

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI MESIN *DIESEL GENERATOR*
MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*
(FMEA) DI *POWER GENERATOR* 1 PT IKPP PERAWANG RIAU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

ZIDAN ADRIAN
12050513445

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2026

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI MESIN *DIESEL* GENERATOR MENGGUNAKAN *METODE FAILURE MODE AND* *EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DI *POWER GENERATOR 1 PT. IKPP* PERAWANG RIAU

TUGAS AKHIR

oleh:

ZIDAN ADRIAN

12050513445

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 8 Januari 2026

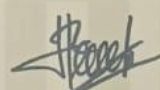
Pekanbaru, 08 Januari 2026

Mengesahkan,



Dekan
Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc.
NIP. 19770103 200710 2 001

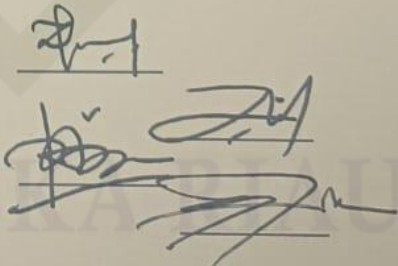
Ketua Prodi Teknik elektro



Dr. Lilliana, S.T., M.Eng.
NIP: 19781012 200312 2 004

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Dr. Ir. Zulfatri Aini, S.T., M.T., IPP.
Sekretaris : Aulia Ullah S.T., M.Eng.
Anggota I : Dr. Dian Mursyitah, S.T., M.T.
Anggota II : Putut Son Maria, S.ST., M.T.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI MESIN *DIESEL*
GENERATOR MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND*
EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI *POWER GENERATOR 1 PT. IKPP*
PERAWANG RIAU**

oleh:

ZIDAN ADRIAN
12050513445

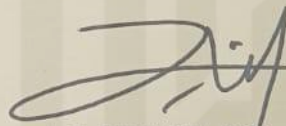
Telah diperiksa dan disetujui sebagai proposal Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 08 Januari 2026

Ketua Prodi Teknik Elektro



Dr. Liliana, S.T., M.Eng.
NIP.19781012 200312 2 004

Pembimbing



Aulia Ullah S.T., M.Eng.
NIP. 19850618 201503 1 003

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Zidan Adrian
NIM	: 12050513445
Tempat/Tgl. Lahir	: Salimpaung, 02 Agustus 2002
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Prodi	: Teknik Elektro
Judul Artikel	: Analisis keandalan sistem instrumentasi mesin diesel generator menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) di power generator 1 PT IKPP perawang riau

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulis Artikel dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada Karya Tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Artikel saya ini sah, saya nyatakan bebas dari plagiasi.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam Artikel saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 22 Januari 2026

Yang membuat pernyataan,



Zidan Adrian
NIM. 12050513445

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al-baqarah:2.286)

“semua sudah Allah atur, jangan takut gagal,

Allah sangat bisa memudahkan segala urusan secara tiba-tiba.”

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadi dirimu serupa yang kau impikan. Mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

“Orang lain ga akan pernah paham Struggle dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya ingin bagian sukses storienya saja. Jadi, berjuanglah untuk diri sendiri meskipun ga ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”

“....Wahai Tuhanku, kasihilah mereka keduanya, sebagaimana mereka berdua telah mendidik aku ketika kecil” (QS. Al Israa' : 24)

“Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis atas dukungan mereka yang tak tergoyahkan. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada ibu saya, yang telah berdedikasi dalam memenuhi kebutuhan saya selama proses penyelesaian tugas akhir ini. Selain itu, saya juga sangat menghargai ayah saya, yang berfungsi sebagai semangat pemandu saya, membayangkan masa depan di mana pencapaian gelar sarjana ini meringankan beban di pundak mereka”.

“Sebagai ucapan terimakasih yang tak hingga dan tak lupa kepada sahabat-sahabat saya, rekan rekan seperjuangan, senior dan teman teman yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi serta nasehat kepadaku. Kalian semua terbaik.”

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI MESIN *DIESEL GENERATOR* MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI *POWER GENERATOR* 1 PT IKPP PERAWANG RIAU

ZIDAN ADRIAN
NIM : 12050513445

Tanggal Sidang : 08 Januari 2026

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Keandalan sistem instrumentasi mesin *diesel generator* memiliki peranan penting dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik pada industri *pulp* dan kertas. Kegagalan pada sistem instrumentasi dapat menyebabkan gangguan operasi, peningkatan *downtime*, serta kerugian operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keandalan sistem instrumentasi mesin *diesel generator* di *Power Generator* 1 PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* (IKPP) Perawang Riau menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, dan dampak kegagalan melalui penilaian parameter *severity*, *occurrence*, dan *detection* sehingga diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Data penelitian diperoleh dari data historis kerusakan periode 2019–2022 serta hasil observasi dan wawancara dengan teknisi. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen *speed sensor* memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 168, sedangkan komponen *air starting valve*, *temperature gauge*, *governor*, dan *flow meter fuel* memiliki nilai RPN di bawah 200. Seluruh komponen masih tergolong andal, namun memerlukan pemeliharaan preventif untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional sistem.

Kata Kunci: Keandalan, Sistem Instrumentasi, *Diesel Generator*, FMEA, RPN

Reliability Analysis of Diesel Generator Instrumentation Using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Method at Power Generator 1 of PT.

IKPP Perawang, Riau

ZIDAN ADRIAN
NIM : 12050513445

Date of final exam : 08 January 2026

*Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
HR. Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

The reliability of diesel generator instrumentation systems plays an important role in ensuring the continuity of electrical power supply in the pulp and paper industry. Failures in instrumentation systems can lead to operational disruptions, increased downtime, and economic losses. This study aims to analyze the reliability of the diesel generator instrumentation system at Power Generator 1 of PT. Indah Kiat Pulp and Paper (IKPP) Perawang Riau using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. FMEA is applied to identify potential failure modes, their causes, and their effects by evaluating the parameters of severity, occurrence, and detection to determine the Risk Priority Number (RPN). The research data were obtained from historical failure records from 2019 to 2022, as well as observations and interviews with technical personnel. The results indicate that the speed sensor has the highest RPN value of 168, while the air starting valve, temperature gauge, governor, and fuel flow meter have RPN values below 200. Although all components are categorized as reliable, regular preventive maintenance is required to enhance system reliability and operational efficiency.

Keywords: Reliability, Instrumentation System, Diesel Generator, FMEA, RPN.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam juga penulis haturkan kepada baginda Rasulullah SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan suri tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut di contoh dan di teladani bagi kita semua. Atas ridho Allah SWT penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisis Keandalan Instrumentasi Mesin Diesel Generator Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di Power Generator 1 PT. IKPP Perawang Riau ”**.

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga do'a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi Uin Suska Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.:

1. Kepada Allah SWT yang dengan rahmatnya memberikan kemudahan dan kelancaran serta hidayahnya memberi petunjuk dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.
2. Kepada ayahanda tercinta Adrinal dan ibunda tercinta Irmawati yang selalu memberikan motivasi dan doa yang tiada henti – hentinya.
3. Kepada Ibu Liliana, S.T., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Kepada Bapak Aulia Ullah S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah banyak menyediakan waktu dan membagikan ilmunya untuk membimbing serta memberikan dorongan dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kepada Ibu Dr. Dian Mursyitah, S.T., M.T., selaku dosen pengampu matakuliah Tugas Akhir 1 Konsentrasi Elektronika Instrumentasi, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kepada Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom., selaku Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan bimbingan dan bantuannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Kepada teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro terkhususnya angkatan 2020, terimakasih atas dukungan dan inspirasi yang telah diberikan selama perkuliahan ini hingga detik ini.

Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum waeahmatullahi wabarakatuh.

Pekanbaru 08 januari 2026

Zidan Adrian
12050513445

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Batasan Masalah	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Sistem Instrumentasi Mesin <i>Diesel Generator</i>	II-3
2.2.1 Definisi Mesin <i>Diesel Generator</i> dan fungsinya.....	II-3
2.2.2 Komponen Utama Dalam Sistem Instrumentasi Mesin <i>Diesel Generator</i>	II-4
2.3 Terminologi Keandalan	II-9
2.3.1 Laju Kegagalan (<i>Failure Rate</i>).....	II-10
2.3.2 <i>Failure</i>	II-10
2.3.3 <i>Severity</i>	II-11
2.3.4 <i>Availability</i>	II-11
2.3.5 <i>Occurrence</i>	II-11
2.3.6 <i>Detection</i>	II-11
2.4 Metode Keandalan	II-12

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4.1 Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	II-12
2.4.2 Langkah Dasar (FMEA)	II-12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... III-1

3.1 Alur Penelitian	III-1
3.2 Tahap Penelitian	III-3
3.2.1 Identifikasi Masalah	III-3
3.2.2 Studi Literatur.....	III-3
3.2.3 Pengumpulan Data	III-3
3.2.4 Analisa Data	III-4
3.2.5 Analisa Pemecahan Masalah	III-6
3.2.6 Analisis FMEA.....	III-4
3.2.7 Penilaian Keandalan	III-6
3.2.8 Kesimpulan dan Saran.....	III-6

BAB IV HASIL DAN ANALISA IV-1

4.1 Analisa keandalan sistem instrumentasi mesin <i>diesel generator</i> di PT IKPP dengan menggunakan metode <i>failure mode and effect analysis</i> (FMEA).....	IV-1
4.1.1 Komponen <i>Speed Sensor</i>	IV-1
4.1.2 Komponen <i>Temperature Gauge</i>	IV-2
4.1.3 Komponen <i>Governor</i>	IV-3
4.1.4 Komponen <i>Air Starting Valve</i>	IV-4
4.1.5 Komponen <i>Flow Meter Fuel</i>	IV-5
4.2 Penilaian Keandalan	IV-6

BAB V PENUTUP V-1

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin <i>Diesel Generator</i>	II-3
Gambar 2. 2 <i>Speed Sensor</i>	II-5
Gambar 2. 3 <i>Temperature Gauge</i>	II-6
Gambar 2. 4 <i>Governor</i>	II-7
Gambar 2. 5 <i>Regulator Valve/Air Starting Valve</i>	II-8
Gambar 2. 6 <i>Flow Meter Fuel</i>	II-9
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	III-2
Gambar 4.1 Diagram Pareto Instrumentasi Mesin Diesel Generator	IV-7

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Worksheet Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	II-13
Tabel 2.2	Standar <i>Severity</i>	II-14
Tabel 2.2	Standar <i>Occurrence</i>	II-15
Tabel 2.2	Standar <i>Detection</i>	II-16
Tabel 4.1	<i>Worksheet FMEA</i> komponen <i>Speed Sensor</i>	IV-1
Tabel 4.2	<i>Worksheet FMEA</i> komponen <i>Temperature Gauge</i>	IV-2
Tabel 4.3	<i>Worksheet FMEA</i> komponen <i>Governor</i>	IV-3
Tabel 4.4	<i>Worksheet FMEA</i> komponen <i>Air Starting Valve</i>	IV-4
Tabel 4.5	<i>Worksheet FMEA</i> komponen <i>Flow Meter Fuel</i>	IV-5
Tabel 4.6	<i>Risk Priority Number</i> Instrumentasi Mesin <i>Diesel Generator</i>	IV-6

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya persaingan di sektor industri mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan efisiensi operasionalnya. Pertumbuhan ini didukung oleh peningkatan produksi dan permintaan pasar serta beroperasinya sejumlah pabrik baru, sehingga keberadaan pembangkit listrik menjadi infrastruktur vital dalam menjamin kelangsungan proses produksi, khususnya melalui pemanfaatan generator diesel sebagai penyedia energi yang andal dan stabil[1]. PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Perawang bergerak di bidang industri, perdagangan, dan kehutanan dengan produk utama berupa pulp dan berbagai jenis kertas, seperti kertas tulis dan cetak, kertas fotokopi, kertas industri, kertas seni, kertas minyak, kertas tisu, dan kertas HVS, yang menunjukkan tingginya permintaan pasar terhadap produk kertas. Kertas tersebut diproduksi dari serat yang dipadatkan melalui proses pengolahan pulp atau bubur kertas, dengan bahan baku utama berupa serat alami yang mengandung selulosa dan hemiselulosa[3].

Industri kertas merupakan sektor industri yang sangat bergantung pada ketersediaan suplai listrik yang stabil dan berkelanjutan untuk menjamin kelancaran seluruh proses produksinya. Gangguan pasokan energi listrik dapat menyebabkan terhentinya operasi, menurunnya kualitas produk, hingga kerugian ekonomi yang signifikan[4]. Oleh karena itu, keberadaan *diesel generator* menjadi sistem pendukung yang bersifat vital dalam menjaga kontinuitas operasional ketika terjadi gangguan pada sumber listrik utama. Keandalan *diesel generator* dalam menyediakan energi cadangan tidak hanya ditentukan oleh kondisi mekanis mesin, tetapi sangat bergantung pada kinerja sistem instrumentasi yang berfungsi memantau, mengendalikan, dan melindungi operasi generator agar tetap bekerja secara aman, stabil, dan efisien.

Sistem instrumentasi mesin diesel generator merupakan komponen penting yang terdiri dari berbagai komponen seperti sensor, aktuator, dan perangkat pengontrol lainnya. Sistem ini berfungsi untuk memantau dan mengendalikan kinerja mesin secara real-time [4]. Berdasarkan hasil observasi awal di lapangan, ditemukan bahwa gangguan operasional pada mesin diesel generator lebih sering disebabkan oleh ketidaktepatan pembacaan sensor dan kerusakan pada komponen instrumentasi, seperti kerusakan pada speed sensor dan temperature gauge. Selain itu, hasil wawancara dengan teknisi operasional dan pemeliharaan

menunjukkan bahwa kegagalan instrumentasi kerap memicu alarm palsu (*false alarm*) dan trip mesin, sehingga menyebabkan penghentian operasi meskipun kondisi mekanis mesin masih dalam batas normal. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya frekuensi *downtime*, biaya perawatan, serta gangguan terhadap target produksi perusahaan apabila tidak ditangani secara sistematis. Oleh karena itu, kegagalan pada sistem instrumentasi memiliki pengaruh signifikan terhadap keandalan dan kinerja keseluruhan mesin diesel generator.

Penelitian ini berfokus pada alat *diesel generator* dengan tujuan mendalami *mode* kegagalan potensial pada sistem instrumentasi. Menggunakan pendekatan FMEA, penelitian ini akan mencakup penilaian komprehensif, termasuk identifikasi komponen kritis, analisis risiko, serta pengembangan strategi mitigasi yang efektif[9]. Dalam konteks *diesel generator*, FMEA berperan strategis dalam menganalisis tiga parameter utama: tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan kemampuan deteksi dini (*detection*)[9]. Meningkatnya persaingan di industri pulp dan kertas menjadikan efisiensi operasional sebagai faktor krusial dalam meraih keberhasilan bisnis. Salah satu metode yang efektif dalam hal ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Observasi langsung dan wawancara bersama teknisi instrumen dan kontrol di PT IKPP Perawang teknisi mengatakan bahwa, kegagalan yang terjadi pada komponen instrumen pada mesin *diesel generator* dapat menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya, mengganggu proses produksi, serta operator tidak bisa mengontrol dengan baik[5]. Untuk memastikan komponen instrumentasi berjalan dengan baik, maka diperlukan tindakan pencegahan terhadap kegagalan untuk mengidentifikasi potensi, penyebab serta efek kegagalan yang akan terjadi. Salah satu metode perawatan yang mampu untuk mengidentifikasi kegagalan adalah metode FMEA[12]. Metode ini adalah suatu jenis analisis kualitatif yang bertujuan untuk menemukan jenis-jenis kegagalan dari suatu penyebab kegagalan, serta efek kegagalan yang diakibatkan oleh masing-masing komponen terhadap suatu sistem.

Pendekatan preventif diperlukan untuk memastikan sistem instrumentasi beroperasi secara lancar dan andal, dengan memungkinkan identifikasi potensi kegagalan sebelum terjadi, serta evaluasi dampaknya terhadap kinerja keseluruhan sistem[12]. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi potensi kegagalan sebelum terjadi serta evaluasi terhadap dampaknya terhadap kinerja keseluruhan sistem[2]. Metode ini merupakan suatu bentuk Analisis kualitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi mode-mode kegagalan dari suatu

penyebab kegagalan, serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh setiap komponen terhadap suatu sistem.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko serta memberikan rekomendasi teknis yang dapat diterapkan oleh tim pemeliharaan melalui penggabungan antara analisis teoritis dan kebutuhan industri. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat nyata, khususnya pada *Power Generator* 1 dan unit pembangkit lainnya di PT. IKPP Perawang Riau. Temuan utama dari penelitian ini adalah penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang telah disesuaikan dengan kebutuhan spesifik industri *pulp and paper*.

Diharapkan bahwa hasil analisis ini dapat mendukung pengembangan strategi manajemen risiko yang lebih efektif serta menghasilkan model optimal untuk pengelolaan aset teknis. Penerapan strategi tersebut diharapkan mampu meningkatkan daya saing perusahaan, menurunkan biaya pemeliharaan, dan meningkatkan efisiensi operasional dalam jangka panjang. Judul penelitian ini, “**Analisis Keandalan Instrumentasi Mesin Diesel Generator Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di *Power Generator* 1 PT. IKPP Perawang Riau**”, secara jelas mencerminkan fokus dan tujuan penelitian dalam konteks industri *pulp and paper*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, adapun perumusan masalah yang ingin diselesaikan pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana penerapan FMEA dapat menganalisis kerusakan dan meningkatkan keandalan sistem instrumentasi mesin *diesel generator* di *Power Generator* 1 PT. IKPP Perawang Riau?
2. Bagaimana rekomendasi aksi perawatan yang dapat diterapkan untuk memperbaiki kegagalan sistem instrumentasi berdasarkan hasil analisis FMEA?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah terjadi, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis tingkat risiko kegagalan komponen instrumentasi mesin diesel generator menggunakan metode FMEA untuk menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Memberikan rekomendasi aksi perawatan untuk mengurangi terjadinya kegagalan pada sistem instrumentasi mesin diesel generator di PT. IKPP Perawang Riau.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan fokus dan pencapaian tujuan yang diinginkan dalam penulisan ini, ditetapkan batasan-batasan masalah yang akan diteliti, yaitu :

1. Penelitian ini hanya akan fokus pada mode kegagalan dan kerusakan sistem instrumentasi.
2. Data kerusakan yang digunakan untuk pengamatan dan Analisa dari tahun 2019 hingga tahun 2022 dan narasumber dari teknisi PT. IKPP.
3. Rentang waktu pengambilan data historis kerusakan adalah dari tahun 2019 hingga 2022, yang dinilai cukup merepresentasikan pola kegagalan komponen untuk analisis FMEA.
4. Penelitian ini hanya akan mengidentifikasi dan mengurangi tingkat risiko kegagalan pada komponen-komponen utama.
5. Penelitian ini tidak membahas desain sistem dan aspek biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Meningkatkan keandalan sistem dengan memberikan wawasan tentang potensi risiko kegagalan pada sistem instrumentasi mesin *diesel generator*, sehingga membantu perusahaan untuk mengurangi kemungkinan *downtime*.
2. Mengoptimalkan pemeliharaan dengan mengidentifikasi komponen kritis dan menentukan prioritas intervensi berdasarkan tingkat keparahan dan probabilitas kegagalan.
3. Mengurangi biaya pemeliharaan dan kerugian ekonomi dengan mengurangi *downtime* dan mencegah kegagalan sistem yang dapat mengganggu operasional.
4. Meningkatkan efisiensi operasional *Power Generator* 1 PT. IKPP Perawang Riau dengan memastikan sistem berjalan optimal tanpa hambatan teknis besar.
5. Menjadi model analisis yang dapat diterapkan pada industri sejenis, khususnya di sektor *pulp* dan kertas, dalam mengelola keandalan sistem instrumentasi mesin pembangkit listrik menggunakan pendekatan FMEA.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Kajian literatur dalam tugas akhir penulis dilakukan dengan meninjau berbagai sumber seperti jurnal, *paper*, buku, dan materi pendukung lainnya. Proses ini memberikan pemahaman mendalam tentang topik penelitian, membantu menemukan perspektif berbeda, serta mengevaluasi metodologi penelitian sebelumnya. Dengan demikian, penelitian memiliki dasar ilmiah yang kuat berdasarkan literatur yang relevan.

Penelitian membahas penerapan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan mengurangi kegagalan pada mesin *boiler*. Berdasarkan hasil identifikasi tingkat kerusakan menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA) didapatkan terdapat 6 risiko kritis dengan nilai RPN tertinggi dari 11 risiko yang harus diprioritaskan terlebih dahulu yaitu *Pipa Boiler, Fit Tank Pump, Burning Furnace, Estimator Glass, Blower IDF, Elmot IDF*, apabila tidak diprioritaskan perbaikan untuk 6 komponen tersebut, maka akan sangat mempengaruhi jalannya produksi di perusahaan tersebut[11]. Setelah mengetahui permasalahan yang berhubungan dengan kerusakan yang terjadi pada stasiun kerja *boiler*. Hal tersebut berdampak pada kinerja perusahaan diantaranya Adalah kegagalan proses produksi,berkurangnya jam operasional pabrik yang efektif, meningkatnya biaya operasional, berkurangnya kapasitas produksi, berkurangnya pendapatan atau laba Perusahaan.

Penelitian menggunakan metode FMEA untuk menganalisis keandalan instrumentasi pada *boiler feed pump* di PLTU. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi penyebab dan jenis kegagalan serta menghitung nilai RPN. Hasilnya menunjukkan bahwa seluruh komponen masih memenuhi standar karena nilai RPN berada di bawah 200. Sensor kecepatan memiliki RPN tertinggi (160) namun tetap dianggap handal, sementara *pressure indicator* memiliki RPN terendah (30)[12]. Kegagalan yang umum terjadi adalah pembacaan *indikator* yang tidak aktual dan komponen yang tidak berfungsi optimal. Rekomendasi utama adalah melakukan perawatan rutin pada sensor kecepatan setiap bulan. Penelitian juga menyarankan penggunaan metode tambahan seperti FTA dan RCM untuk meningkatkan efektivitas perawatan dan identifikasi kegagalan di masa mendatang.

Penelitian mengenai analisis keandalan komponen mesin kompresor *double screw* dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko kegagalan pada setiap komponen mesin, menentukan prioritas perawatan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), serta meningkatkan keandalan mesin kompresor di pabrik semen tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen *unloader kit* dan *non retur valve* memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu 84, karena tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan kesulitan deteksi yang cukup tinggi. Sementara itu, komponen *oil filter* dan penambahan oli memiliki nilai RPN terendah, yaitu 30, karena dampak kegagalannya relatif kecil dan mudah dideteksi [13]. Secara keseluruhan, ketersediaan sistem kompresor *double screw* di PT. XYZ mencapai 99%, dengan rata-rata waktu perbaikan per komponen sekitar 30–50 menit, yang menandakan performa sistem yang cukup andal. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan FMEA sangat efektif dalam memprioritaskan perawatan mesin, mengurangi *downtime*, dan menekan biaya perbaikan di industri semen.
 - Terakhir, Penelitian mengevaluasi keandalan sistem instrumentasi *boiler* di PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar dengan menggabungkan metode FMEA dan FTA. Hasilnya menunjukkan keandalan yang sangat tinggi, yaitu 99,78% pada *boiler* No. 1 dan 99,96% pada *boiler* No. 2. Komponen *electric pump* menjadi sumber kegagalan utama dengan MTBF 454,73 jam pada *boiler* No. 1 dan 216 jam pada *boiler* No. 2. Berdasarkan perhitungan RPN, perawatan *electric pump* direkomendasikan setiap 19 hari (*boiler* No. 1) dan 9 hari (*boiler* No. 2) [14]. FTA membantu mengidentifikasi akar masalah seperti instalasi yang kurang tepat, keausan, dan faktor lingkungan, sedangkan FMEA digunakan untuk menilai risiko kegagalan melalui *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Kombinasi kedua metode ini efektif dalam menentukan komponen kritis serta menyusun strategi perawatan preventif. Penelitian juga mengusulkan penerapan RCM untuk mengoptimalkan pengurangan *downtime* dan biaya operasional, sekaligus meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem *boiler*.
 - Beberapa penelitian terkait telah menggunakan metode FMEA, namun belum secara spesifik membahas keandalan sistem instrumentasi pada *diesel generator* di industri *pulp and paper*. Dalam penelitian ini, FMEA digunakan secara mendalam untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan pada sistem instrumentasi *diesel generator*, dengan fokus pada industri *pulp and paper*. Selain itu, penelitian ini memperkaya teori keandalan sistem dengan mengintegrasikan konsep FMEA dalam konteks spesifik industri *pulp and paper*, mencakup pemahaman mendalam terhadap proses produksi dan kebutuhan industri tersebut. Dengan fokus eksplisit pada *diesel generator*, penelitian ini memberikan kontribusi
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

signifikan dalam mengisi kesenjangan pengetahuan di bidang keandalan sistem, berpotensi mendukung pengembangan dan peningkatan performa sistem instrumentasi *diesel generator* secara relevan.

Studi dari penelitian terkait menunjukkan bahwa metode FMEA berhasil dalam menemukan kemungkinan kegagalan dan efeknya pada sistem atau peralatan. Akibatnya, penulis ingin melakukan penelitian yang memanfaatkan metode FMEA untuk analisis keandalan. Penelitian ini unik karena menggunakan metode FMEA untuk menganalisis keandalan sistem instrumentasi pada *diesel generator*. Metode ini memiliki banyak keuntungan karena dapat membantu dalam menemukan komponen yang dapat menurunkan keandalan sistem instrumentasi pada *diesel generator*. Akibatnya, penelitian ini dapat memberikan informasi baru dan membantu menjaga kinerja dan keandalan sistem di industri *pulp and paper*. Penelitian ini menggunakan metode FMEA untuk menemukan dan mengatasi masalah keandalan sistem instrumentasi *diesel generator*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan kontinuitas operasional selama proses produksi.

2.2 Sistem Instrumentasi Mesin *Diesel Generator*

2.2.1 Definisi Mesin *Diesel Generator* dan fungsinya

Perkembangan teknologi yang semakin canggih di tengah peradaban yang semakin maju, menghasilkan berbagai inovasi dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor industri, namun tidak menutup kemungkinan di bidang kelistrikan dan kelistrikan [15]. Terdapat dari dua komponen utama yaitu mesin *diesel* yang menghasilkan energi mekanik dan generator listrik yang mengubah tenaga mekanik tersebut menjadi energi listrik.



Gambar 2.1 Mesin *Diesel Generator* di PT IKPP perawang (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 2.1 Mesin *Diesel generator* di PT IKPP Perawang yang merupakan sistem pembangkit listrik yang kompleks dan penting untuk memenuhi kebutuhan listrik berbagai sektor industri. Alat ini dirancang untuk mengubah energi kimia solar menjadi energi listrik melalui proses pembakaran dan induksi elektromagnetik [16]. Mesin *diesel generator* adalah komponen vital dalam pembangkitan energi listrik, yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik [17]. Daya listrik yang dihasilkan berasal dari proses pembakaran yang berlangsung di dalam mesin pembakaran dalam tersebut.

2.2.2 Komponen Utama Dalam Sistem Instrumentasi Mesin *Diesel Generator*

Sistem instrumentasi mesin generator diesel berperan penting dalam menjamin keandalan dan efisiensi pembangkitan tenaga listrik. Dalam penelitian ini, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk menganalisis kemungkinan kegagalan yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Berikut beberapa komponen utama yang dianalisis pada sistem instrumentasi generator diesel pada pembangkit listrik:

1. *Speed Sensor*

Speed sensor adalah salah satu komponen utama dalam sistem instrumentasi mesin *diesel generator*. Komponen ini berfungsi untuk memonitor kecepatan rotasi poros engkol (*rotational speed*) yang dihasilkan oleh mesin *diesel*. Hasil pengukuran sensor digunakan untuk menjaga kestabilan kecepatan mesin agar sesuai dengan kebutuhan operasional, sehingga mendukung generator dalam menghasilkan daya listrik secara optimal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 *Speed sensor*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Gambar 2.2 merupakan *speed sensor* yang menjadi salah satu komponen utama mesin *diesel generator*. Cara kerja *speed sensor* didasarkan pada pendeteksian perubahan medan magnet atau sinyal elektronik yang dihasilkan oleh gerakan mekanis poros engkol. Data yang diperoleh kemudian diteruskan ke sistem kontrol untuk mencegah kondisi *overspeed* atau *underspeed*, yang berpotensi merusak generator atau mengganggu proses operasional. Oleh karena itu, *speed sensor* memiliki peran penting dalam memastikan keandalan dan efisiensi mesin *diesel generator*.

2. *Temperature Gauge*

Temperature gauge merupakan alat yang digunakan untuk mengukur dan memantau suhu di berbagai bagian mesin *diesel generator*, seperti suhu cairan pendingin, pelumas, atau gas buang. Komponen ini berperan penting dalam memastikan mesin beroperasi dalam kisaran suhu yang aman, sehingga dapat mencegah terjadinya *overheating* atau kondisi suhu ekstrem yang berisiko merusak komponen mesin.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.3 *Temperature Gauge*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

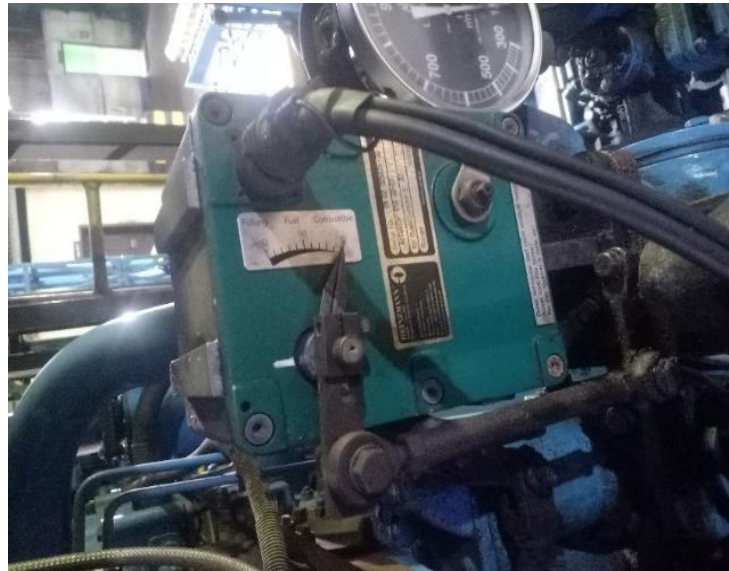
Gambar 2.3 merupakan *Temperature gauge* yang menjadi salah satu komponen utama *mesin diesel generator*. *Temperature gauge* bekerja dengan memanfaatkan sensor termal yang mendeteksi perubahan suhu dan mengubahnya menjadi sinyal yang ditampilkan pada panel kontrol dalam bentuk angka atau grafik. Informasi yang diperoleh memungkinkan operator untuk melakukan tindakan pencegahan, seperti menyesuaikan beban generator, menambahkan cairan pendingin, atau memeriksa sistem pelumasan. Dengan kemampuan memantau suhu secara tepat, *temperature gauge* memiliki peran signifikan dalam menjaga keandalan, efisiensi, dan masa pakai *mesin diesel generator*.

3. Governor

Governor bekerja dengan memantau perubahan beban pada generator dan menyesuaikan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke mesin secara otomatis. Ketika beban meningkat, *governor* akan meningkatkan suplai bahan bakar untuk menjaga putaran mesin. Sebaliknya, ketika beban menurun, *governor* akan mengurangi suplai bahan bakar guna menghindari *overspeed*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.4 *Governor*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Gambar 2.4 merupakan *governor* yang menjadi salah satu komponen utama mesin *diesel generator*. *Governor* merupakan salah satu komponen utama dalam sistem instrumentasi mesin *diesel generator* yang bertugas mengatur kecepatan putaran mesin agar tetap stabil sesuai dengan kebutuhan beban. Komponen ini berfungsi sebagai pengontrol, baik mekanis maupun elektronik, yang secara otomatis mengatur suplai bahan bakar ke mesin diesel, sehingga memastikan kecepatan mesin tetap konsisten tanpa fluktuasi berlebih.

4. *Air Starting Valve/Regulator Valve*

Air Starting Valve atau *Regulator Valve* adalah salah satu komponen penting dalam mesin *diesel generator* yang bertugas mengatur aliran udara bertekanan tinggi untuk proses awal penyalaan mesin (*starting*). Komponen ini memastikan udara bertekanan tinggi masuk ke dalam silinder pada waktu yang tepat, sehingga piston dapat bergerak untuk memutar poros engkol dan memulai siklus pembakaran bahan bakar. Fungsi utama *Air Starting Valve/Regulator Valve* meliputi:

- a. Mengontrol Tekanan Udara: Memastikan tekanan udara yang dialirkan sesuai kebutuhan untuk mendukung penyalaan mesin secara optimal.
- b. Mencegah Aliran Balik: Dilengkapi *mekanisme* satu arah untuk menghindari aliran balik udara yang dapat merusak komponen lainnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. Meningkatkan Keberhasilan Penyalaan: Mengurangi risiko kegagalan saat proses penyalaan melalui pengaturan aliran udara yang tepat.



Gambar 2.5 *Air Starting Valve*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Gambar 2.5 merupakan *air starting valve* yang menjadi salah satu komponen utama mesin *diesel generator*. Cara kerja komponen ini dimulai dengan membuka *valve*, baik secara otomatis maupun manual, saat mesin dinyalakan. Udara bertekanan tinggi kemudian diarahkan ke silinder, menyebabkan piston bergerak dan memutar poros engkol. Setelah mesin mencapai kecepatan putaran yang cukup, proses pembakaran bahan bakar dimulai, dan *valve* menutup untuk menghentikan suplai udara. Dengan perannya yang vital dalam proses starting, *Air Starting Valve/Regulator Valve* menjadi komponen esensial untuk memastikan mesin *diesel generator* dapat menyala dengan efisien dan aman.

5. *Flow Meter Fuel*

Flow Meter Fuel adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah bahan bakar yang mengalir ke mesin *diesel*. Fungsi utamanya adalah untuk memastikan mesin mendapatkan jumlah bahan bakar yang tepat sesuai kebutuhan, sehingga mesin bisa beroperasi dengan efisien. Beberapa fungsi utama *Flow Meter Fuel* antara lain:

- a. Mengukur Pasokan Bahan Bakar: *Flow meter* memastikan bahan bakar yang mengalir ke mesin sesuai dengan kebutuhan daya yang dibutuhkan mesin.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Memantau Konsumsi Bahan Bakar: Alat ini memungkinkan operator untuk mengawasi konsumsi bahan bakar, sehingga bisa mengevaluasi efisiensi mesin dan mendeteksi adanya masalah seperti kebocoran bahan bakar.
- c. Menjaga Kestabilan Mesin: Data dari *flow meter* membantu sistem untuk menyesuaikan pasokan bahan bakar, menjaga mesin tetap stabil meskipun dalam kondisi beban ringan atau berat.



Gambar 2.6 *Flow Meter Fuel* (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Gambar 2.6 merupakan *Flow meter fuel* yang menjadi salah satu komponen utama mesin *diesel generator*. Cara kerja *flow meter* cukup sederhana, yaitu sensor di dalam alat ini mendeteksi aliran bahan bakar dan mengubahnya menjadi sinyal yang bisa dibaca oleh sistem kontrol atau operator.

2.3 Terminologi Keandalan

Keandalan (reliability) merupakan probabilitas bahwa suatu peralatan atau sistem dapat menjalankan fungsi atau tugasnya dengan baik dalam jangka waktu tertentu dan pada kondisi operasi yang telah direncanakan [18]. Keandalan menggambarkan peluang suatu sistem untuk menjalankan fungsi yang telah ditetapkan, dalam kondisi pengoperasian dan lingkungan tertentu, pada waktu yang telah ditentukan.

Tujuan utama keandalan adalah memberikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan serta memprediksi kapan sebuah sistem atau komponen mungkin mengalami kegagalan atau kerusakan. Hal ini bertujuan untuk menentukan tindakan yang perlu dilakukan, seperti penggantian komponen atau pemeliharaan, agar sistem tetap

berfungsi secara optimal [19]. Ada empat poin pokok pembagian Teori keandalan sebagai berikut, yaitu :

- a. Keandalan komponen dan sistem (*Component And System Reability*).
- b. Keandalan struktur (*Structural Reability*).
- c. Keandalan manusia (*Human Reability*).
- d. Keandalan perangkat lunak (*Software Reability*).

2.3.1 Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Laju kegagalan merujuk pada peluang atau frekuensi terjadinya kegagalan pada suatu komponen atau sistem *diesel generator* dalam periode operasional tertentu. Parameter ini merupakan indikator yang sangat penting dalam menilai performa dan tingkat keandalan mesin *diesel generator*. Memahami laju kegagalan memungkinkan operator untuk mengidentifikasi komponen-komponen utama yang rentan terhadap kerusakan, seperti *governor*, *sensor speed*, atau *regulator valve*. Hal ini mendukung perencanaan pemeliharaan preventif yang lebih optimal, termasuk penggantian komponen sebelum mencapai masa kritisnya, sehingga dapat mengurangi risiko *downtime* atau kerusakan yang serius. Dalam metode FMEA, analisis terhadap laju kegagalan digunakan untuk mengevaluasi tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya, dan kemampuan deteksi kegagalan pada setiap komponen. Data ini kemudian dimanfaatkan untuk merancang langkah-langkah perbaikan serta strategi mitigasi risiko, memastikan mesin *diesel generator* dapat beroperasi dengan andal dan efisien.

2.3.2 *Failure*

Failure atau kegagalan mengacu pada ketidakmampuan suatu komponen atau sistem mesin generator diesel untuk menjalankan fungsi yang ditentukan sesuai dengan spesifikasi dalam kondisi pengoperasian yang dimaksudkan. Kegagalan ini dapat terjadi karena berbagai faktor, seperti keausan komponen, kesalahan desain, kondisi lingkungan yang *ekstrem*, atau kurangnya perawatan [12]. Contoh kegagalan pada mesin genset diesel antara lain kerusakan *governor* yang mengakibatkan kecepatan putaran menjadi rendah tidak menentu, kerusakan sensor kecepatan yang mengakibatkan data kecepatan tidak akurat, atau penyumbatan aliran bahan bakar mengganggu aliran bahan bakar.

2.3.3 Severity

Severity, atau tingkat keparahan, menggambarkan besarnya dampak dari kegagalan suatu komponen terhadap kinerja sistem dan keselamatan operasional. Hal ini digunakan untuk menilai akibat kegagalan pada komponen tertentu, apakah itu hanya menyebabkan gangguan kecil, kerusakan besar, atau ancaman serius terhadap keselamatan [18]. Misalnya, kegagalan pada *sensor speed* dapat mengakibatkan ketidakstabilan putaran mesin yang memengaruhi kualitas daya listrik yang dihasilkan. Sedangkan kerusakan pada *governor* dapat menyebabkan mesin berputar terlalu cepat (*overspeed*), yang berisiko merusak generator dan membahayakan keselamatan operator.

2.3.4 Availability

Availability, dalam konteks keandalan sistem, merujuk pada sejauh mana sebuah sistem atau komponen dapat berfungsi dengan baik dan siap digunakan ketika dibutuhkan. Ini mencerminkan kemampuan sistem untuk terus beroperasi tanpa gangguan dalam jangka waktu tertentu, dengan mempertimbangkan waktu yang hilang karena perawatan atau kerusakan. *Availability* biasanya dihitung dengan membandingkan waktu operasional sistem dengan total waktu yang tersedia, dan menjadi indikator penting dalam menilai kinerja serta keandalan suatu sistem.

2.3.5 Occurrence

Occurrence mengacu pada kemungkinan atau frekuensi terjadinya kegagalan pada suatu komponen atau sistem dalam periode waktu tertentu. Dalam analisis FMEA, *occurrence* digunakan untuk menilai seberapa sering kegagalan mungkin terjadi pada komponen tertentu, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kemungkinan kegagalan yang lebih besar [19]. Penilaian ini membantu dalam mengidentifikasi komponen yang rentan terhadap kegagalan dan perlu mendapatkan perhatian lebih dalam perencanaan pemeliharaan.

2.3.6 Detection

Detection merujuk pada kemampuan sistem atau prosedur untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum terjadi atau segera setelah kegagalan tersebut terjadi. Dalam FMEA, *detection* digunakan untuk menilai seberapa efektif sistem pemantauan atau pengendalian dalam mendeteksi kegagalan yang mungkin muncul pada komponen [19]. Semakin tinggi

kemampuan deteksi, semakin rendah risiko kegagalan yang tidak terdeteksi, yang penting untuk menghindari kerusakan lebih lanjut atau gangguan dalam operasi sistem.

2.4 Metode Keandalan

2.4.1 Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan *mode* kegagalan pada komponen-komponen sistem, serta menganalisis dampak kegagalan tersebut terhadap kinerja keseluruhan sistem [18]. Melalui analisis ini, kegagalan komponen dapat dinilai berdasarkan tingkat keparahannya, sehingga komponen yang paling kritis dan vital dapat diidentifikasi. Tindakan perbaikan kemudian dapat diterapkan untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik. Perbaikan ini diperlukan untuk memperbaiki desain atau menghilangkan metode kegagalan yang paling berisiko. Proses penyusunan FMEA terdiri dari identifikasi peralatan mesin yang terdapat pada pabrik, identifikasi potensi kegagalan pada masing-masing komponen peralatan, identifikasi efek yang terjadi apabila terdapat kegagalan, serta menghitung failure rate untuk setiap potensi kegagalan untuk mengkuantifikasi risiko kegagalan [10].

Tujuan utama dari melakukan FMEA adalah untuk mencegah kemungkinan kegagalan pada desain, proses, atau sistem baru yang tidak dapat memenuhi persyaratan yang diajukan, baik sebagian atau sepenuhnya, dalam kondisi tertentu seperti tujuan yang telah ditentukan dan batasan yang diberlakukan. Melalui FMEA, persyaratan klien dievaluasi dan produk serta proses dikembangkan dengan cara yang meminimalkan risiko terjadinya *mode* kegagalan potensial, dengan penekanan pada memastikan keselamatan dan keselamatan personel serta keamanan sistem [19]. Tujuan lain dari FMEA adalah untuk mengembangkan, mengevaluasi, dan meningkatkan metodologi pengembangan desain dan pengujian untuk menghilangkan kegagalan, sehingga menghasilkan produk yang kompetitif di tingkat dunia [6]. Keuntungan utama menggunakan metode FMEA adalah pengurangan biaya yang berdampak besar pada pengembalian garansi, pengurangan waktu yang dibutuhkan dari fase proyek hingga peluncuran pasar, serta peningkatan kualitas dan keandalan produk, sambil meningkatkan keselamatan operasionalnya.

2.4.2 Langkah Dasar (FMEA)

Worksheet Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) adalah seperti tabel 2.1 dibawah ini:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2. 1 Worksheet Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

No	Component and function	Potential Failure Mode	Potential Effect Failure	S E V	Potential cause Of Failure	O C C	D E T	R P N	Recommend ed Action
1									

Keterangan:

1. *Component and Function*

Component and Function mencakup daftar komponen beserta fungsinya dari bagian-bagian yang dianalisis untuk mendukung tercapainya tujuan proses yang dipelajari. Analisis ini bertujuan untuk memahami peran masing-masing komponen dalam sistem sehingga kemungkinan kegagalan dan tindakan perbaikan yang diperlukan dapat diidentifikasi.

2. *Potential Failure Mode*

Potential Failure Mode mencakup identifikasi berbagai jenis potensi kegagalan yang dapat mengurangi kinerja komponen atau kesalahan yang mungkin terjadi selama proses berlangsung. Identifikasi ini bertujuan untuk mengenali kelemahan yang dapat memengaruhi fungsi optimal dari komponen terkait.

3. *Potential Effect of Failure*

Potential Effect of Failure menjelaskan dampak yang mungkin terjadi jika suatu komponen mengalami kegagalan sebagaimana disebutkan dalam *failure mode*. Dampak dari potensi kegagalan ini merupakan konsekuensi dari adanya kelemahan tersebut, yang dapat berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius apabila tidak segera dilakukan tindakan penanggulangan.

4. *Severity (SEV)*

Severity adalah tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap sistem secara keseluruhan. Peringkatnya berkisar dari 1 (kondisi terbaik) hingga 10 (kondisi terburuk). Peringkat *severity* menunjukkan seberapa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

besar dampak dari efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan tersebut. Standar perbaikan *severity* dapat dilihat pada tabel berikut ini[20] :

Tabel 2.2 Standar *Severity*[20]

Rating	Dampak (<i>effect</i>)	Makna
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek di timbulkan
2	Sangat kecil	Efek yang dijalankan pengabaikan dalam kinerja sistem
3	Kecil	Tidak banyak menimbulkan pengaruh untuk kinerja sistem
4	Sangat rendah	Efeknya kecil untuk pengoperasian sistem
5	Rendah	Mengurangi kinerja dengan bertahap
6	Sedang	Sistem dapat beroperasi dan aman hanya tidak dapat dijalankan dengan keseluruhan
7	Tinggi	Sistem dapat beroperasi tapi tidak bisa dilakukan dengan keseluruhan
8	Sangat tinggi	Sistem tidak menjalankan operasi
9	Berbahaya dengan peringatan	Efek yang ditimbulkan berbahaya
10	Berbahaya tanpa peringatan	Efek yang ditimbulkan sangat berbahaya

5. *Potential Cause Of Failure*

Potential cause of failure merujuk pada suatu kejadian yang memicu terjadinya kegagalan.

6. *Occurrence (OCC)*

Occurrence adalah nilai yang menggambarkan frekuensi kejadian, yaitu seberapa sering suatu masalah muncul akibat penyebab tertentu. Skala yang digunakan berkisar dari 1 (masalah yang jarang terjadi) hingga 10 (frekuensi masalah yang sangat tinggi). *Occurrence* juga merupakan penilaian mengenai tingkat kejadian kerusakan mekanis pada mesin. Berdasarkan angka atau tingkatan *occurrence* ini, dapat diketahui kemungkinan terjadinya kerusakan dan seberapa sering kerusakan mesin tersebut terjadi [20]. Tingkat skala *occurrence* dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.3 Standar *Occurrence*[20]

Rating	Dampak (effect)	Makna
1	Tidak ada efek	Hampir tidak terjadi kegagalan
2	Rendah	Sangat rendah terjadi kegagalan
3		
4	Sedang	Jarang terjadi kegagalan
5		
6		
7	Tinggi	Kegagalan terjadi berulang
8		
9	Sangat tinggi	Seringnya terjadi kegagalan
10		

7. *Current Control*

Current controls merujuk pada cara-cara yang dilakukan untuk mengatasi dan menyelesaikan masalah dengan melakukan tindakan perbaikan, guna mencapai hasil kerja yang baik, sehingga kegagalan pada komponen tidak terjadi lagi atau frekuensi kerusakan dapat diminimalkan. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk menghilangkan kegagalan pada komponen atau mencegah terjadinya kerusakan di masa mendatang

8. *Detection (DET)*

Detection merupakan nilai dari seberapa besar kemungkinan penyebab potensi kegagalan yang dapat terjadi kerusakan dan perbaikannya. Untuk penilaian *detection* ini menggunakan tingkatan skala 1 sampai 10 yang diperlihatkan pada tabel 2.4 seperti berikut[20] :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ak cipta milik UIN Suska Riau

Tabel 2.4 Standar *Detection*[20]

Rating	Kejadian	Makna
1	Hampir pasti	Perawatan preventif dapat melakukan deteksi terhadap penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan yang mungkin terjadi.
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki peluang yang sangat tinggi untuk mengidentifikasi penyebab utama kegagalan serta mode kegagalan yang ada.
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki tingkat peluang yang tinggi untuk mengidentifikasi penyebab utama kegagalan serta jenis-jenis kegagalan yang mungkin terjadi.
4	Menengah keatas	Perawatan preventif memiliki kemungkinan di atas rata-rata untuk mendeteksi penyebab utama kegagalan serta jenis-jenisnya.
5	Sedang	Perawatan preventif memiliki kemungkinan yang sedang untuk mengidentifikasi faktor utama kegagalan serta jenis-jenis kegagalan yang terjadi.
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki peluang rendah untuk mendeteksi faktor utama kegagalan serta jenis-jenis kegagalan yang ada.
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki peluang yang sangat rendah untuk mendeteksi faktor utama kegagalan serta jenis-jenis kegagalan.
8	Kecil	Perawatan preventif memiliki peluang kecil untuk mengidentifikasi faktor utama kegagalan serta jenis-jenis kegagalan yang terjadi.
9	Sangat kecil	Perawatan preventif memiliki peluang yang sangat kecil untuk mendeteksi faktor utama kegagalan serta jenis-jenis kegagalan yang mungkin terjadi.
10	Tidak pasti	Perawatan preventif tidak mampu mendeteksi faktor utama kegagalan maupun jenis-jenis kegagalan yang ada

9. Risk Priority Number (RPN)

RPN (*Risk Priority Number*) adalah indikator yang digunakan untuk menentukan tindakan korektif atau pengurangan kegagalan sistem sesuai dengan mode kegagalan yang terjadi. RPN merupakan bagian dari metode FMEA yang dihitung dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*[12]. Hasil

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

perhitungan RPN ini membantu untuk memprioritaskan proses dan mode kegagalan yang perlu diperbaiki. Semakin tinggi nilai RPN, semakin serius masalah yang dihadapi oleh sistem tersebut. Meskipun demikian, tidak ada angka acuan tertentu untuk menentukan kapan perbaikan harus dilakukan berdasarkan nilai RPN.

10. *Criticality Index (CRIT)*

Pada tahap *criticality index* (CRIT), perhitungan ini membantu untuk memprioritaskan tindakan dalam menyelesaikan masalah, dengan memberikan fokus lebih besar pada tingkat keparahan masalah dan frekuensi kejadian. CRIT dihitung secara otomatis dengan mengalikan nilai SEV (*severity*) dan OCC (*occurrence*).

11. *Recommend Action*

Setiap kegagalan dengan tingkat keparahan tinggi harus ditinjau, terlepas dari nilai RPN-nya. RPN tinggi juga perlu dianalisis untuk menentukan tindakan yang direkomendasikan guna menurunkan risiko ke tingkat yang dapat diterima. Sering kali dibutuhkan lebih dari satu tindakan untuk mengatasi risiko pada satu mode atau penyebab kegagalan. Oleh karena itu, penulis harus cermat dalam memilih tindakan yang layak, efektif, serta mempertimbangkan kontrol yang ada, prioritas masalah, biaya, dan efektivitas perbaikan. Semua tindakan rekomendasi aksi dilakukan dengan cara berdiskusi dengan teknisi agar mendapatkan rekomendasi aksi perawatan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

3.1 Alur Penelitian

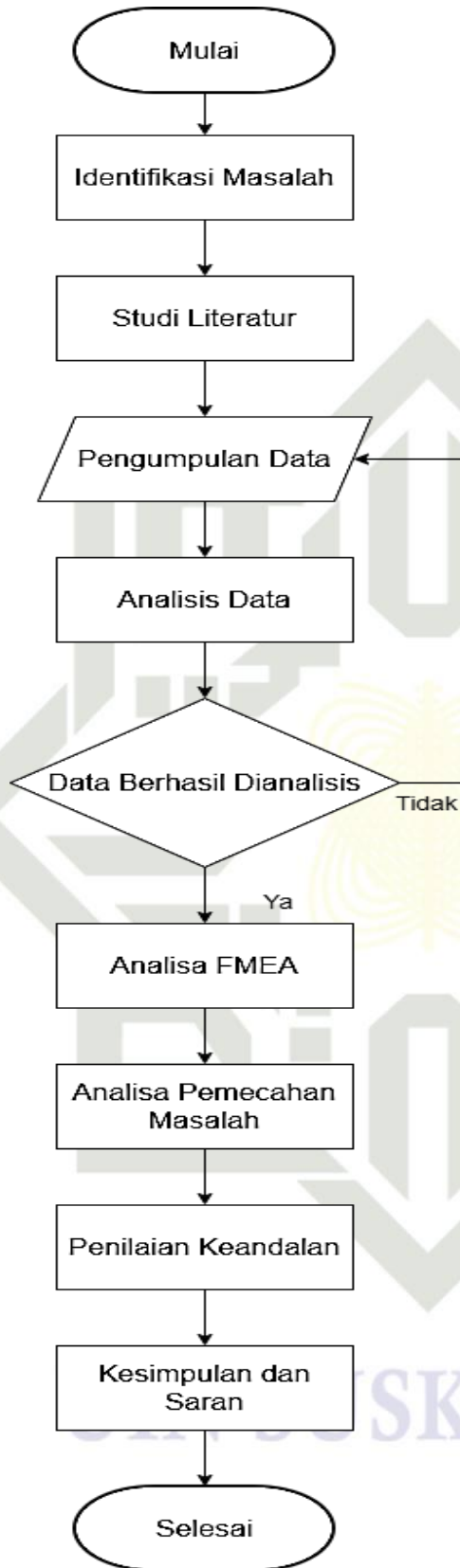
Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi secara mendalam penyebab kegagalan mesin *diesel generator* dalam mengendalikan laju kerusakan agar tetap stabil atau tidak berlangsung terlalu cepat. Pendekatan ini dilakukan untuk memahami keandalan Sistem Instrumentasi Mesin *Diesel Generator* Listrik 1 PT. IKPP Perawang Riau dengan menganalisis data dan reliabilitas yang tersedia.

Proses penelitian dikembangkan melalui beberapa tahapan yang digambarkan dalam diagram alir untuk memberikan gambaran jelas mengenai metodologi yang digunakan. Pendekatan kualitatif ini memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam tentang karakteristik dan potensi kegagalan, sehingga dapat memberikan wawasan yang berharga dalam menyusun strategi pencegahan yang efektif dan menjaga kelangsungan operasional serta kinerja optimal sistem produksi listrik. Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Dengan pendekatan kualitatif, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran menyeluruh, termasuk ide-ide dan pendapat yang tidak dapat diukur secara kuantitatif, mengenai subjek yang diteliti.

Tahapan awal penelitian dimulai dengan menentukan dan mengidentifikasi mesin guna memahami fungsi dari setiap instrumen yang terkait dengan mesin tersebut. Proses ini mencakup studi literatur hingga diperolehnya hasil analisis menggunakan metode FMEA dalam penelitian ini. Tahapan-tahapan yang dilakukan mencakup langkah-langkah sistematis yang dirancang untuk mendukung pengumpulan data dan analisis secara mendalam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

3.2 Tahap Penelitian

Adapun tahap penelitian yang dilakukan oleh penulis berdasarkan diagram alur penelitian yaitu :

3.2.1 Identifikasi Masalah

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan pengamatan awal untuk menentukan dan memahami kondisi permasalahan yang sebenarnya terjadi di PT. IKPP Perawang Riau. Proses ini melibatkan pencarian dan analisis masalah-masalah yang berkaitan dengan keandalan mesin *diesel generator*, khususnya pada Sistem Instrumentasi Mesin *Diesel Generator* di *Power Generator* 1. Identifikasi ini menjadi dasar untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut yang diangkat dalam Tugas Akhir ini. Dalam hal ini, kegiatan yang dilakukan adalah mendata seluruh kegagalan yang terjadi pada perangkat-perangkat seperti: *sensor speed*, *Temperature Gauge*, *Governor*, *Air Starting Valve*, *Flow Meter Fuel* yang terdapat di *Power Generator* 1 PT. IKPP Perawang Riau.

Melalui tahapan identifikasi masalah, permasalahan yang akan dilakukan identifikasi adalah keandalan dari sistem mesin *diesel generator* menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) di *Power Generator* 1 PT. IKPP Perawang Riau. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan stabilitas operasional mesin *diesel generator* dalam mendukung kinerja sistem pembangkit. Dengan penyelesaian masalah yang diusulkan, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dan kontribusi dalam upaya meningkatkan keandalan sistem instrumentasi mesin *diesel generator* di *Power Generator* 1 PT. IKPP Perawang Riau menggunakan metode FMEA.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh konsep dan metode yang sesuai dengan masalah dan tujuan penelitian. Sumber referensi meliputi buku, jurnal, internet, serta wawancara teknisi engine. Informasi yang terkumpul digunakan untuk mengatasi masalah pada sistem instrumentasi mesin *diesel generator* di *Power Generator* 1 PT. IKPP Perawang Riau dengan metode FMEA.

3.2.3 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data bertujuan memperoleh informasi yang diperlukan untuk mendukung penelitian dan mencapai tujuan yang ditetapkan. Data dikumpulkan dari

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

perusahaan dan sumber relevan untuk memecahkan masalah yang telah dirumuskan, sehingga mendukung analisis penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi :

1. Informasi mengenai gangguan pada mesin diesel generator selama tiga tahun terakhir, yaitu periode 2019 hingga 2022.
2. Data terkait komponen mesin *diesel generator*, cara kerja sistem mesin, serta langkah-langkah penanganan yang telah dilakukan perusahaan untuk mengatasi gangguan tersebut.
3. Data kerusakan pada setiap komponen instrumentasi pada mesin *diesel generator*. Data ini digunakan untuk mengisi kolom *occurrence* pada tabel FMEA.
4. Data operasional berjalannya mesin *diesel generator*. Data ini digunakan untuk mengisi kolom *function* pada tabel FMEA.
5. Data penyebab dan dampak efek kegagalan. Data ini digunakan untuk mengisi kolom *severity* pada tabel FMEA.
6. Data diambil melalui wawancara dengan teknisi *engine* untuk menentukan nilai *Severity, Occurrence* dan *Detection*.

3.2.4 Analisa Data

Pada tahap ini, data dianalisis sesuai kebutuhan untuk mengisi worksheet dan mengikuti prosedur FMEA. Analisis bertujuan menentukan nilai *Severity* (tingkat keparahan), *Occurrence* (tingkat kejadian), dan *Detection* (tingkat deteksi), yang bervariasi tergantung pada penyebab dan dampak kegagalan.

3.2.5 Analisis FMEA

Analisis FMEA digunakan untuk mengidentifikasi tingkat risiko kegagalan dengan menentukan nilai kegagalan yang terjadi berdasarkan *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Nilai-nilai tersebut kemudian dikalikan menggunakan rumus $S \times O \times D$ untuk menghitung RPN. Hasil akhir dari analisis FMEA ini adalah *worksheet*, yang berisi data yang telah diolah dan dimasukkan ke dalam kategori-kategori yang terdapat pada *worksheet* FMEA. Berikut adalah urutan metode FMEA yang harus dilakukan:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- a. Pada langkah pertama, peneliti melakukan identifikasi komponen dan sistem yang ada pada mesin *diesel generator* di *Power Generator 1 PT. IKPP Perawang Riau*. Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi semua komponen yang akan dianalisis untuk mengetahui bagian mana yang berpotensi mengalami kegagalan.
- b. Selanjutnya, peneliti menentukan *mode* kegagalan (*failure mode*) yang mungkin terjadi pada setiap komponen atau sistem yang telah diidentifikasi. Hal ini penting untuk memahami jenis kerusakan atau kegagalan yang bisa mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.
- c. Peneliti kemudian menilai *severity* (keparahan) dari setiap *mode* kegagalan yang teridentifikasi. Pada tahap ini, peneliti memberikan nilai berdasarkan tingkat keparahan dampak kegagalan tersebut, dengan skala dari 1 (dampak minimal) hingga 10 (dampak sangat besar), untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan terhadap sistem [8].
- d. Setelah menilai keparahan, peneliti menilai *occurrence* (frekuensi), yaitu seberapa sering masing-masing *mode* kegagalan terjadi. Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan skala dari 1 (jarang terjadi) hingga 10 (sering terjadi), untuk mengukur kemungkinan terjadinya kegagalan tersebut [8].
- e. Peneliti juga menilai *detection* (kemampuan deteksi), yaitu seberapa efektif sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum menyebabkan kerusakan yang lebih lanjut. Skala yang digunakan berkisar dari 1 (deteksi cepat) hingga 10 (tidak terdeteksi sama sekali) [8].
- f. Setelah memperoleh nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*, peneliti menghitung RPN (*Risk Priority Number*) dengan mengalikan ketiga nilai tersebut ($RPN = SEV \times OCC \times DET$). Hasil perhitungan ini memberikan gambaran mengenai tingkat risiko dari setiap *mode* kegagalan yang teridentifikasi.
- g. Setelah itu, peneliti menyusun tindakan korektif dan pencegahan yang perlu diambil untuk mengurangi risiko kegagalan yang ada. Tindakan ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang ditemukan, baik dari sisi keparahan, frekuensi, maupun kemampuan deteksi kegagalan.
- h. Semua hasil analisis dan rekomendasi yang diperoleh selama proses FMEA akan didokumentasikan dan dilaporkan oleh peneliti. Laporan ini bertujuan untuk

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

memberikan informasi yang jelas dan mendukung pengambilan keputusan dalam meningkatkan keandalan mesin *diesel generator* di *Power Generator 1* PT. IKPP Perawang Riau.

- i. Terakhir, dilakukan evaluasi dan tindak lanjut untuk memastikan efektivitas tindakan perbaikan terhadap peningkatan keandalan sistem. Evaluasi berkala bertujuan meminimalkan risiko kegagalan serta menjaga kinerja sistem tetap optimal.

3.2.6 Analisa Pemecahan Masalah

Pada tahapan ini, dilakukan analisis untuk mengidentifikasi komponen-komponen yang sering atau pernah mengalami kegagalan pada sistem instrumentasi mesin *diesel generator* dan menyusunnya dalam kolom yang terdapat pada worksheet FMEA [7]. Selanjutnya adalah mengidentifikasi kegagalan menggunakan metode FMEA untuk menganalisis mode kegagalan instrumentasi pada mesin diesel generator di *Power Generator 1* PT. IKPP Perawang, Riau. Proses ini dilakukan melalui diskusi dengan teknisi engine guna menentukan tingkat keparahan kegagalan setiap komponen dan merumuskan rekomendasi tindakan perbaikan yang tepat.

3.2.7 Penilaian Keandalan

Pada tahapan ini dapat dicari dan diketahui tingkat keandalan komponen-komponen yang diteliti berdasarkan dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Jika nilai RPN (*Risk Priority Number*) besar maka komponen atau sistem tersebut perlu mendapatkan perhatian yang khusus atau lebih. Dan jika nilai RPN (*Risk Priority Number*) kecil maka bisa dikatakan tidak terlalu memberi dampak yang terlalu signifikan.

3.2.8 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, peneliti menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi aksi dan stabilitas operasional mesin *diesel generator* dalam mendukung kinerja sistem pemangkit. Dengan penyelesaian masalah yang diusulkan, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dan kontribusi dalam upaya meningkatkan keandalan sistem instrumentasi mesin *diesel generator* di *Power Generator 1* PT. IKPP Perawang Riau menggunakan metode FMEA.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa keandalan instrumentasi *mesin diesel generator* di PT Perawang Riau, dengan memakai metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) maka dari itu bisa didapatkan beberapa kesimpulan antara lain :

1. Penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terbukti efektif dalam mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, serta dampak kegagalan pada sistem instrumentasi mesin *diesel generator* di *Power Generator 1* PT. IKPP Perawang. Melalui penilaian parameter *severity*, *occurrence*, dan *detection*, metode ini mampu menentukan tingkat risiko kegagalan secara sistematis dan terstruktur.
2. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa *Speed Sensor* memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 168 akibat mode kegagalan sensor tidak bisa membaca dengan baik, sehingga menjadi komponen dengan risiko kegagalan paling dominan dan memerlukan prioritas pengendalian serta pemeliharaan yang lebih intensif karena berpotensi menyebabkan mesin berhenti mendadak.
3. Hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN), komponen instrumentasi selain *Speed Sensor* menunjukkan nilai risiko yang lebih rendah namun tetap signifikan, yaitu *Air Starting Valve* dengan nilai RPN sebesar 96, *Temperature Gauge* sebesar 90, *Governor* sebesar 80, dan *Flow Meter Fuel* sebesar 80. Seluruh nilai RPN tersebut berada di bawah batas kritis RPN 200. Meskipun nilai RPN komponen lain berada di bawah 200, komponen tersebut tetap memiliki risiko kegagalan yang harus dikendalikan karena fungsinya yang vital, komponen-komponen tersebut tetap memerlukan pengawasan dan pemeliharaan preventif secara berkala untuk mencegah penurunan kinerja dan potensi gangguan operasional.
4. Rekomendasi aksi perawatan preventif hasil analisis FMEA, seperti pemeriksaan berkala, pengecekan jarak sensor, inspeksi kabel dan pipa udara, serta servis rutin mesin, dirumuskan untuk meminimalkan potensi kegagalan. Implementasi rekomendasi ini diharapkan mampu mengurangi *downtime*, meningkatkan efisiensi operasional, serta mendukung keberlanjutan proses produksi di PT. IKPP Perawang Riau.

Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian, PT. IKPP Perawang disarankan memprioritaskan pemeliharaan preventif pada sistem instrumentasi mesin *diesel generator*, khususnya *speed sensor* yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Pemeriksaan berkala, kalibrasi sensor, serta pengaturan jarak sensor dan *detector* perlu dilakukan secara konsisten untuk mengurangi potensi kegagalan dan penghentian operasi mendadak. Selain itu, meskipun *temperature gauge*, *air starting valve*, *governor*, dan *flow meter fuel* memiliki nilai RPN di bawah batas kritis, komponen tersebut tetap memerlukan pengawasan dan perawatan rutin karena perannya yang vital. Peningkatan sistem pencatatan data kerusakan juga diperlukan untuk mendukung analisis keandalan yang lebih akurat, serta pengembangan penelitian selanjutnya dapat mengombinasikan FMEA dengan metode lain seperti FTA atau RCM agar strategi pemeliharaan lebih komprehensif dan efektif.

S.2

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

1. P. pradana, “Analisis Keandalan Instrumentasi Continuous Digester Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Di Pulp Making 8 Pt. Indah Kiat *Pulp And Paper* Perawang Riau,” Skripsi, UIN SUSKA RIAU, 2022.
2. Fadli Noviard, “Analisa Keandalan Sistem Instrumentasi Pada *Rotary Machine* Di PT. Asia Forestama Raya dengan Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*”, Skripsi, UIN SUSKA RIAU, 2020.
3. S. Andriyan, J. Jufrizel, Aulia Ullah, and Ahmad Faizal, “Analisa Keandalan Instrumentasi Pada Lime Kiln Unit Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Perawang,” *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, vol.9, no. 2, p. 205, 2024, doi: 10.36722/sst.v9i2.2785.
4. E. N. Rizki, “Analisis Risiko Kegagalan Produksi Di Umkm Kenanga Menggunakan Metode *Fuzzy Failure Mode And Effect Analysis* (Ffmea),” Skripsi, UIN SUSKA RIAU. 2024.
5. Muhammad Amiruddin, Abdul Wahid “Implementasi Metode FMEA untuk Mereduksi Cacat Produk pada Proses Produksi Sandal di Departemen Plong,” *JSE*, vol. 10, no. 3, pp 14662 - 14667, 2025.
6. G. Zang, J. Zhang, J. Jia, E. S. Lora, and A. Ratner, “*Life Cycle Assessment Of Power-Generation Systems Based On Biomass Integrated Gasification Combined Cycles*,” *Renew. JEnergy*, vol. 149, no. 3, pp. 336–346, 2020.
7. Muhammad firdansyah, “Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Di Pln Ulp Boja Dengan Metode *Failure Mode Effect Analysis* (Fmea),” Skripsi, UNIVERSITAS SEMARANG, 2022.
8. Muhammad Rinoza, Junaidi, F. A. Kurniawan, “Analisa Rpn (Risk Priority Number) Terhadap Keandalan Komponen Mesin *Kompresordouble Screw* Menggunakan Metode Fmea Di Pabrik Semen Pt. Xyz,” *JTEK*, vol. 17, no. 1, 2021.
9. R. Y. Prasetya, S. Suhermanto, dan Muhammad Muryanto “Implementasi FMEA dalam Menganalisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Berdasarkan RPN,” *JMITI*, vol. 20, no. 2, pp. 133-138, 2021. doi.org/10.20961/performa.20.2.52219.
10. K. S. Nissa , Ella Melyani. , M I. Maulana , M A. Ridwan, "Perbaikan Kualitas Produksi dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di PT. ABC," *jour of community services in sustainability*, vol. 1no. 1,pp 37-46 ,2023.
11. B. Juanda, M. I. H. Umam, Nofirza, Nazaruddin, Harpito, “Analisis Resiko Kerusakan Boiler Menggunakan Metode *Failure Modes Effect Analysis*(FMEA) Dan *Fishbone*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Diagram,” JMatrik, vol. 26, no. 1, pp. 25–46, 2025, doi: 10.350587/Matrik v26i1.9715.

R. A. Siagian dan Jufrizel, “Analisa Keandalan Instrumentasi *Boiler Feed Pump* Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (Fmea) Di Pt.Pln Nusantara Power Up Tenayan,” JTEV, vol. 9, no. 3, pp. 276–281, 2024.

M. Rmoza and F. Ahmad Kurniawan, “Analisa Rpn (*Risk Priority Number*) Terhadap Keandalan Komponen Mesin *Kompresordouble Screw* Menggunakan Metode Fmea Di Pabrik Semen Pt. Xyz,” *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 1410–4520, 2021.

Ridoan Fadli, J. Jufrizel, and W. P. Hastuti, “Analisa Sistem Instrumentasi dan Keandalan Boiler dengan Metode *Fault Tree analysis* (FTA) dan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA),” *El Sains J. Elektro*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.30996/elsains.v2i2.4768.

J. Beno, A. Silen, and M. Yanti, “Analisis Efektivitas Mesin Diesel Wartsila W20v34df Berbasis *Performance Test* (Pt) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (Pltmg) Ambon Analysis,” *Braz Dent J.*, vol. 33, no. 1, pp. 1–12, 2022.

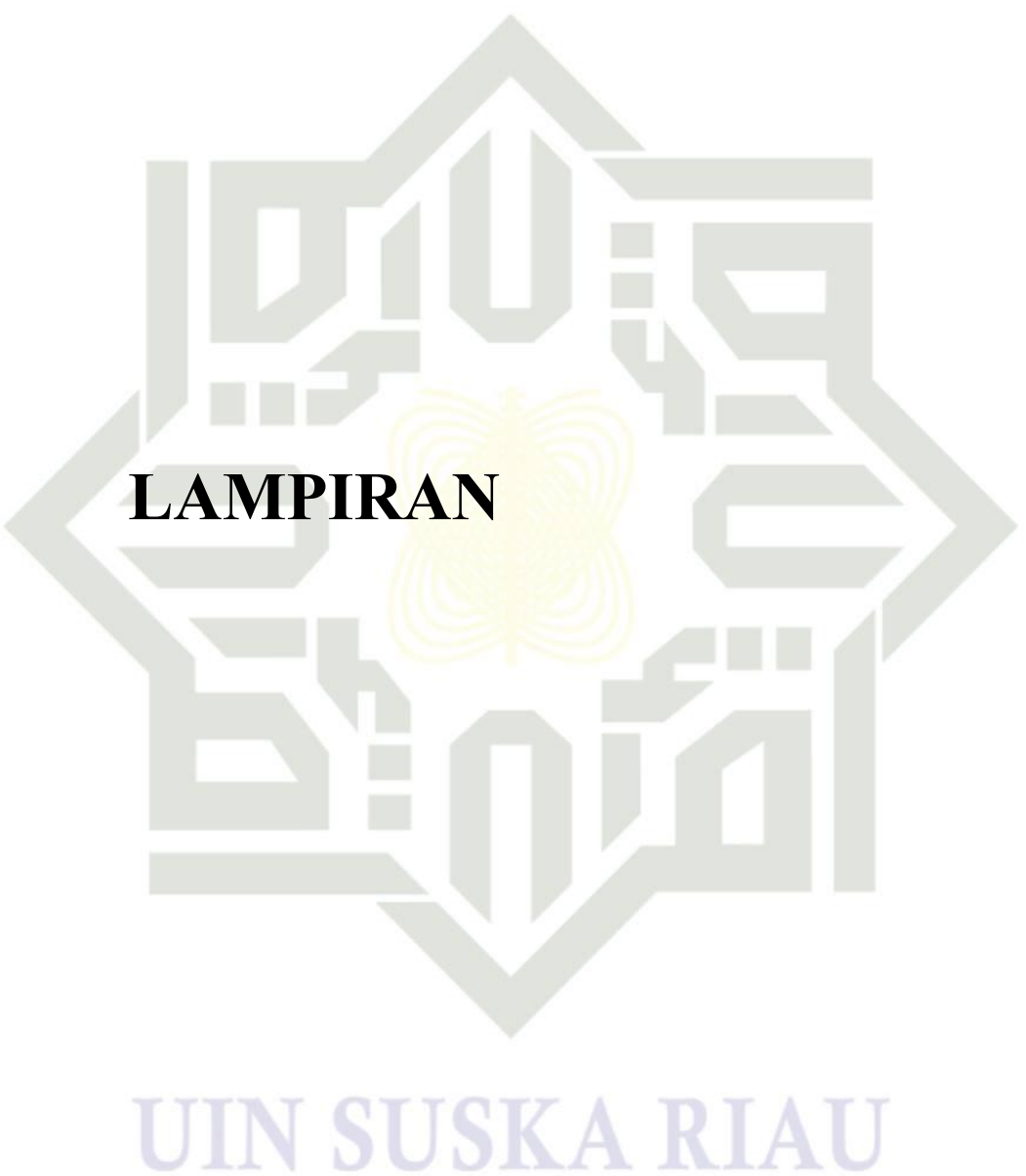
Apriliani, Mursidi, and D. A. W. Yanti, “*Analysis of Damage to Main Bearing on The Diesel Generator Motors at KM Sabuk Nusantara 89*,” *J. Apl. Pelayaran Dan Kepelabuhanan*, vol. 15, no. 1, 2024, doi: 10.30649/japk.v15i1.119.

D. W. Syahputra and S. Wahyuningsih, “Analisis Gangguan dan Perawatan pada Mesin *Diesel generator* di KM. Egon,” *J. Bus. Technol. Econ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2023.

Arrahim, “Analisis Keandalan Instrumentasi Pada Unit Sterilizer Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (Rcm) (Studi Kasus: Pt. Perkebunan Nusantara V Pks Sei Galuh),” Skripsi, UIN SUSKA RIAU. 2023.

Mardiah Gani, A. R. Histiarini, Asih Ahistasari, R. Y. Wariori, “Analisis Resiko Kebakaran Di Bandara RR Menggunakan Metode FMEA,” *J. Industri*, vol. 9, no. 1, 2023.

McDermott. Robin. et all, “*The Basics of FMEA*”, 2nd ed. Taylor & Francis. 2017.



LAMPIRAN

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lembar Pengesahan						
No.	Komponen	Tahun Operasional				Total
		2019	2020	2021	2022	
1	Temperatur Gauge	1	1	0	0	2
2	Sensor Speed	1	1	0	1	3
3	Flow Meter Fuel	1	0	0	1	2
4	Starting Valve	1	0	0	0	1
5	Gevernoor	0	0	1	0	1

Mengetahui :

Perawang, 28 Juni 2024

TEKNISI ENGINE



DINO PUTRA
SAP. 01106998

UNIT HEAD



AFRIWEN
SAP. 1014022

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Transkrip Wawancara

Analisa Keandalan Sistem Instrumentasi Diesel Generator Menggunakan Metode
Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PT IKPP Perawang

Topik Pembahasan	: Analisa Keandalan Sistem Instrumentasi Diesel Generator di PT IKPP Perawang
Maksud dan Tujuan	: Mengetahui Data Kerusakan
Responded	: Dino Putra
Jabatan	: Teknisi Engine
Lokasi	: PT IKPP Perawang

Dengan ini dinyatakan bahwa transkrip wawancara ini terlampir benar adanya dan dapat dipertanggung jawabkan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Perawang, 28 juni 2024

TEKNISI ENGINE

KEPALA UNIT



DINO PUTRA
SAP. 01106998



AFRIWEN
SAP. 1014022

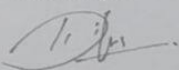
UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tan

Komponen	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Failure	S E V	Potential Of Failure	O C C	Current Control	D E T	RPN	Recommended Action
Speed Sensor	Mendeteksi dan mengukur kecepatan pada mesin	Sensor tidak bisa membaca dengan baik	Mesin akan berhenti secara tiba-tiba	8	Jarak detector AS mesin terlalu jauh atau terlalu dekat	7	Periksa jarak sensor dan detector AS	3	168	Melakukan pemeriksaan setiap 1 bulan sekali
Temperature gauge	Mengukur dan menampilkan suhu yang akurat	Jarum indikator macet	Operator tidak mengetahui suhu aktual	6	Terjadi keausan bearing	5	Mengecek adanya kebocoran pelumas	3	90	Melakukan pemeriksaan setiap 6 bulan sekali
Governor	Menstabilkan kecepatan putaran mesin	Aktuator tidak dapat membaca perintah dari controler	Akan terjadi <i>over speed</i> pada mesin	5	Adanya karat pada mekanisme	4	Melakukan pengecekan pada governor	4	80	Melakukan <i>service</i> mesin setiap 6 bulan sekali
Air starting valve	katup pengatur aliran udara untuk start awal	Udara keluar dari dinding pipa	Mesin tidak dapat di jalankan	6	Adanya kebocoran pada pipa udara	4	Monitoring tekanan udara start	4	96	Dilakukan <i>service</i> setiap 6 bulan sekali
Flow meter fuel	Mengukur konsumsi bahan bakar mesin	Pembacaan bahan bakar yang mengalir tidak akurat	Data konsumsi bahan bakar tidak valid	5	Sensor rusak	4	Melakukan kalibrasi rutin	4	80	Melakukan kalibrasi ulang per 6 bulan

Teknisi Engine



Dino Putra
SAP. 01106998

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

TRANSKIP WAWANCARA

Nama/Kode : Dino Puta/ NS
Zidan Adrian/ P
Tanggal/Bulan : 12 Desember 2025

P : Nama saya Zidan Adrian, dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau. Mohon izin, Nama Bapak siapa ya Pak?
NS : Nama saya Dino Putra.
P : Jabatan Bapak apa, Pak?
NS : Jabatan saya sebagai teknisi *engine*.
P : Di bagian apa, Pak?
NS : Di bagian Instrumen dan Kontrol di *Power Generator 1*.

Mesin PT IKPP di *Power Generator 1* yang Bermasalah

P : Baik, Pak. Mesin apa yang sering bermasalah di PW 1 ini pak?
NS : Yang sering bermasalah itu *Diesel Generator*.
P : Kalau *Diesel Generator* itu, instrumennya apa saja, Pak?
NS : Instrumennya ada lima komponen:

- *Speed Sensor*
- *Temperature gauge*
- *Governor*
- *Air Starting Valve*
- *Flow meter fuel*

P : Bagaimana cara kerja mesin diesel generator dari awal di start pak?
NS : Mesin diesel generator bekerja diawali dengan pemberian perintah start melalui panel kontrol, yang mengaktifkan sistem starting baik menggunakan motor starter listrik maupun udara bertekanan untuk memutar poros engkol. Udara kemudian masuk ke dalam silinder dan dikompresi hingga mencapai suhu tinggi, selanjutnya bahan bakar solar diinjeksikan dan terbakar secara otomatis sehingga menghasilkan tenaga mekanik. Putaran mesin meningkat hingga mencapai kecepatan nominal yang

ke

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dikendalikan oleh governor agar tetap stabil. Energi mekanik tersebut memutar rotor generator sehingga menghasilkan tegangan listrik pada stator. Setelah tegangan dan frekuensi berada pada kondisi normal, generator siap menyalurkan daya listrik ke beban dan beroperasi secara kontinu dengan pengawasan sistem instrumentasi.

- P : Pada *Speed Sensor*, apa mode kegagalannya pak?
- NS : Sensor tidak bisa membaca dengan baik.
- P : Apa efek kegagalan tersebut pak?
- NS : Efeknya, mesin akan berhenti secara tiba-tiba.
- P : Apa yang membuat terjadinya gangguan tersebut pak?
- NS : Jarak *detector AS* mesin terlalu jauh atau terlalu dekat.
- P : Apa tindakan yang harus dilakukan untuk mengetahui kerusakan tersebut pak?
- NS : Periksa jarak sensor dan *detektor AS*.
- P : Selanjutnya, *Temperature Gauge*. Apa mode kegagalannya pak?
- NS : Jarum indikator macet.
- P : Apa efek kegagalan tersebut pak?
- NS : Operator tidak mengetahui suhu aktual.
- P : Apa yang membuat terjadinya gangguan tersebut pak?
- NS : Terjadi keausan bearing.
- P : Apa tindakan yang harus dilakukan untuk mengetahui kerusakan tersebut pak?
- NS : Melakukan pengecekan adanya kebocoran pelumas.
- P : Selanjutnya, *Governor*. Apa mode kegagalannya pak?
- NS : Aktuator tidak dapat membaca perintah dari *controller*.
- P : Apa efek kegagalan tersebut pak?
- NS : Akan terjadi over speed pada mesin.
- P : Apa yang membuat terjadinya gangguan tersebut pak?
- NS : Adanya karat pada mekanisme.
- P : Apa tindakan yang harus dilakukan untuk mengetahui kerusakan tersebut pak?
- NS : Melakukan pengecekan pada *governor*.
- P : Selanjutnya, *Air Starting Valve*. Apa mode kegagalannya pak?
- NS : Udara keluar dari dinding pipa.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- P : Apa efek kegagalan tersebut pak?
- NS : Mesin tidak dapat dijalankan.
- P : Apa yang membuat terjadinya gangguan tersebut pak?
- NS : Adanya kebocoran pada pipa udara.
- P : Apa tindakan yang harus dilakukan untuk mengetahui kerusakan tersebut pak?
- NS : Monitoring tekanan udara start.
- P : Selanjutnya, *Flow Meter Fuel*. Apa mode keagalannya pak?
- NS : Pembacaan bahan bakar yang mengalir tidak akurat.
- P : Apa efek kegagalan tersebut pak?
- NS : Data konsumsi bahan bakar tidak valid.
- P : Apa yang membuat terjadinya gangguan tersebut pak?
- NS : Sensor rusak.
- P : Apa tindakan yang harus dilakukan untuk mengetahui kerusakan tersebut pak?
- NS : Melakukan kalibrasi rutin.
- P : Baik pak terimakasih atas informasi yang telah bapak berikan.

Perawang, 12 Desember 2025
Teknisi Engine



Dino Putra
SAP. 01106998

UIN SUSKA RIAU