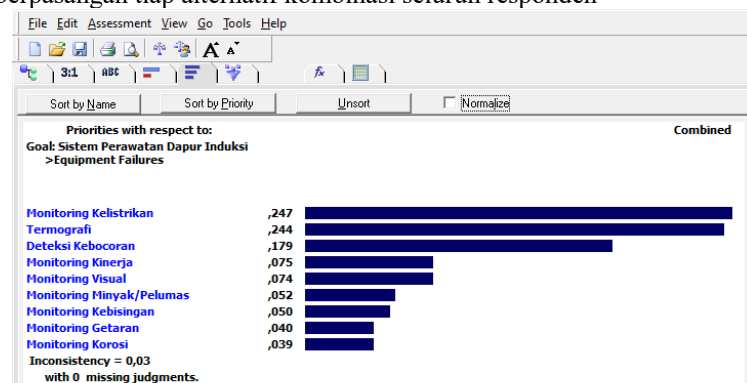
Perbandingan berpasangan tiap alternatif kombinasi dari seluruh responden.



Gambar 9. Perbandingan Berpasangan Alternatif untuk Kriteria *Equipment Failures*

Pada gambar 8 merupakan proses perbandingan berpasangan alternatif antara monitoring visual dengan monitoring kerja untuk kriteria *equipment failures* yang telah dikombinasi dari seluruh responden. Dapat dilihat bahwa monitoring visual dan monitoring kinerja memiliki derajat kepentingan yang sama terhadap kriteria *equipment failures* dengan nilai 1.

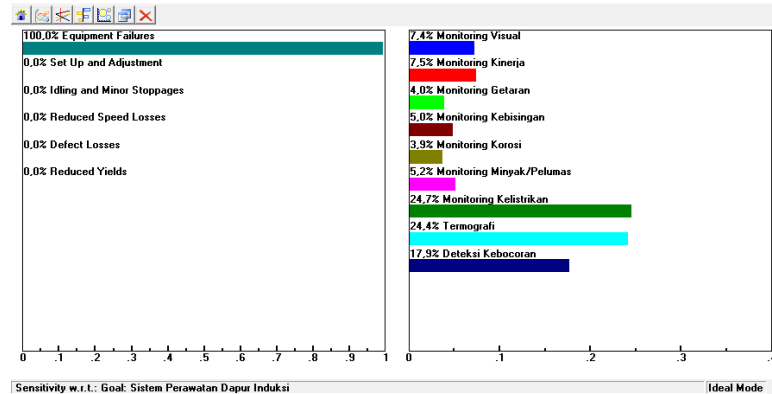
Hasil perbandingan berpasangan tiap alternatif kombinasi seluruh responden



Gambar 10. Hasil Perbandingan Berpasangan Alternatif untuk Kriteria *Equipment Failures*

Pada gambar 9 diketahui hasil perbandingan berpasangan alternatif untuk kriteria *equipment failures* dengan nilai paling tinggi adalah monitoring kelistrikan dengan nilai 0,247. Serta diketahui *consistency ratio* keseluruhan perbandingan berpasangan sebesar 0,03 yang berarti konsisten dan dapat diterima karena kurang dari 0,10 atau 10%, dimana akan menjadi prioritas perhatian dalam pemilihan alternatif jenis perawatan.

Prioritas alternatif untuk kriteria *equipment failures* ditunjukkan dalam bentuk diagram *dynamic sensitivity graphic*.



Gambar 11. *Dynamic Sensitivity Graphic*

Pada *dynamic sensitivity graphic* menunjukkan prioritas alternatif sistem perawatan untuk kriteria *equipment failures*. Pada urutan pertama adalah monitoring kelistrikan dengan nilai 24,7%. Pada urutan kedua adalah termografi dengan nilai 24,4%. Urutan ketiga adalah deteksi kebocoran dengan nilai 17,9%. Urutan keempat adalah monitoring kinerja dengan nilai 7,5%. Urutan kelima adalah monitoring visual dengan nilai 7,4%. Urutan keenam adalah monitoring minyak/pelumas dengan nilai 5,2%. Urutan ketujuh adalah monitoring kebisingan dengan nilai 5,0%. Urutan kedelapan adalah monitoring getaran dengan nilai 4,0%. Dan untuk urutan terakhir adalah monitoring korosi dengan nilai 3,9%.

Ranking alternatif hasil dari pengolahan data menggunakan *expert choice* untuk bahan pertimbangan pengambilan keputusan jenis perawatan yang paling sesuai dengan kondisi mesin dan untuk kemudian diputuskan oleh para *experts* sebagai upaya perbaikan sistem perawatan dan peningkatan kinerja mesin.

Tabel 10. *Ranking Prioritas Jenis Perawatan Terpilih*

<i>Maintenance Task</i>	Nilai	Peringkat
Monitoring Kelistrikan	0,247	1
Termografi	0,244	2
Deteksi Kebocoran	0,179	3
Monitoring Kinerja	0,075	4
Monitoring Visual	0,074	5
Monitoring Minyak/Pelumas	0,052	6
Monitoring Kebisingan	0,050	7
Monitoring Getaran	0,042	8
Monitoring Korosi	0,039	9

Sehingga dapat ditentukan untuk perbaikan sistem perawatan menurut hasil pengolahan data menggunakan *expertchoice* diketahui peringkat pertama adalah monitoring kelistrikan dengan nilai 0,247, termografi 0,244, deteksi kebocoran 0,179, monitoring kinerja dengan nilai 0,075, monitoring visual dengan nilai 0,074, monitoring minyak/pelumas dengan nilai 0,052, monitoring kebisingan dengan nilai 0,050, monitoring getaran dengan nilai 0,040, dan monitoring korosi dengan nilai 0,039.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data yang diperoleh dari perusahaan kemudian perhitungan *availabilty rate*, *performance efficiency*, dan *quality rate*. Hasil tiap komponen tersebut dikalikan untuk mengetahui nilai OEE pada dapur induksi sebesar 73,26%. Proses paling awal pada penentuan jenis perawatan menggunakan metode *Analytical Hierarchy*

Process adalah dengan membuat hirarki. Diawali dengan penentuan *goal* yaitu sistem perawatan dapur induksi kemudian penentuan kriteria pada elemen kedua yang terdiri dari faktor-faktor *six big losses* dan diikuti dengan elemen ketiga yang merupakan 9 *maintenance task* yang ada pada *predictive maintenance*. Pengolahan data menggunakan metode AHP yang kemudian memberikan hasil *consistency ratio* dengan nilai 0,03 atau hasil kurang dari sama dengan 10% atau 0,01 yang berarti hasil pengolahan data menggunakan *Expert Choice* dianggap konsiten dan dapat diterima. Pada peringkat pertama diketahui bahwa monitoring kelistrikan memiliki nilai tertinggi yang berarti *maintenance task* tersebut terpilih sebagai dasar pengambilan keputusan alternatif sistem perawatan yang diprioritaskan. Dalam penelitian ini hanya memberikan usulan perbaikan sistem perawatan pada dapur induksi dalam upaya peningkatan nilai OEE. Mengetahui besaran nilai OEE dan menentukan jenis perawatan yang sesuai dengan kondisi mesin melalui pengolahan data menggunakan metode *analytical hierarchy* tanpa menganalisa lebih lanjut untuk implementasi hasil usulan perbaikan pada penelitian ini jika sudah dilakukan oleh perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada PT. Lingga Sakti Indonesia atas izin dan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian ini serta seluruh pihak yang telah membantu kelancaran penelitian dari awal hingga penelitian ini selesai.

REFERENSI

- [1] A. Tridaryanto, S. Sutoyo, and M. Hidayat, "Perbaikan Teknik Relining Tanur Induksi Untuk Mencegah Terbentuknya Rongga Lining Dan Penghematan Biaya Proses Peleburan," *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, vol. 1, no. 2, pp. 72–81, 2020, doi: 10.18196/jqt.010211.
- [2] K. Siregar and D. H. Rizkiansyah, "TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Analisis Efektivitas Mesin Ripple Mill Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)," 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1556.
- [3] M. Hamka and Harjono, "Gedung Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process Dan Profile Matching," vol. 20, no. 1, 2019.
- [4] U. Saprudin, "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Dan Simple Additive Weighting (Saw) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bibit Cabai Merah Unggul," *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 9, no. 2, pp. 70–76, 2019, doi: 10.36448/jmsit.v9i2.1312.
- [5] Oktafianus Toding, Dayal Gustopo Setiadjit, and Fuad Achmadi, "Penerapan Predictive Maintenance pada Agitator Reaktor Autoclave di PT. XYZ," *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 30–35, 2021, doi: 10.36040/jtmi.v7i1.3283.
- [6] M. M. Ilham, I. Apriliana, and S. Wulandari, "Page 1 Analysis Of The Effectiveness Of The Redemption Type Game Machine Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) [Analisa Efektivitas Mesin Game Jenis Redemption Dengan Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE)]."
- [7] W. Gorapetha, J. Hutabarat, and L. a Salmia, "Analisis Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness Untuk Meminimumkan Nilai Six Big Losses Di Mesin Produksi Dan Usulan Perbaikan Dengan Metode Kaizen 5S Di Cv. Widikauza," *Jurnal Valtech*, vol. 3, no. 2, pp. 219–225, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/2767>
- [8] D. Wibisono, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisasi Six Big Losses Pada Mesin Bubut (Studi Kasus di Pabrik Parts PT XYZ)," *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, vol. 3, no. 1, pp. 7–13, 2021, doi: 10.30998/joti.v3i1.6130.
- [9] L. E. Puspita and E. P. Widjajati, "Pengukuran Efektivitas Mesin Latexing Pada Produksi Karpas Permadani Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Overall Resource Effectiveness (Ore) Di Pt. Xyz," *Juminten*, vol. 2, no. 4, pp. 1–12, 2021, doi: 10.33005/juminten.v2i4.295.
- [10] A. G. Budianto, "Analisis Penyebab Ketidaksesuaian Produksi Flute Pada Ruang Handatsuke Dengan Pendekatan Fishbone Diagram, Piramida Kualitas Dan Fmea," *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.31602/jieom.v4i1.5368.
- [11] N. Eviyanti, "Analisis Fishbone Diagram Untuk Mengevaluasi Pembuatan Peralatan Aluminium Studi Kasus Pada Sp Aluminium Yogyakarta," *JAAKFE UNTAN (Jurnal Audit dan Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Tanjungpura)*, vol. 10, no. 1, p. 10, 2021, doi: 10.26418/jaakfe.v10i1.45233.
- [12] M. I. H. Saputra and N. Nugraha, "Sistem Pendukung Keputusan Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) (Studi Kasus: Penentuan Internet Service Provider Di Lingkungan Jaringan Rumah)," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 3, pp. 199–212, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i3.3422.
- [13] Y. Prasetyawan and I. Rachmayanti, "Proposing predictive maintenance strategy to increase OEE through system upgrade scenarios and AHP," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1072, no. 1, p. 012031, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1072/1/012031.
- [14] M. Eshtaiwi, I. Badi, A. Abdulshahed, and T. E. Erkan, "Determination of key performance indicators for measuring airport success: A case study in Libya," *J Air Transp Manag*, vol. 68, no. November, pp. 28–34, 2018, doi: 10.1016/j.jairtraman.2017.12.004.

Conflict of Interest Statement :

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.