

**ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN GAS MS6001 GENERAL ELECTRIC 1  
(GE 1) DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT  
ANALYSIS (FMEA) PADA PT. PLN (PERSERO) SEKTOR TELLO MAKASSAR**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Fajar**

**Oleh :**

**ICHSANUDDIN ISKANDAR**

**1820521009**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
MAKASSAR  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN GAS MS6001 GENERAL ELECTRIC 1  
(GE 1) DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT  
ANALYSIS (FMEA) PADA PT. PLN (PERSERO) SEKTOR TELLO MAKASSAR**

Oleh :

**ICHSANUDDIN ISKANDAR**

**1820521009**

Menyetujui,

Tim Pembimbing

Tanggal 31 / 08 / 2023

Pembimbing 1

Dr. Asmeati., ST., MT  
NIDN : 0901077405

Pembimbing 2

Ir. Ahmad Thamrin., ST., MT., IPM  
NIDN : 0919108103

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Ir. Emiati., ST., MT  
NIDN : 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Mesin

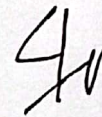
Dr. Ir. Humayatul Ummah Syarif., ST., MT  
NIDN : 0923076801

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas AKHIR :

**ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN GAS MS6001 GENERAL ELECTRIC 1  
(GE 1) DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT  
ANALYSIS (FMEA) PADA PT. PLN (PERSERO) SEKTOR TELLO MAKASSAR**

Makassar, 31 Juli 2023  
Yang menyatakan



Ichsanuddin Iskandar  
1820521009

## KATA PENGANTAR

Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk menjadi acuan penelitian tugas akhir sehingga tugas akhir tersebut dapat diselesaikan dengan baik. Dan penulis ucapkan banyak terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah membimbing peneliti untuk menyelenggarakan tugas akhir ini, serta rekan-rekan yang telah memberikan Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis kerusakan mesin turbin gas ms6001 general electric 1 (ge 1) dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (fmea) pada PT. Pln (persero) sektor tello makassar” dapat terselesaikan.

bantuan dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orang tua peneliti senantiasa mendoakan agar peneliti selalu diberi kekuatan dan kesabaran dalam menghadapi kehidupan.
2. Bapak Dr. Mulyadi Hamid, SE., M.Si, selaku Rektor Universitas Fajar.
3. Ibu Prof. Dr. Ir Erniati, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar.
4. Ibu Dr. Ir. Humayatul Ummah Syarif, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Fajar.
5. Dr. Asmeati, ST., MT selaku Pembimbing I dan Bapak Ir. Ahmad Thamrin, ST., MT., IPM selaku Pembimbing II yang telah membimbing penulis sampai terselesainya proposal ini.
6. Sahabat dan Saudara di Hmm Ft- Unifa, terkhusus kepada teman-teman cylinder18, blackpink yang senantiasa memberi semangat dan dorongan.
7. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu peneliti dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran maupun kritik yang membangun dari para pembaca. Dan penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, 05 Maret 2023

Ichsanuddin Iskandar

## ABSTRAK

PT. PLN (Persero) sektor tello makassar pada periode Januari sampai dengan November 2022 banyak terjadi kerusakan yang tidak menentu pada komponen mesin turbin dan harus mengalami pergantian komponen yang tidak sesuai dengan jadwal rutin dilakukan maintenance yang mengakibatkan terhambatnya pemasokan listrik ke masyarakat atau target perusahaan yang tidak dapat terpenuhi. Oleh karena itu penulis ingin menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi kerusakan, dengan kata lain metode ini dipergunakan untuk mencegah hal tersebut dan untuk mendapatkan nilai RPN nya, disini dapat diketahui kerusakan apa yang menjadi prioritas, serta membuat skala prioritas untuk pengambilan tindakan yang dapat diberlakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah (1). Mengetahui jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin gas di unit layanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tello (2). Mengetahui bagian-bagian yang paling sering rusak pada mesin turbin gas di unit layanan pembangkit listrik tenaga gas tello (3). Mengetahui Analisis Kerusakan pada mesin turbin gas di unit layanan pembangkit listrik tenaga gas tello menggunakan metode FMEA. Metode penelitian ini menggunakan penelitian wawancara dan perpustakaan dengan dengan pendekatan FMEA. Adapun jenis – Jenis kerusakan pada mesin turbin gas MS6001 adalah Cooling And Sealing System, Lube Oil System, Control Device Turbin, Ignation System, Fire Protection System, Schematic Load Gear, Main Part Turbin section, Electrical System, Air Intex & Exhaust System, Cooling Water System, Venting and Heating System, Low Voltage Distributor Bord, Main Hydroile System, Torque Converter System, Control & Instrument System. Hasil dari penelitian ini terdapat sebanyak 15 jenis kerusakan dimana jenis yang paling sering mengalami kerusakan adalah ignation system 4 kali kerusakan dengan nilai RPN sebesar 80. Nilai total komulatif didapat sebesar 287 dan terkecil sebesar 80. Pada perentase keseluruhan didapatkan angka tertinggi yaitu 27,9% dan yang terendah yaitu 1,4%.

Kata Kunci :FMEA, pembangkit listrik tenaga gas, mesin turbin gas MS6001

## ABSTRACT

*PT. PLN (Persero) in the tello makassar sector in the period from january to november 2022 there was a lot of erratic damage to turbine engine components and had to experience component changes that were not in accordance with the routine schedule of maintenance which resulted in hampered electricity supply to the community or company targets that could not be met. therefore, the author wants to use the fmea method to identify damage, in other words, this method is used to prevent this and to obtain the rpn value, here it can be known what damage is a priority, as well as make a priority scale for taking enforceable actions. the objectives of this study are (1). knowing the types of damage to gas turbine engines in the service unit of the tello gas power plant. (2). knowing the most frequently damaged parts in gas turbine engines in the service unit of the tello gas power plant. (3). knowing the analysis of damage to gas turbine engines in the tello gas power plant service unit using the fmea method. this research method uses interview and library research with the fmea approach. the types of damage to the ms6001 gas turbine engine are cooling and sealing system, lube oil system, turbine control device, ignition system, fire protection system, schematic load gear, main part turbine section, electrical system, air intake & exhaust system, cooling water system, venting and heating system, low voltage distributor board, main hydrooil system, torque converter system, control & instrument system. as a result of this study, there were 15 types of damage where the type that most often suffered damage was the ignition system 4 times the damage with an rpn value of 80. the total compulsive value was obtained by 287 and the smallest by 80. in the overall percentage, the highest figure was 27.9% and the lowest was 1.4%.*

*keywords: fmea, gas power plant, gas turbine engine MS6001*

## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL</b> .....	<b>1</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas .....	4
2.2 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas.....	4
2.3 Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).....	6
2.4 Dasar FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).....	6
2.5 Tujuan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).....	10
2.6 Turbin Gas.....	10
2.7 Proses Kerja Turbin Gas .....	11
2.8 Pengertian Pemeliharaan .....	13
2.9 Jenis – Jenis Pemeliharaan .....	14
2.10 Maksud dan Tujuan Pemeliharaan .....	16
2.11 Diagram Pareto.....	18
2.12 Kerusakan Mesin.....	19
2.13 Penelitian Terdahulu .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>29</b>
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	29
3.2 Metode Penelitian.....	30



3.3 Jenis dan Sumber Data .....	30
3.3.1 Data Primer.....	30
3.4 Teknik Analisis Data.....	31
3.4.1 Data Sekunder.....	31
3.5 Prosedur Penelitian.....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Hasil .....	33
4.1.1 Spesifikasi Mesin Turbin Gas.....	33
4.1.2 Jenis – jenis kerusakan pada Mesin Turbin yang di gunakan pada unit PLTG sector tello. ....	33
4.1.3 Menentukan Severity, Occurance dan Detection .....	38
4.2 Pembahasan.....	42
4.2.1 Pengolahan Data menggunakan Metode FMEA .....	42
4.2.2 Diagram Pareto .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>60</b>
<b>Lampiran 1 .....</b>	<b>62</b>
<b>Lampiran 2 .....</b>	<b>71</b>
<b>Lampiran 3 .....</b>	<b>77</b>
<b>Lampiran 4 .....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG).....	5
Gambar 2. 2 Turbin Gas.....	11
Gambar 2. 3 Diagram P-V dan T-S .....	12
Gambar 2. 4 Diagram Pareto .....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	32
Gambar 4. 1 Diagram RPN.....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Severity .....	8
Tabel 2. 2 Nilai Occurance .....	9
Tabel 2. 3 Nilai Detection .....	9
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu .....	21
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	29
Tabel 4. 1 Spesifikasi Turbin Gas (Hidayat, 2016) .....	33
Tabel 4. 2 Jenis - Jenis Kerusakan Mesin Turbin MS6001 .....	33
Tabel 4. 3 Rating Severity .....	38
Tabel 4. 4 Rating Occurance.....	39
Tabel 4. 5 Rating Detection .....	39
Tabel 4. 6 Nilai RPN dari kerusakan .....	40
Tabel 4. 7 Kriteria Kerusakan .....	42
Tabel 4. 8 Strategi Perawatan Yang Akan di Lakukan .....	42
Tabel 4. 9 Nilai RPN Komulatif .....	45
Tabel 4. 10 Nilai Persen komulatif .....	52
Tabel 4. 11 Diagram Pareto .....	54
Tabel 5. 1 Jenis-Jenis kerusan.....	57
Tabel 5. 2 Bagian yang paling sering rusak.....	58

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam dunia industri, masalah pemeliharaan fasilitas produksi merupakan salah satu penunjang terciptanya produk sesuai dengan spesifikasi yang diberikan. Kegiatan pemeliharaan bertujuan untuk memelihara sistem produksi agar berfungsi sebagaimana mestinya atau tidak mengganggu efisiensi. Jika peralatan rusak, maka akan mengakibatkan kegagalan atau keterlambatan produksi produk.

Selain konsep perawatan yang baik, harus ada metode yang baik untuk menganalisis penyebab penurunan performa mesin. Menurut Badariah, Surjasa dan Trinugraha (2012), Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) merupakan teknik preventif untuk mengeliminasi dan meminimalkan kemungkinan kegagalan di masa mendatang. Hal ini sesuai dengan penelitiannya, yaitu perlu dilakukan identifikasi risiko atau gangguan yang mungkin timbul dalam bagi hasil, berdasarkan identifikasi dan prioritas risiko yang diamati pada setiap tahapan proses. risiko yang muncul menurut metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) berdasarkan nilai RPN.

Oleh karena itu, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) diharapkan dapat mengidentifikasi dan memprioritaskan tindakan perbaikan pada proses yang gagal. Hasil deteksi error dapat dijadikan acuan untuk memperbaiki mesin..

PT. PLN (Persero) Sektor Tello merupakan perusahaan yang dapat dikategorikan sebagai perusahaan jasa kelistrikan yang menjadi salah satu sektor vital penyediaan energi listrik di Sulawesi Selatan dan sekitarnya di bawah naungan PLN Wilayah Sulselbar yang terdiri dari dua pembangkit yaitu PLTD dan PLTG.

PLTG merupakan peralatan konversi energi yang merubah energi kimia bahan bakar menjadi energi listrik. Siklus fluida kerjanya merupakan siklus terbuka (open cycle) atau siklus sederhana (simple cycle). Prinsip kerja PLTG adalah dengan memanfaatkan tekanan aliran udara untuk menggerakkan turbin, Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada pusat listrik tenaga gas (PLTG) akan menggerakkan turbin dan kemudian generator, yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. (Marsudi Djiteng, 2011)

PT. PLN (Persero) sektor Tello Makassar pada periode januari sampai dengan November 2022 banyak terjadi kerusakan yang tidak menentu pada komponen mesin turbin dan harus mengalami pergantian komponen yang tidak sesuai dengan jadwal rutin dilakukan maintenance yang mengakibatkan terhambatnya pemasokan listrik ke masyarakat atau target perusahaan

yang tidak dapat terpenuhi. Oleh karena itu penulis ingin menggunakan Metode FMEA untuk mengidentifikasi kerusakan, dengan kata lain metode ini dipergunakan untuk mencegah hal tersebut dan untuk mendapatkan nilai RPN nya, disini dapat diketahui kerusakan apa yang menjadi prioritas, serta membuat skala prioritas untuk pengambilan tindakan yang dapat diberlakukan

Dari deskripsi permasalahan yang telah dipaparkan, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN GAS MS6001 GENERAL ELECTRIC 1 (GE 1) DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PT. PLN (PERSERO) SEKTOR TELLO MAKASSAR”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang kami kemukakan diatas, maka penulis mengambil permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mengetahui jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin gas di unit layanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tello?
2. Bagaimana mengetahui bagian-bagian yang paling sering rusak pada mesin turbin gas di unit layanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tello ?
3. Bagaimana menganalisis kerusakan pada mesin turbin gas di unit layanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tello menggunakan metode FMEA?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin gas di unit layanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tello.
2. Mengetahui bagian-bagian yang paling sering rusak pada mesin turbin gas di unit layanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tello
3. Mengetahui Analisis Kerusakan pada mesin turbin gas di unit layanan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Tello menggunakan metode FMEA

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil setelah mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut :

Dapat menjadi acuan bagi pihak PT. PLN (Persero) Sektor Tello untuk mengetahui jenis-jenis kerusakan dan bagian – bagian mana saja yang sering mengalami kerusakan pada mesin turbin gas..

### **1.5 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini sesuai dengan yang direncanakan, serta lebih terarah kerangka analisisnya perlu dibuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Hanya menggunakan metode FMEA
2. Hanya menganalisis Mesin Turbin Gas pada PT. PLN (Persero) Sektor Tello
3. Tidak membahas biaya perawatan (maintenance)
4. Data yang di ambil adalah data mundur (dari bulan Januari sampai bulan Desember 2022)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas**

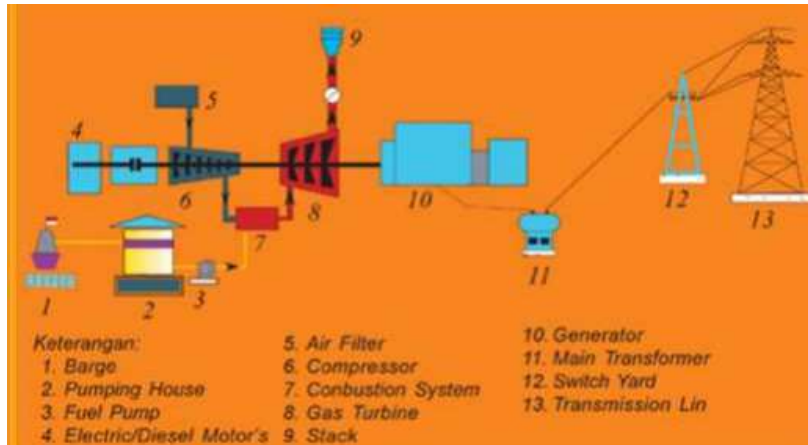
Pembangkit Listrik Tenaga Gas-Listrik (PLTG) adalah pembangkit listrik tenaga gas-listrik yang prinsip operasinya adalah kompresi udara dan pemanasan dengan menambahkan bahan bakar. Gas panas digunakan untuk menjalankan turbin sebagai sumber tenaga untuk generator. Gas panas yang dihasilkan di ruang bakar dapat meningkatkan suhu hingga 1100 oC, sehubungan dengan suhu tinggi ini harus dipilih tempat duduk gas panas agar bahan dapat digunakan dengan aman dan andal dalam kondisi tersebut. (Habibah muhamad syahrir dkk, 2006).

Sistem ini menggunakan bahan bakar diesel (HSD) dan gas alam. Harga bahan bakar merupakan faktor fundamental dalam pemilihan bahan bakar yang digunakan dalam produksi. PLTG mampu memenuhi kebutuhan energi listrik pada saat-saat puncak. Alasan pemilihan genset jenis ini adalah karena suplai daya yang relatif lebih cepat. Selain itu juga memiliki keunggulan yaitu membutuhkan produksi daya yang tinggi dalam ruang yang kecil. Konsumsi listrik pembangkit PLTG berasal dari putaran turbin gas. Daya poros yang dihasilkan oleh turbin gas digunakan oleh unit bantu, yaitu H. H. Pompa Semprot dan Kompresor. (Suyitno, 2011).

Pembangkit listrik gas ini memiliki sifat dari pembangkit lain yaitu hanya dapat mengolah gas (PLTG) atau menggabungkannya menjadi pembangkit listrik tenaga uap (PLTGU), proses pembangkitan listrik menjadi efisien. Pembangkit listrik ini biasanya menjadi penopang tambahan saat beban listrik mengalami beban puncak. PLTGU ini dapat dengan cepat online selama 15 menit langsung dengan sistem transmisi, inilah salah satu keunggulan PLTGU. (Suyitno, 2011).

#### **2.2 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas**

Pada umumnya negara maju mengkonsumsi berbagai macam energi dalam jumlah yang cukup besar. Dengan itu muncullah sejumlah generator listrik berbeda yang dapat menyediakan daya untuk kebutuhan itu. Salah satu pembangkit tenaga listrik yang kita kenal adalah pembangkit listrik tenaga gas atau sering disebut dengan PLTG.



Gambar 2. 1 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga gas menurut (suyitno,2011) adalah sebagai berikut :

1. Pertama, udara disuplai ke kompresor melalui saringan udara atau saringan udara untuk mencegah masuknya partikel debu ke dalam kompresor melalui saringan udara atau saringan udara.
2. Tekanan udara di dalam kompresor dinaikkan kemudian diumpankan ke ruang bakar bersama bahan bakar. (Di sini konsumsi bahan bakar menentukan apakah dapat dibakar langsung dengan udara atau tidak).
3. Gas yang dihasilkan dari ruang bakar pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) menggerakkan turbin kemudian generator yang mengubahnya menjadi energi listrik.
4. Sama halnya dengan PLTU, bahan bakar PLTG dapat berbentuk cair (bahan bakar minyak bumi) atau gas alam (gas). Konsumsi bahan bakar menentukan pembakaran dan efisiensi proses. .
5. Bila menggunakan bahan bakar gas, gas dapat ditambahkan langsung ke udara pembakaran. Namun, jika menggunakan bahan bakar minyak, Anda harus melakukan proses nuklir terlebih dahulu di dalam pembakar, kemudian campur dengan udara dan bakar.
6. Pembakaran bahan bakar dan udara ini menghasilkan energi tinggi, suhu tinggi, dan gas bertekanan tinggi.
7. Gas ini kemudian diinjeksikan ke turbin hingga turbin mengubah energi gas menjadi energi mekanik yang menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik.
8. Setelah melewati turbin, sisa gas panas dibuang melalui cerobong atau cerobong asap. Karena gas yang sama dipandu oleh pendinginan turbin dengan udara pendingin yang



berasal dari lubang turbin.

9. Untuk mencegah korosi turbin yang disebabkan oleh gas bersuhu tinggi ini, bahan bakar yang digunakan tidak boleh mengandung lebih dari 1 bagian per juta (ppm) logam kalium, vanadium, dan natrium.

### **2.3 Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**

FMEA adalah prosedur terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghindari sebanyak mungkin jenis kesalahan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas. (Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 1995).

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) adalah metode terstruktur untuk mengidentifikasi kesalahan dan menghindarinya sebisa mungkin. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas. Analisis kerusakan adalah salah satu teknik analisis yang sedang berkembang saat ini, yang tujuannya adalah untuk mengetahui penyebab kerusakan pada peralatan, alat, proses dan bahan baku tertentu yang telah digunakan serta menetapkan tindakan pencegahan agar kerusakan tidak terulang kembali.

Dalam waktu dekat, FMEA diharapkan juga meningkatkan proses dan metode desain dan manufaktur, selama penggunaan jangka panjangnya dalam pengembangan material dan sebagai metode lanjutan untuk mengevaluasi dan memprediksi kinerja material. Perbaikan sistem perawatan..

Kondisi cacat adalah kesalahan desain/cacat, kondisi tidak spesifik atau modifikasi produk yang menyebabkan produk gagal. Filosofi dasar FMEA adalah "mencegah sebelum terjadi". FMEA sangat ideal untuk digunakan dalam sistem manajemen mutu di industri apa pun. (Octavia&Lily., 2010).

### **2.4 Dasar FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**

FMEA adalah salah satu alat untuk mengidentifikasi sumber atau akar penyebab masalah kualitas. FMEA dapat dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi cacat produk dan implikasinya. Berikut beberapa hasil evaluasi yang perlu dilakukan:

1. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi dan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan
2. Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para engineer dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang

tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai pencatatan proses (document the process).

Sedangkan manfaat FMEA adalah sebagai berikut :

1. Hemat biaya. karena sistematis maka penyelesaiannya tertuju pada potential causes (penyebab yang potensial) sebuah kegagalan / kesalahan.
2. Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses
3. Digunakan untuk mengetahui / mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan.

Dari analisis tersebut dapat diprediksi komponen mana yang kritis, mana yang sering rusak dan jika terjadi kerusakan pada komponen tersebut, sejauh mana pengaruhnya terhadap pengoperasian sistem secara keseluruhan, sehingga dapat diperoleh lebih banyak perilaku komponen tersebut dengan perawatan yang tepat. tindakan . (Ibnu Idham, 2014).

Risk Priority Number (RPN) adalah ukuran risiko relatif. Hasil RPN dari mengalikan nilai keparahan, kejadian dan deteksi. RPN ditentukan sebelum rekomendasi perbaikan dilaksanakan. Risk Priority Number (RPN) adalah metrik yang digunakan dalam penilaian risiko untuk membantu mengidentifikasi "mode kegagalan kritis" yang terkait dengan desain atau proses. Nilai RPN berkisar dari 1 (terbaik mutlak) hingga 1000 (terburuk mutlak). RPN-FMEA banyak digunakan di industri dengan menggunakan angka kekritisian untuk menentukan bagian mana yang paling penting berdasarkan nilai RPN tertinggi (Stamatis, 1995). Saat mencari RPN yang diurutkan berdasarkan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, ini dapat diutarakan sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

$$\text{RPN} = S \times O \times D$$

Keterangan : RPN = Risk Priority Number

S = Severity

O = Occurance

D = Detection

Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Ada tiga komponen yang membentuk nilai RPN tersebut. Ketiga komponen tersebut adalah:

a. *Severity* (S)

*Severity* adalah tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin. Nilai rating *Severity* antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang sangat besar terhadap sistem. Berikut adalah nilai *severity* secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Nilai *Severity*

<b><i>Rating</i></b>	<b>Kriteria</b>
1	Tidak ada pengaruh terhadap produk
2	Komponen masih dapat diproses dengan adanya efek sangat kecil
3	Komponen dapat diproses dengan adanya efek kecil
4	Terdapat efek pada komponen, namun tidak memerlukan perbaikan
5	Terdapat efek sedang, dan komponen, memerlukan perbaikan
6	Penurunan kinerja komponen, tapi masih dapat diproses
7	Kinerja komponen sangat terpengaruh, tapi masih dapat diproses
8	Komponen tidak dapat diproses untuk produk yang semestinya, namun masih bisa digunakan untuk produk lain
9	Komponen membutuhkan perbaikan untuk dapat diproses ke proses selanjutnya
10	Komponen tidak dapat diproses untuk proses selanjutnya

b. *Occurrence* (O)

*Occurrence* adalah tingkat frekuensi kerusakan atau kegagalan. Kejadian mengacu pada perkiraan jumlah kegagalan kumulatif karena penyebab mesin tertentu, mengidentifikasi kemungkinan penyebab kegagalan dari status kegagalan (kesalahan) dan memberikan nilai kejadian (jumlah kejadian). Kemudian urutkan catatan tersebut, dimulai dari angka 1 sebagai kemungkinan terendah dan angka 10 sebagai kemungkinan tertinggi,

Berikut ini merupakan tabel penentuan terhadap rating yang digunakan. Berikut adalah nilai *Occurance* secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Nilai *Occurance*

	<b>Berdasarkan frekuensi kejadian</b>	<b>Rating</b>
<i>Remote</i>	0-10 per 100 pcs	1
<i>Low</i>	11-20 per 100 pcs	2
<i>Low</i>	21-30 per 100 pcs	3
<i>Moderate</i>	31-40 per 100 pcs	4
<i>Moderate</i>	41-50 per 100 pcs	5
<i>Moderate</i>	51-60 per 100 pcs	6
<i>High</i>	61-70 per 100 pcs	7
<i>High</i>	71-80 per 100 item	8
<i>Very High</i>	81-90 per 100 item	9
<i>Very High</i>	91-100 per 100 item	10

c. *Detection (D)*.

Sistem kontrol yang saat ini digunakan yang mampu mengidentifikasi penyebab atau mode tindakan diidentifikasi. Nilai indeks deteksi antara 1 dan 10. Nilai 10 diberikan jika kesalahan yang terjadi sangat sulit dideteksi. Berikut ini adalah nilai identifikasi umum yang ditunjukkan di bawah ini.

Tabel 2. 3 Nilai *Detection*

<b>Detection</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Rating</b>
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	7

Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	1

## 2.5 Tujuan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Tujuan yang dapat dicapai perusahaan dengan menggunakan FMEA:

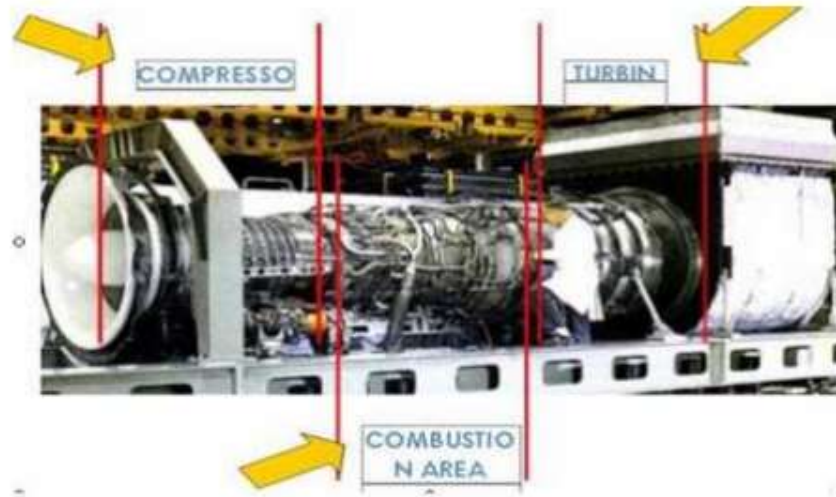
1. Mengidentifikasi karakteristik asal cacat produk yang terjadi, mengurangi terjadinya cacat produk yang tidak diinginkan, dan menyediakan metode untuk meningkatkan pendeteksian proses produksi.
2. Mengidentifikasi semua mode kegagalan dan tingkat keparahan yang dihadapi dalam produksi dan memberikan alternatif analisis yang dilakukan untuk mengurangi jumlah kegagalan.

## 2.6 Turbin Gas

Turbin gas Tugas turbin adalah mengubah gas panas hasil pembakaran dan pembakaran menjadi siklus tenaga mekanik. Turbin terdiri dari beberapa baris sudu yang berputar (rotor) dan sudu yang tidak berputar (stator). Ada dua cara memanfaatkan kecepatan aliran udara untuk memutar turbin, yaitu momen dorong atau reaksi akibat gaya reaksi aliran udara panas yang keluar dari baling-baling. Dalam momentum, kecepatan udara mengenai bilah rotor dan rotor bergerak dan mulai berputar ketika udara mengembang pada bilah rotor dan menciptakan gaya reaksi saat meninggalkan bilah rotor, meningkatkan gaya yang menyebabkan rotor berputar meningkat. rotor Rotor (Djiteng Marsudi, 2005).

## 2.7 Proses Kerja Turbin Gas

Udara memasuki kompresor dengan hisapan dan kompresi melalui serangkaian garis miring kompresor. Tekanan dan suhu udara meninggalkan kompresor meningkat 10 sampai 14 kali lipat. Kemudian tekanan tinggi dan udara panas masuk ke ruang bakar. Bahan bakar diinjeksikan ke ruang bakar melalui 2 atau 3 sakelar. Proses pembakaran langsung terjadi pada tekanan konstan (Suyitno, 2011).

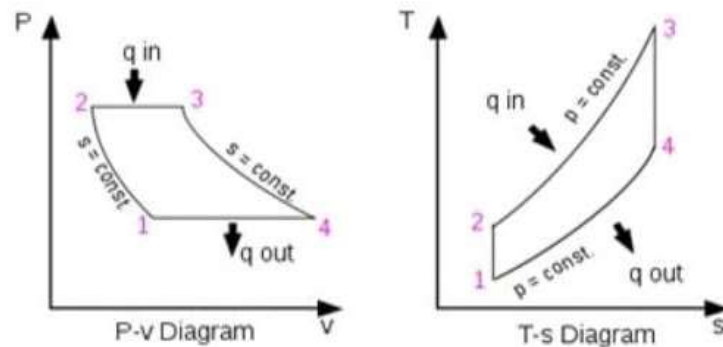


Gambar 2. 2 Turbin Gas

Selain peralatan utama seperti disebutkan di atas diperlukan juga peralatan pendukung, (Suyitno, 2011) :

- a. Asupan udara, berfungsi menyuplai udara bersih ke kompresor.
- b. Hembusan katup mengurangi jumlah udara yang masuk ke kompresor utama, atau menghilangkan sebagian udara di atas tingkat tertentu untuk menghindari kemacetan (tekanan udara yang besar dan tiba-tiba terhadap bilah kompresor yang menyebabkan bilah kompresor retak).
- c. Vign (Variable Inlet Guide fan) menyesuaikan jumlah udara terkompresi sesuai kebutuhan.
- d. Penyala, Penyalaan Pertama atau Fungsi Mulai. Campuran bahan bakar-udara dapat dinyalakan oleh percikan api dari korek api yang dipasang di dekat pembakar nosel bahan bakar, dan bahan bakar propana atau LPG digunakan dalam campuran bahan bakar.
- e. sistem minyak pelumas, berfungsi sebagai pelumas dan juga sebagai pendingin bantalan seperti bantalan turbin, bantalan kompresor, bantalan generator. Memasok sistem oli engine dengan oli pelumas.

- f. Sistem bantalan putar terdiri dari pompa DC, pompa tangan, katup tekanan konstan, katup kontrol, bantalan rotor piston hidrolis. Bantalan rotor bekerja di unit cadangan dan unit pemadam (mode siaga). bantalan rotor < 1 rpm Akibat masalah bantalan rotor, rotor bengkok dan getaran kuat terjadi selama penyalaan, yang dapat menyebabkan turbin gas mati.
- g. Uap minyak kipas buang memiliki fungsi utama menghilangkan gas buang yang terbawa oleh minyak pelumas setelah melumasi bantalan turbin, kompresor dan generator. Fungsi lainnya adalah untuk menciptakan kevakuman pada tangki minyak pelumas, yang dirancang untuk mendaur ulang minyak lebih cepat dan menjaga kepekatan minyak pelumas di dalam bantalan (seal oil) sehingga minyak pelumas tidak bocor ke sisi bantalan.



Gambar 2. 3 Diagram P-V dan T-S

- h. H. Sistem oli mesin memasok oli pelumas ke piston hidrolis untuk mengoperasikan katup kontrol vigv (CV untuk bahan bakar dan CV untuk air). Sistem Proteksi dan Keamanan ( Trip Valve Stage Valve". Terdiri dari 2 pompa yang digerakkan oleh 2 motor AC. Sistem oli angkat yang memasok oli ke bantalan saat unit mati atau di bawah tekanan tinggi dan membentuk lapisan film pada bantalan.

Turbin gas siklus terbuka dapat dikonversi menjadi turbin gas siklus tertutup menggunakan asumsi standar udara. Proses kompresi dan ekspansi tetap sama, tetapi pengiriman eksternal gas panas bertekanan tetap digantikan oleh proses pendinginan. Siklus ideal yang dilalui peralatan dalam sirkuit tertutup ini adalah siklus Brayton, yang terdiri dari empat proses reversibel internal):

- 1 – 2 Kompresi isentropik (isentropic compression) di kompresor
- 2 – 3 Penambahan panas tekanan tetap (constant pressure heat addition)
- 3 – 4 Expansi isentropik (isentropic expansion) di turbin
- 4 – 1 Pembuangan panas tekanan tetap (constant pressure heat rejection)

## **2.8 Pengertian Pemeliharaan**

Pengertian pemeliharaan secara sederhana adalah pelayanan, pemeliharaan, pemeriksaan, penggantian dan perbaikan tempat (peralatan/mesin) agar kegiatan produksi perusahaan berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan sesuai dengan tujuan perusahaan.

Maintenance merupakan kegiatan yang memegang peranan penting dalam perusahaan karena jika kita memiliki peralatan atau fasilitas, kita selalu berusaha untuk menggunakan peralatan atau fasilitas tersebut.

Kebutuhan akan produktivitas yang tinggi dan peningkatan kerusakan mesin baru-baru ini telah meningkatkan kebutuhan akan pemeliharaan, sehingga kita perlu mengetahui apa yang dimaksud dengan pemeliharaan.

Pemeliharaan adalah kegiatan pemeliharaan, pemeliharaan dan melakukan perbaikan, penyesuaian atau penggantian suatu area atau peralatan yang diperlukan agar produksi dapat berfungsi dengan baik sesuai rencana, (Sofyan Assauri, 2004:95)

Menurut DR, manajemen pemeliharaan adalah segala kegiatan yang berkaitan dengan pemeliharaan sistem peralatan dan mesin untuk memenuhi perintah kerja yang dilaksanakan tepat waktu dalam kondisi tertentu (Manahan, 2004 : 247).

Perawatan mesin merupakan titik awal penyelesaian masalah agar mesin dapat bekerja atau bekerja dengan baik. (Sunart, 1997 : 6)

Harsono berpendapat bahwa pemeliharaan adalah kegiatan memelihara dan memelihara fasilitas serta melakukan perbaikan atau penyesuaian dan penggantian yang dilakukan agar terdapat ruang yang di dalamnya fungsi-fungsi produksi dapat memuaskan. (Harsono, 1998:83)

Dari pengertian pemeliharaan di atas dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan pada saat beroperasinya proses produksi merupakan salah satu tugas yang sangat penting bagi seorang pengusaha atau perusahaan dalam hal pemeliharaan dan perbaikan mesin dan sistem. . Oleh karena itu, pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan harus dapat menjamin ketersediaan peralatan yang siap menjalankan fungsinya. Kelancaran fasilitas sangat tergantung pada kemampuan manajemen dalam menjalankan tugasnya. Oleh karena itu, pemeliharaan memegang peranan yang sangat penting dan menentukan dalam pengoperasian peralatan yang



dikerahkan di lapangan, yang disertai dengan kelancaran atau kemacetan, serta keterlambatan penyelesaian pekerjaan dan efisiensi pengoperasian peralatan.

## 2.9 Jenis – Jenis Pemeliharaan

Sebelum menetapkan rencana perawatan rutin di perusahaan yang akan dilakukan, perlu dilakukan klasifikasi jenis atau jenis perawatan yang akan dilakukan. Kegiatan perawatan yang dilakukan di perusahaan manufaktur dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

### 1. Predictive Maintenance

Adalah tindakan pemeliharaan dan perawatan yang menggunakan device dan analisis data untuk mendeteksi anomaly dan kemungkinan cacat pada aset mesin perusahaan sehingga bisa diperebaiki sebelum kerusakan terjadi. Dengan demikian, sistem produksi yang terpelihara secara preventif memastikan kelancaran operasi dan selalu siap digunakan untuk setiap aktivitas dan proses produksi.

Adapun sasaran dari *predictive maintenance* adalah:

- a. Kerugian waktu produksi dapat diperkecil
- b. Biaya perbaikan yang mahal dapat dikurangi. (Petroleum Industrial Training Consultan II, 1997:9)

Untuk dapat membuat rencana dan jadwal perawatan dan servis yang sangat cermat, serta perencanaan produksi yang lebih akurat. Pemeliharaan preventif sangat penting, karena digunakan dengan sangat efektif dalam pemrosesan peralatan produksi kelompok "Unit Kritis". Suatu fasilitas atau perangkat produksi termasuk dalam kelompok "Unit Kritis" jika:

1. Kerusakan bangunan atau fasilitas membahayakan kesehatan atau keselamatan karyawan.
2. Rusaknya fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas output yang dihasilkan.
3. Kerusakan pada sistem menyebabkan hilangnya semua produksi.
4. Modal (investasi) yang ditanamkan pada alat atau harga alat ini cukup besar atau mahal

Dalam prakteknya, perawatan preventif yang dilakukan oleh operasional pabrik dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- a. Perawatan rutin berarti servis dan perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari. Contoh perawatan rutin antara lain pembersihan pabrik atau peralatan, pelumasan atau pengecekan air tanah, air radiator, bahan bakar minyak dan pemanasan mesin beberapa menit sebelum penggunaan sehari-hari.
- b. Perawatan berkala adalah kegiatan servis dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau selama jangka waktu tertentu, misalnya seminggu sekali, kemudian

sebulan sekali dan terakhir setahun sekali. Pemeliharaan berkala dapat dilakukan dengan menggunakan jam operasi mesin atau pabrik produksi sebagai jadwal pelaksanaannya, misalnya setiap 100 jam operasi mesin, setiap 1000 kilometer perjalanan, dll, sehingga sifat kegiatan pemeliharaan ini tetap teratur atau periodik. . .

- c. Pemeliharaan perbaikan atau kerusakan adalah pelayanan dan pemeliharaan yang dilakukan setelah bangunan atau peralatan mengalami kerusakan atau terbengkalai sehingga menyebabkan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Nah dalam hal ini cara mengatasinya adalah dengan menunggu kerusakan tersebut muncul terlebih dahulu baru kemudian dilakukan perbaikan atau repair. Proses produksi berfungsi untuk memastikan operasi atau proses produksi dapat berjalan kembali dengan lancar. (Manahan, 2004:250-251).
- d. Pemeliharaan preventif dapat diartikan sebagai pemeliharaan yang mendeteksi adanya cacat pada pengoperasian mesin. Jadi preventive maintenance lebih kepada pendeteksian kerusakan agar mesin tidak sulit untuk dilakukan pengecekan. Hasil pemeliharaan proaktif menunjukkan kesiapan operasional saat ini dan masa depan.

Jika perusahaan memilih untuk hanya melakukan pemeliharaan korektif, terdapat unsur ketidakpastian dalam kelancaran produksi karena ketidakpastian pengoperasian yang benar dari pabrik atau peralatan produksi yang ada. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan tindakan perawatan korektif tanpa perawatan preventif, dengan konsekuensi yang dapat mencegah atau menghambat operasi produksi ketika terjadi kerusakan mendadak pada peralatan produksi yang digunakan.

Sekilas, pemeliharaan korektif tampaknya lebih murah daripada pemeliharaan preventif. Hal ini berlaku selama tidak terjadi kerusakan pada pabrik atau peralatan selama proses produksi, konsekuensi pemeliharaan korektif lebih penting daripada pemeliharaan preventif. Selain biaya hidup yang tinggi jika terjadi kecelakaan, hal itu juga menyebabkan kekacauan komersial dan pemborosan tenaga kerja, material, dan energi. (Petroleum Industrial Training Consultant, 1997:9)

Perawatan terencana adalah perawatan bijaksana yang diatur dan disampaikan, dipantau dan dicatat.

Pemeliharaan terencana meliputi langkah-langkah yang telah disusun, yaitu:

- a. Saat mesin atau peralatan beroperasi, mis. B. pekerjaan pemeliharaan tertentu dan beberapa perbaikan kecil yang tidak direncanakan.
- b. Ketika mesin atau peralatan dihentikan atau dihentikan karena kerusakan sebelumnya.

- c. Saat mesin atau perangkat dihentikan untuk pemeliharaan terjadwal.
- d. Sebagai perubahan desain mesin atau perangkat untuk meningkatkan keandalannya

## **2.10 Maksud dan Tujuan Pemeliharaan**

Tujuan pemeliharaan mesin dan pabrik adalah bahwa pemeliharaan biasanya ditujukan untuk mengurangi frekuensi malfungsi dan tingkat keparahan kesalahan. Menurut Sofyan Assaury, pedoman berikut berlaku:

- a. Menambah jumlah montir, meningkatkan persediaan spare parts dan fasilitas perbaikan agar mempercepat waktu perbaikan
- b. Menggunakan rancangan sistem modul dan mempermudah penggantian komponen sehingga meringankan tugas perbaikan
- c. Menyediakan mesin cadangan untuk mengurangi waktu menganggur (down time) selama dilakukan perbaikan.

Sedangkan untuk mengurangi waktu kerusakan dapat diambil kebijaksanaan, seperti:

- Menambah jumlah mekanik, menambah pasokan suku cadang dan jasa perbaikan untuk mengurangi waktu perbaikan
- Merancang sistem modular dan memfasilitasi penggantian komponen, membuat tugas perbaikan menjadi lebih mudah
- Menyediakan mesin cadangan untuk mengurangi waktu idle (downtime) selama perbaikan.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi biaya pemeliharaan selama menjalankan operasi produksi antara lain :

- a. Besarnya biaya kerusakan yang ditanggung perusahaan sebagai akibat dari mesin produksi
- b. volatilitas harga jual suku cadang yang cenderung meningkat,
- c. Pesawat kendali selesai.
- d. Keterampilan pemeliharaan pekerja .

Tujuan utama dari maintenance adalah :

- Meningkatkan aset bisnis, mis. H. setiap bagian tempat kerja, gedung dan isinya. Hal ini sangat penting bagi negara berkembang karena kurangnya sumber daya modal yang diperlukan untuk penggantian; Di negara maju terkadang lebih menguntungkan untuk mengganti daripada menunggu.

- Memastikan ketersediaan peralatan yang optimal dipesan untuk produk dan layanan dan pengembalian maksimum atas modal yang diinvestasikan.
- Memastikan bahwa semua peralatan darurat seperti cadangan dan unit pemadam kebakaran siap digunakan setiap saat.
- Memastikan keselamatan orang yang menggunakan fasilitas ini. (Khusnul Hadi,1998:3)

Selanjutnya ahli lain mengemukakan bahwa tujuan utama dari diadakannya pemeliharaan adalah:

- Kapasitas produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai jadwal produksi.
- Mempertahankan kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi persyaratan
- Membantu mengurangi kelebihan penggunaan dan penyimpanan serta mempertahankan modal yang ditanamkan di perusahaan untuk jangka waktu tertentu sesuai dengan kebijakan investasi perusahaan.
- Mencapai biaya pemeliharaan serendah mungkin dengan melakukan aktivitas pemeliharaan secara efisien secara keseluruhan.
- Menghindari pekerjaan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan pekerja.
- Terciptanya kerjasama yang erat dengan fungsi utama perusahaan lainnya untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu. keuntungan terendah atau pengembalian modal yang diinvestasikan. (Sofyan Assauri, 1999:95)

Berdasarkan pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa tujuan pemeliharaan adalah untuk memastikan pengoperasian yang baik dari peralatan yang digunakan, karena pemeliharaan yang efektif dan efisien telah mengurangi atau menghilangkan kemungkinan terjadinya overloading beberapa pabrik atau pabrik produksi.

Sedangkan keuntungan yang dapat diperoleh dengan adanya pemeliharaan adalah:

- Mesin dan sarana produksi atau sarana produksi dapat digunakan dalam waktu yang lama.
- Proses produksi berjalan lancar selama pengoperasian mesin dan sistem tidak terganggu.
- Menghindari kerusakan mesin yang serius selama proses produksi dengan selalu memperhatikan mekanisme kerja mesin.
- Kontrol proses dan kontrol kualitas proses dapat dilakukan dengan baik karena mesin dan peralatan dalam kondisi baik.

- o Perusahaan mampu meminimalkan biaya pemeliharaan dan perbaikan kerusakan ringan dibandingkan dengan perbaikan penuh.
- o Dengan mesin dan peralatan yang baik, penggunaan bahan baku produksi dapat dilakukan secara normal

Koordinasi antar bagian akan berjalan dengan baik maka proses produksi secara menyeluruh akan berjalan lancar.

## 2.11 Diagram Pareto

Sebelum kita membahas Diagram Pareto, ada baiknya kita membahas apa saja ketujuh tools tersebut. Menurut Magar dan Shinde, ketujuh alat tersebut merupakan alat statistik sederhana yang digunakan untuk pemecahan masalah. Alat-alat ini dikembangkan di Jepang atau diperkenalkan di Jepang oleh master berkualitas seperti Deming dan Juran. Kaoru Ishikawa menyatakan bahwa 95 persen dari semua masalah dapat diselesaikan dengan tujuh alat ini. Alat-alat ini telah menjadi dasar kebangkitan industri Jepang yang menakjubkan sejak Perang Dunia II.

Pentingnya alat statistik dasar sangat baik karena ketujuh alat tersebut sangat penting bagi organisasi mana pun untuk maju ke puncak keunggulan. Konsep di balik ketujuh alat tersebut berasal dari Kaoru Ishikawa, yang mengatakan bahwa 95% masalah kualitas dapat diselesaikan dengan alat penting ini. Kunci keberhasilan pemecahan masalah adalah kemampuan mengidentifikasi masalah, menggunakan alat yang tepat berdasarkan sifat masalah, dan mengkomunikasikan solusi dengan cepat kepada orang lain (Jayakumar et al., 2017).

Bagan Pareto adalah salah satu dari tujuh alat untuk membantu pengumpulan data, definisi masalah, analisis pola atau tren, dan analisis proses:

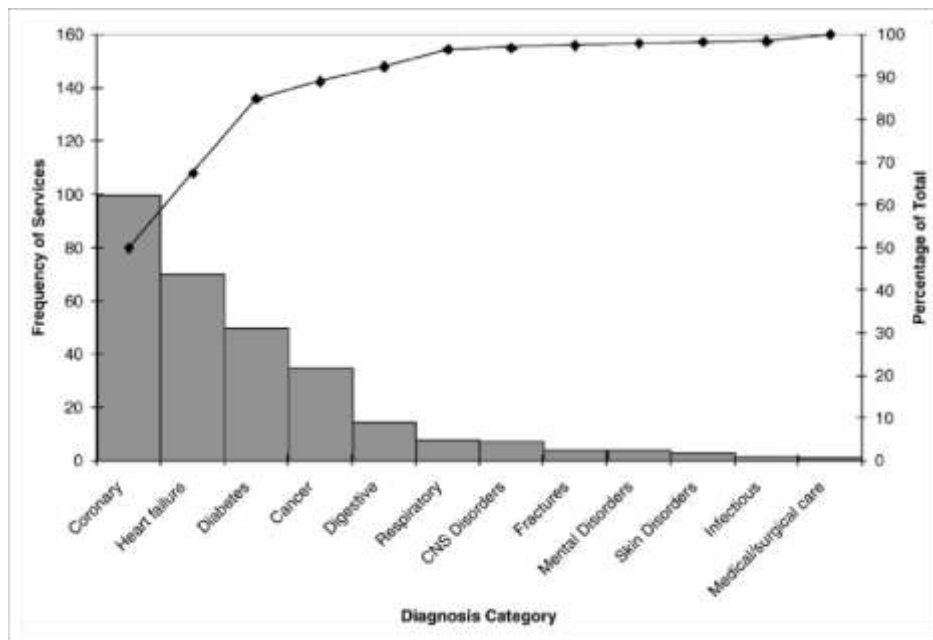
Bagan pareto digunakan untuk mengklasifikasikan masalah berdasarkan penyebab dan gejala. Menurut Besterfield (2001), bagan Pareto, juga disebut aturan 80/20, digunakan untuk menggambarkan secara grafis dan mewakili kepentingan relatif dari perbedaan antara kelompok data, yaitu. H. membedakan beberapa penyebab penting (20%) dari penyebab tersebut proporsi dominan penurunan kualitas (80%). Prinsip aturan 80/20 menyatakan bahwa 80% masalah menjadi 20% masalah. Bagan Pareto didasarkan pada prinsip Pareto, yang menyatakan bahwa kerugian kecil memiliki dampak yang besar.

Menurut Bauer (2006), diagram Pareto adalah representasi grafis dari frekuensi peristiwa tertentu yang terjadi. Ini adalah bagan ordinal yang menunjukkan kepentingan relatif variabel dalam kumpulan data dan dapat digunakan untuk memprioritaskan peluang peningkatan. Bagan Pareto adalah bagan batang, diprioritaskan dalam urutan menurun dari kiri ke kanan,

digunakan untuk mengidentifikasi peluang peningkatan utama. Ini menunjukkan kepada Anda di mana harus memulai upaya Anda untuk mendapatkan hasil maksimal darinya.

Kesimpulannya adalah bahwa bagan Pareto dapat membantu memprioritaskan berbagai hal dengan memeringkatnya berdasarkan urutan kepentingannya. Dalam lingkungan terbatas sumber daya, diagram ini membantu organisasi memutuskan bagaimana cara mengatasi masalah. Berikut adalah beberapa kegunaan dari diagram Pareto :

1. Identifikasi masalah yang paling penting menggunakan skala pengukuran yang berbeda.
2. Tunjukkan bahwa kebanyakan tidak selalu berarti paling mahal.
3. Menganalisis set data yang berbeda.
4. Ukur dampak perubahan yang dilakukan sebelum dan sesudah proses.
5. Memecah penyebab umum menjadi bagian yang lebih spesifik (Nuryanto Arief W. 2018)



Gambar 2. 4 Diagram Pareto

## 2.12 Kerusakan Mesin

Seperti halnya tubuh manusia, mesin industri juga membutuhkan perawatan. Tingkat perawatan disesuaikan dengan tingkat pemakaian. Perawatan mesin secara rutin tentunya dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap bagian-bagian mesin itu sendiri untuk menjaga mesin industri tetap stabil dan proses produksi berjalan dengan lancar.

Setiap mesin industri pasti memiliki resiko kerusakan yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Ada tiga jenis penyebab kerusakan mesin di industri, yaitu kesalahan manusia (cedera), kerusakan karena umur mesin dan juga kerusakan karena kurangnya perawatan. .

- *Human Error* (Kerusakan Oleh Manusia)

Penyebab utama kerusakan mesin yang disebabkan oleh orang atau pengguna adalah ketidaktahuan cara penggunaan alat atau mesin industri. Padahal, inilah alasan utama mengapa setiap mesin selalu dilengkapi dengan manual mesin.

Selain memberikan manual, ada juga beberapa produsen mesin industri yang menyediakan video tutorial dan pelatihan atau pelatihan langsung kepada para insinyur tentang cara menggunakan mesin.

Oleh karena itu, petugas harus dilatih sebelum menggunakan alat tersebut. Dengan begitu, kerusakan akibat human error bisa diminimalisir. Banyak produsen mesin industri yang tidak memberikan garansi jika kerusakan tersebut disebabkan oleh kelalaian dan kegagalan penggunaan alat tersebut. .

- Kerusakan Karena Faktor Usia

Sedangkan kerusakan jenis ini biasanya memang sering terjadi karena umur mesin yang sudah terlalu tua dan sudah sering digunakan. Setiap mesin biasanya memiliki usia maksimal penggunaan, jika melewati batas usia yang ditentukan maka rentan mengalami kerusakan.

Kerusakan pada fase ini disarankan untuk mengganti komponen yang mesin yang sudah tidak layak fungsi dengan komponen atau sparepart yang baru. Jika ada dana lebih, sebaiknya beli mesin industri yang baru agar produksi dapat berjalan dengan lancar.

- Kerusakan Akibat Kurang Perawatan

Mesin industri tidak jauh berbeda dengan mesin kendaraan seperti mobil dan motor yang harus selalu dirawat dengan baik. Jika kapasitas penggunaan mesin terlalu besar tapi tidak diiringi dengan perawatan yang baik secara berkala maka mesin akan mengalami aus bahkan bisa menjadi kerusakan yang cukup fatal.

Dengan perawatan mesin yang baik maka komponen kerja mesin tetap berfungsi dengan baik sehingga kerusakan dapat dihindari. Efeknya, biaya operasional mesin juga dapat dihemat.

## **2.13 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu merupakan upaya peneliti untuk mencari pembandingan kemudian menemukan inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian sebelumnya membantu memposisikan penelitian dan menunjukkan orisinalitas penelitian. Pada bagian ini, peneliti mencantumkan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan, kemudian merangkum baik penelitian yang dipublikasikan maupun yang

tidak dipublikasikan. Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang masih relevan dengan topik yang penulis teliti.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Muhamad Bob Anthony	Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)	Penelitian ini menggunakan data kuantitatif sebagai dasar pengolahan data dan Penyebab kerusakan dianalisis dengan menggunakan diagram Pareto, FMEA dan diagram fishbone.	Penelitian ini dilakukan di sebuah perusahaan berskala internasional yang bergerak dibidang industri manufaktur besi dan baja. Salah satu peralatan yang sering terjadi kerusakan adalah mesin hot roller table pada unit furnace section mill. Hasil availability yang didapat pada peralatan hot roller table adalah 96,571% dan masih dibawah standar perusahaan yang ditetapkan sebesar 98%. Oleh karena itu, diperlukan adanya analisis mengenai akar penyebab masalah tersebut serta pencarian solusi terbaik untuk memperbaiki masalah yang ada dengan penerapan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA adalah suatu metode yang secara sistematis dan terstruktur dapat menganalisis dan mengidentifikasi akibat dari kegagalan sistem maupun proses, serta mengurangi atau menganalisis peluang



				<p>terjadinya kegagalan. Tujuan penelitian ini mengidentifikasi dan menganalisis tingkat kerusakan dan penyebabnya dengan penerapan metode FMEA. Berdasarkan diagram pareto kerusakan mesin hot roller table, didapat bahwa frekuensi kerusakan tertinggi yaitu pada rotary coupling dengan down time presentase sebesar 26,9%. Dari Analisa FMEA, didapat dua komponen yang mempunyai nilai RPN sangat tinggi yang di kategorikan sebagai potensial severity yaitu bearing yang pertama dengan nilai RPN sebesar 392 dan yang kedua adalah seal ring dengan nilai RPN sebesar 294. Kedua kopian tersebut menjadi prioritas utama perbaikan pada bagian unit furnace section mill terutama untuk aspek mesin dan manusia.</p>
--	--	--	--	---

2	Muhamad Ikhsan Ramadhan	Analisis Kerusakan Mesin Ahu Menggunakan Pendekatan Metode Failure Mode And Effect Analysis	Metode penelitian yang digunakan adalah Diagram Pareto, FMEA dan diagram fishbone.	<p>Saat ini perkembangan industri semakin pesat, sehingga perusahaan selalu membutuhkan produk berkualitas tinggi yang sesuai dengan tugasnya. Jika ada masalah pada mesin, perlu dilakukan identifikasi kerusakan pada mesin. Salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan tersebut adalah metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Prosedur ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik masalah yang muncul dengan prosedur ini. Pada penelitian ini digunakan air handling unit (AHU) sebagai objek dari metode FMEA. Hasil dari metode FMEA dan analisis grafik Pareto dunia nyata pada permasalahan komponen AHU adalah:</p> <p>getaran tinggi pada motor dan kipas; penurunan tekanan udara di dalam tabung; kenaikan suhu dalam tabung; peningkatan kelembaban dalam semprotan; perbedaan tekanan tinggi di filter udara. Oleh karena itu, untuk menjaga kehandalan dan efisiensi perawatan mesin penyaring udara dan komponen</p>
---	-------------------------------	--	--	---

				kipas, pipa dan penyaring udara perlu diprioritaskan perawatannya untuk meningkatkan kehandalan dan efisiensi mesin.
3	Surya Andiyanto, dkk.	Penerapan Metode Fmea (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kuantifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste	Metode penelitian yang digunakan adalah Diagram Pareto, FMEA dan diagram fishbone.	Pemborosan atau (waste) adalah kegiatan yang menghabiskan atau menyia-nyikan sumber daya seperti biaya konsumsi atau lembur, tetapi tidak memberikan nilai tambah pada kegiatan tersebut. Dalam setiap proses produksi, biasanya ada kemungkinan timbulan sampah, terutama di restoran cepat saji. Untuk menghindari atau meminimalisir terjadinya pemborosan tersebut maka diperlukan suatu analisis pemborosan. Dalam analisis air yang dilakukan pada penelitian ini, metode FMEA digunakan untuk mempelajari timbulan sampah di restoran cepat saji dan

				<p>untuk menentukan timbulan sampah kritis di restoran cepat saji untuk memberikan rekomendasi tindakan pengolahan limbah. Dari hasil penelitian, pemborosan kritis adalah lamanya proses pengiriman, dengan skor WPN 99,16,</p>
4	Muhammad Irfan	<p>Analisis Kerusakan Mesin Oven Lincoln 1457 Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Pt. Xyz</p>	<p>Metode penelitian yang digunakan adalah Diagram Pareto, FMEA dan</p>	<p>Saat ini Oven Lincoln 1457 milik PT. XYZ banyak di gunakan di beberapa gerai <i>FastFood</i>, salah satunya di <i>Pizza Hut</i>, akan tetapi oven ini belum mempunyai laporan tentang hasil kerusakannya. Dari beberapa tahun ini kita tidak mengetahui bagian-bagian dari mesin Oven ini yang sering rusak dan cara penanganannya sehingga meminimalisir kerusakan. Tujuan dari penelitian ini adalah (1). Mengetahui jenis-jenis kerusakan pada Mesin Oven Lincoln 1457. (2) Mengetahui bagian – bagian yang paling sering rusak pada Mesin Oven Lincoln 1457. (3) Menganalisis Kerusakan pada Mesin Oven Lincoln 1457 menggunakan metode FMEA. Metode Penelitian ini menggunakan</p>

				<p>penelitian wawancara dan perpustakaan dengan dengan pendekatan FMEA. Adapun jenis – jenis kerusakan pada mesin oven Lincoln 1457 adalah No Box Control Cooling, Low flame is on- but no main flame, Oven Will Not heat, Conveyor Will Not Run/ Kovevyor tidak akan berjalan, Switch ON/OFF. Hasil dari penelitian ini adalah sebanyak 12 varian kerusakan pada Mesin Oven Lincoln 1457 dengan tingkat frekuensi yang berbeda-beda. Jenis kerusakan yang pertama “switch On/Off” dengan nilai RPN terbesar yaitu 125 dan yang terendah adalah “Control Transformer” dengan nilai RPN 12. Nilai total komulatif terbesar didapat sebesar 503 dan nilai total komulatif terkecil didapat sebesar 125. Pada persentase keseluruhan didapatkan angka tertinggi yaitu dengan persentase 24,90% dan yang terkecil yaitu sebesar 2,40% sedangkan pada persentase komulatif didapat angka tertinggi yaitu sebesar 100% dan nilai persentase terkecil sebesar 24,90%.</p>
--	--	--	--	--

5	Yunan Mahendra	Analisis Kerusakan Bus Trans Mamminasata Kota Makassar Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)	Metode penelitian yang digunakan adalah Diagram Pareto, dan FMEA	Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) . Yunan Mahendra. Permasalahan yang terjadi di Trans Mamminasata sering kali terjadi kerusakan yang tidak menentu dan harus mengalami pergantian komponen yang tidak sesuai dengan jadwal rutin dilakukan maintenance. Komponen yang mengalami kerusakan dapat mengakibatkan terganggunya aktivitas transportasi, Oleh karenanya maka perlu dilakukan identifikasi secara jelas faktor penyebab kerusakan sehingga membuat usaha perbaikan menjadi terfokus dengan menggunakan FMEA. Tujuan dari penelitian ini adalah (1). Mengetahui jenis-jenis kerusakan pada Bus Trans Mamminasata (2). Mengetahui Analisis Kerusakan pada Bus Trans Mamminasata menggunakan metode FMEA. Metode Penelitian ini menggunakan penelitian pustaka dengan dengan pendekatan wawancara dan menggunakan metode FMEA dengan cara mencari tahu kerusakan yang ada pada Bus trans Mamminasata.
---	----------------	---	--	--

				<p>Berdasarkan data yang sudah dikelola diatas dapat disimpulkan yaitu sebanyak enam. Komponen yang memiliki tingkat kerusakan yang paling besar yaitu Pengereman (19,5%), Kemudi (14,3%), Pendingin (13,8%), Shockbreaker (12,8%), Mesin (12,6%) dan Gardan (10,5%). Kerusakan pada keenam komponen tersebut direkomendasikan untuk diprioritaskan dalam perawatan dan perbaikan jika mengalami gangguan. Dengan kata lain jika komponen yang termasuk dalam 80% tersebut di prioritaskan perawatan dan perbaikannya maka akan semakin naik juga kualitas dari Bus Mamminasata.</p>
--	--	--	--	--

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodelogi merupakan suatu kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan di analisa. Langkah – langkah yang dilakukan untuk menganalisa permasalahan dan pembahasan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut

#### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari Bulan Januari 2023 sampai bulan Maret 2023 dan tempat dilaksanakannya penelitian di PT. PLN (PERSERO) SEKTOR TELLO, MAKASSAR.

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dijelaskan pada tabel dibawah ini, yaitu :

Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Desember 2022				Januari 2023				Februari 2023				Maret 2023			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan																
2.	Studi Literatur																
3.	Pengajuan Judul																
4.	Penyusunan Proposal																
5	Penyelesaian Proposal (Asistensi)																
6	Seminar Proposal																
	Pengambilan Data																
7	Asistensi Hasil																
8	Seminar Hasil																
9	Asistensi																
10	Seminar Tutup																



## **3.2 Metode Penelitian**

Di dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah :

### **a Penelitian lapangan**

Dengan menggunakan metode observasi yaitu dengan melakukan pengamatan dan pengerjaan secara langsung terhadap objek yang diteliti dalam hal ini adalah Mesin Turbin Gas.

### **b Penelitian Perpustakaan**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengelola data yang telah diperoleh di lapangan, memperoleh pengetahuan dan landasan teori dari beberapa literature dan hasil penelitian orang lain yang mempunyai hubungan dengan masalah yang diteliti.

### **c Penelitian Wawancara**

Wawancara yang dilakukan adalah wawancara dengan para karyawan yang berhubungan langsung dengan quality control terutama pada bagian yang menangani Mesin Turbin Gas.

### **d Penelitian Kuantitatif**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang spesifikasinya sistematis, terencana dan terstruktur dengan jelas dari awal hingga pembuatan rencana penelitian. Metode penelitian kuantitatif seperti yang dikemukakan oleh Sugiyono (2011:8) yaitu: "Metode penelitian berdasarkan filosofi positivisme mempelajari populasi atau sampel tertentu, instrumen penelitian digunakan untuk mengumpulkan data, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, tujuannya adalah untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan".

## **3.3 Jenis dan Sumber Data**

Sumber Penelitian ini Meliput suatu prosedur perkumpulan persajian dan pengolahan data serta analisa dan perpecahan permasalahan berdasarkan sumber data yang kelak akan dipergunakan di dalam susunan, data yang dipergunakan ialah data yang didapatkan secara langsung melewati pemeriksaan dan penulisan yang dilakukan pada mesin turbin gas di Pt. PIn (Persero) Sektor Tello, Makassar.

### **3.3.1 Data Primer**

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara). Dilakukan oleh penulis berupa observasi langsung di Mesin Turbin Gas sebagai data primer, berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok. Hasil

observasi terhadap suatu benda fisik, kejadian atau kegiatan dan hasil pengujian merupakan data yang dikumpulkan.

### 3.4 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dikumpulkan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lantai produksi dengan menyaksikan data lapangan yang dimiliki oleh perusahaan dan dijadikan acuan atas pendataan yang diperoleh.

Data yang telah di kumpulkan kemudian diolah menggunakan FMEA yang dimana FMEA merupakan suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (failure mode). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas.

Data-data ini lalu akan melewati 3 fase yaitu yang pertama melihat besaran severity atau berapa tingkat parah dari kerusakan mesin itu jadi occurrence atau berapa seringnya kerusakan itu terjadi dan yang terakhir yaitu detection (Pengendalian Kerusakan).

Adapun rumus RPN adalah :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan :

RPN = Risk Priority Number

S = Severity

O = Occurance

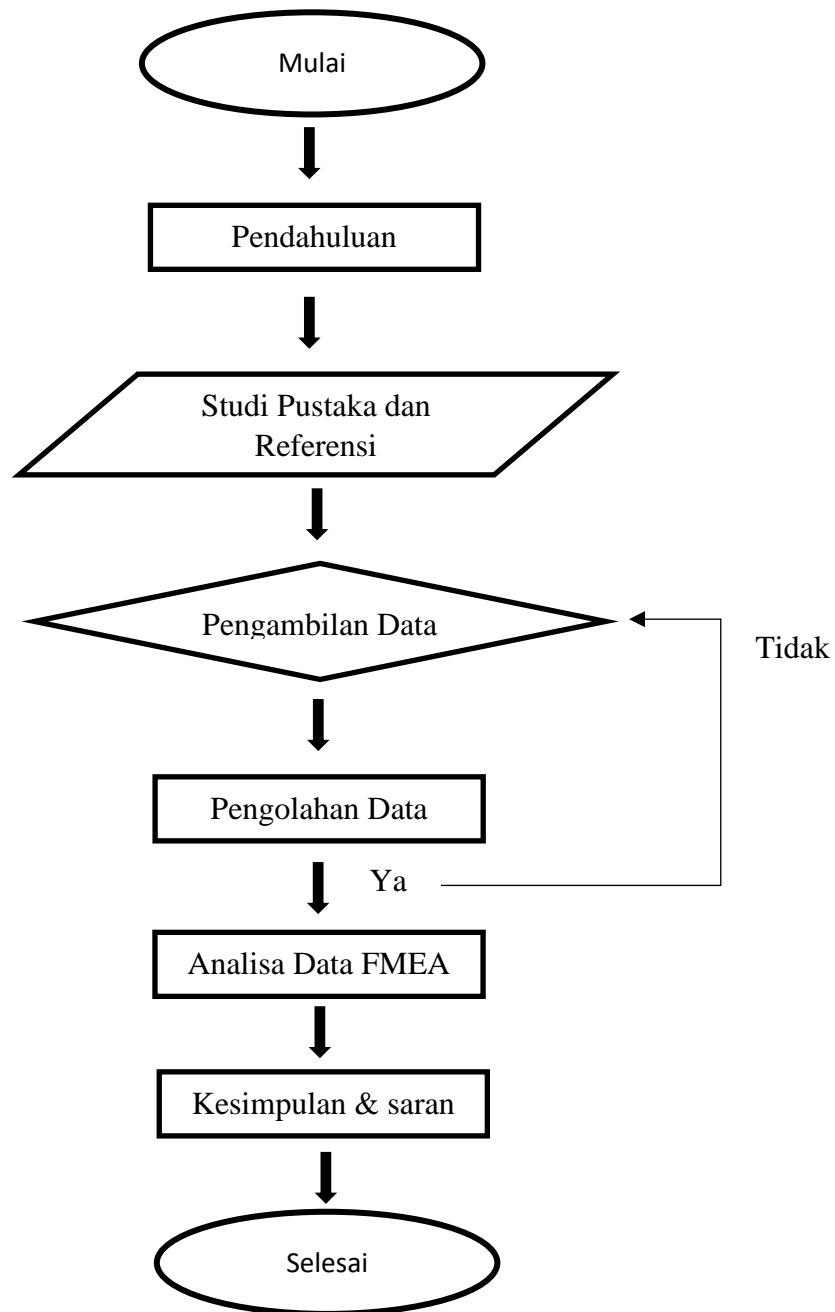
D = Detection

#### 3.4.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung yaitu melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Hasil informasi yang didapat dalam penelitian ini yang merupakan data sekunder meliputi data kerusakan yang diberikan perusahaan dari Mesin Turbin Gas terhitung selama masa penelitian.

### 3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian data kerusakan dari pengambilan data dan penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Hasil**

4.1.1 Spesifikasi Mesin Turbin Gas

Adapun spesifikasi mesin turbin yang digunakan pada unit PLTG sektor Tello adalah sebagai berikut (Hidayat dkk, 2016)

Tabel 4. 1 Spesifikasi Turbin Gas (Hidayat dkk, 2016)

	GE MS 6001
Pabrik pembuat	General Electric
Type	MS 6001
Serial Number	296850
Rated Power	33,440 KW
Turbin Stage	3
Compressor Stage	17
Putaran	5100 rpm
Bahan Bakar	HSD (High Speed Diesel)
Tahun Operasi	1997
Control	SpeedtronicM.V (PLC)

4.1.2 Jenis – jenis kerusakan pada Mesin Turbin yang di gunakan pada unit PLTG sector tello.

Berikut merupakan jenis – jenis kerusakan pada mesin turbin yang digunakan pada unit PLTG sektor Tello yang peneliti dapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Jenis - Jenis Kerusakan Mesin Turbin MS6001 ( Pt.Pln Persero Sektor Tello)

No	Jenis Masalah	Penyebab	Upaya Prebaikan	Jumlah masalah
1	Cooling And Sealing System	Kegagalan perubahan posisi bleed valve dari posisi open ke posisi close yang disebabkan terjadi korosif pada cover penutup penendang piston penggerak, sehingga tekanan udara kompresi tidak mampu untuk menggerakkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan <i>disassembly compressor bleed valve</i></li> <li>- Melakukan pembersihan korosif pada cover penutup penendang piston penggerak</li> <li>- Pemberian pelumas pada piston penggerak dan penyemprotan cairan korosif WD40</li> </ul>	3

		piston untuk merubah posisi bleed valve	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Reassembly compressor bleed valve</i></li> <li>- Uji fungsi kerja compressor <i>bleed valve</i></li> </ul>	
2	Lube Oil System	Kekurangan grease pada bearing sisi DE pompa yang disebabkan life time material dan mengakibatkan pelumasan area bearing terhambat sehingga terjadi hambatan gesekan yang menimbulkan suara yang tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pengujian nilai vibrasi</li> <li>- Melakukan pemantauan noise pada motor dan pompa</li> <li>- <i>Disassembly fan motor Generator Bearing Evacuator Pump</i></li> <li>- <i>Reassembly fan motor Generator Bearing Evacuator Pump</i></li> <li>- <i>Alignment</i></li> <li>- Pengujian</li> </ul>	1
3	Control Device Turbine	Putus pada sisi hot junction wheelspace thermocouple yang disebabkan pengikisan pada logam karena life time material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pemeriksaan kondisi thermocouple</li> <li>- Melakukan <i>jumper wheelspace thermocouple</i> yang putus dengan yang standby (signal name TTWS1FI1 ke TTWS1FI2)</li> <li>- Membuat permintaan pengadaan <i>wheelspace thermocouple</i></li> </ul>	2
4	Ignition System	Short circuit pada cable flexible ignition lead yang disebabkan terjadi kerusakan isolasi cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan <i>disassembly flexible ignition lead No. 10</i></li> <li>- Membuat laporan gangguan</li> <li>- Membuat surat permintaan pengadnan</li> <li>- Pemasangan cable <i>flexible ignition lead</i></li> <li>- Pengujian <i>ignition system</i></li> </ul>	4
5	Fire Protection System	Terjadi tegangan tembus pada terminasi sistem card controller fire protection micro 1 - EV. Sehingga output tegangan fire protection panel untuk supply coil contactor 45FTX1 yang dijadikan sebagai input signal alarm fire protection system pada mesin general electric unit 2 bekerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan <i>troubleshooting</i> penyebab masalah master <i>protective trip</i> yang mengakibatkan mesin <i>not ready to start</i></li> <li>- Melakukan penelusuran penyebab masalah tembusnya tegangan sampai ke coil <i>contactor</i> input signal speedtronic MK-V</li> <li>- Melakukan pelepasan wiring output terminasi <i>wiring cable card controller micro 1 - EV</i></li> </ul>	1

			<p>fire protection panel yang mengalami masalah.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan reset pada alarm display HMI</li> <li>- Melakukan penggantian pcb card fire protection system micro 1 - EV</li> </ul>	
6	Schematic Load Gear	Terjadi short pada cable sumber vibration transducer, karena isolasi cable control mengalami kegetasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembongkaran cover sekat shaft penutup</li> <li>- Pembongkaran cover shaft turbin - Load gear</li> <li>- Pemeriksaan kondisi transducer titik D</li> <li>- Melakukan penukaran transducer titik G dengan titik D</li> <li>- Melakukan pemeriksaan cable control <i>supply transducer</i> pada <i>junction box</i></li> <li>- Melakukan pemotongan cable control supply yang mengalami kerusakan pada isolasi cable</li> <li>- Pemasangan vibration transducer titik D dan titik G</li> <li>- Pemasangan cover shaft turbin - Load gear</li> <li>- Pemasangan cover sekat shaft penutup</li> <li>- Final inspect pembacaan <i>vibration transducer</i> pada HMI dan area load gear</li> </ul>	1
7	Main Part Turbin Section	Ketidakseimbangan pembakaran yang disebabkan tekanan flowdivider menuju ruang bakar no. 7 dan 8 mengalami deviasi pembacaan sekitar 90 Psi dari pembacaan yang lainnya, sehingga temperature exhaust thermocouple no. 6 mengalami penurunan dengan deviasi sekitar 200 °C dari pembacaan exhaust thermocouple lainnya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan monitoring tekanan flowdivider</li> <li>- Melakukan kalibrasi dan pemeriksaan fuel oil check valve no. 7 dan 8</li> <li>- Melakukan pemeriksaan dan pembersihan fuel oil nozzle no. 7 dan 8</li> </ul>	3
8	Electrical System	Terjadi kerusakan pada isolasi kabel XLPE 1 x	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pengujian tahanan isolasi kabel bay trafo</li> </ul>	2

		240 mm pada phase R yang disebabkan tidak terdapat instalasi SVL yang berfungsi untuk membuang tegangan lebih saat terjadi lonjakan tegangan sesaat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pengujian HV test kabel bay trafo phase</li> <li>- Melakukan peminjaman material sealing end dan terminasi</li> <li>- Melakukan penggantian kabel bay trafo</li> <li>- Melakukan pengujian tahanan isolasi kabel bay trafo</li> <li>- Melakukan pengujian HIPOT Test</li> <li>- <i>Backfeeding</i> 1 x 24 jam</li> <li>- Pengujian operasi mesin</li> </ul>	
9	Air Inlet & Exhaust system	Kebocoran membran solenoid valve air inlet filter yang disebabkan goresan permukaan base plat solenoid yang mengalami penumpukan kerak akibat kualitas air compressor yang tidak baik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menambahkan skop kegiatan <i>drain vessel</i> tank air <i>compressor screw</i> kedalam SOP start pembangkit</li> <li>- Melakukan pembersihan kerak yang menumpuk pada base plat solenoid dan membrane</li> <li>- Melakukan penambahan packing tomo 0.5 mm pada membran solenoid valve</li> <li>- Melakukan pemeriksaan kondisi solenoid valve setiap 3 bulan sekali</li> </ul>	1
10	Cooling Water System	Winding motor cooling water pump mengalami short pada bagian stator yang dikarenakan kelemahan isolasi yang timbul akibat masuknya grease pelumas bearing kedalam winding yang mengakibatkan penumpukan grease yang terjadi pada bagian stator motor dan tergerus oleh rotor motor saat beroperasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pengukuran nilai tahanan isolasi winding</li> <li>- Membuat permintaan <i>rewinding</i> motor</li> <li>- Disassembly motor cooling water</li> <li>- Proses <i>rewinding</i> motor</li> <li>- <i>Reassembly</i> motor dan alignment</li> <li>- Pengujian dan pengambilan data</li> </ul>	2
11	Venting And Heating System	Short circuit pada contactor motor turbin compartement unit 1 yang disebabkan kotornya magnetic contactor sehingga saat motor beroperasi, contactor tidak masuk sempurna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan off CB motor</li> <li>- Disassembly panel MCC 88BT-1</li> <li>- Melakukan penggantian kontaktor spare yang tersedia pada MCC spare</li> <li>- Reassembly panel MCC 88BT-1</li> </ul>	1

			- Uji fungsi MCC motor 88BT-1	
12	Low Voltage Distribution Board	Kegagalan switch proteksi thermal overload yang disebabkan korosif pada switch sehingga kontak switch 2 phase tidak bekerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pemeriksaan atau troubleshoot proteksi overload motor <i>auxiliary</i></li> <li>- Melakukan reset dan pembersihan thermal overload lube miss separator motor 88QV-1</li> <li>- Reset alarm display HMI (<i>Human Mechine Interface</i>)</li> </ul>	1
13	Main Hydraulic System	Setting pressure switch hydraulic supply mengalami ketidaksesuaian	- Melakukan kalibrasi pressure <i>switch hydraulic supply pump</i> 63HQ-1	1
14	Torque Converter System	Putaran poros torque converter to accessory gear searah jarum jam (abnormal) yang disebabkan rusaknya freewheel roller bearing, piston, ring piston dan liner housing hydraulic mechanism karena nilai viskositas minyak pelumas rendah (encer) dari batasan normal standard yang mengakibatkan terbawanya contaminant padat halus memasuki piston dan merusak linner housing piston	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pembebasan udara piping racheting system</li> <li>- Melakukan pemeriksian solenoid clutch dan limit <i>switch hdraulic</i> ratchet</li> <li>- Melakukan kesesuaian <i>sequencing</i> logic racheting system</li> <li>- Melakukan pembongkaran hydraulic mechanism</li> <li>- Melakukan pemeriksaan <i>freewheel roller ball bearing, ring piston, liner housing, dan piston hydraulic mechanism</i></li> <li>- Melakukan penggantian <i>freewheel roller ball bearing, piston, ring piston dan liner housing hydraulic mechanism</i></li> <li>- Melakukan crank hydraulic ratchet</li> <li>- Melakukan cooldown on <i>auxiliary</i> control untuk menggerakkan hydraulic ratchet secara auto</li> </ul>	1
15	Control & Instrument System	Card TCDA (TCD1) slot card R status A2 "Not Responding, Warm Start Requested" yang disebabkan kelelahan material elektronika.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pemeriksaan <i>diagnostic</i> alarm pada HMI mesin GE#1</li> <li>- Melakukan pemeriksaan status I/O state pada card <i>processor controller &lt;R&gt;</i></li> <li>- Melakukan pemeriksaan provote log untuk mengetahui kondisi signal abnormal</li> </ul>	1



			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pemeriksaan status card pada sistem underdos</li> <li>- Menyamakan konfigurasi status underdos setiap card processor controller</li> <li>- Melakukan penggantian card TCDA core &lt;R&gt;</li> <li>- Melakukan hard reset</li> <li>- Melakukan pemeriksaan provote log dan diagnostic alarm pada HMI mesin GE#1</li> </ul>	
--	--	--	---	--

Identifikasi tabel di atas dapat diperoleh dari pengambilan data yang peneliti lakukan di PT. PLN (Persero) Sektor Tello, Makassar.

#### 4.1.3 Menentukan Severity, Occurance dan Detection

Setelah diperoleh jenis-jenis kerusakan maka langkah berikutnya adalah penentuan rating probabilitas terjadinya Kerusakan (occurrence), dampak akibat Kerusakan (severity), dan deteksi kerusakan (detection). Penentuan ketiga rating tersebut akan sangat menentukan proses memprioritaskan kerusakan atau penentuan kerusakan yang kritis. Penentuan rating didapat melalui proses brainstorming dengan para karyawan yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

Skala yang digunakan untuk masing-masing rating ini yaitu mulai dari skala 1 - 5, dimana skala 1 yaitu paling rendah dan skala 5 paling tinggi. (Ramadhan, 2021)

##### a. Severity

Severity rating menyatakan bahwa terjadinya kegagalan akan memberikan dampak berupa gangguan terhadap sistem secara keseluruhan

Tabel 4. 3 Rating Severity (Ramadhan, 2021)

No	Tingkat Bahaya	Kriteria Masalah	Tingkat
1	Sangat Tinggi	Mesin mati total dan tidak berfungsi	5
2	Tinggi	Sistem eror namun mesin masih bisa berjalan	4
3	Moderat	Kinerja pada system menurun drastic	3
4	Kecil	Kinerja komponen pada mesin menurun	2
5	Sangat Kecil	Mesin hanya perlu disetting ulang	1

##### b. Occurance

Occurence rating menyatakan probabilitas terjadinya kegagalan sangat rendah dan skala 5 menyatakan probabilitas terjadinya kegagalan sangat tinggi.

Tabel 4. 4 Rating Occurance (Ramadhan, 2021)

No	Kemungkinan terjadi Masalah (%)	Jumlah Kejadian	Tingkat
1	100% ada masalah	Pasti terjadi kerusakan dari 1-5 kali mesin beroperasi	5
2	75% kemungkinan masalah terjadi	Pasti terjadi kerusakan dari <50 kali mesin beroperasi	4
3	50% masalah dapat terjadi	Pasti terjadi kerusakan dari 51 - 150 kali mesin beroperasi	3
4	25% masalah masih dapat di kontrol	Pasti terjadi kerusakan dari 150 - 300 kali mesin beroperasi	2
5	Tidak pernah terjadi	Tidak pernah terjadi kerusakan	1

c. Detection

Detection rating adalah untuk melihat apakah potential failure mode yang ada dapat diketahui sebelum terjadinya kegagalan dan juga apakah pengendalian yang dimiliki dapat mengurangi kegagalan yang dapat terjadi

Tabel 4. 5 Rating Detection (Ramadhan, 2021)

No	Detection	Kriteria	Tingkat
1	Tinggi	Pasti Terdeteksi	1
2	Medium	Mudah Terdeteksi	2
3	Rendah	Jarang Terdeteksi	3
4	Sangat Rendah	Sulit Terdeteksi	4
5	Non-Detectable	Tidak dapat terdeteksi	5

Hasil dari pendekatan metode ini dapat mengidentifikasi adanya masalah sekaligus dapat mengetahui RPN yang dihasilkan dari masalah tersebut. Maka dari itu, diinformasikan bahwasannya seluruh jenis indeks yang beresiko mempunyai tujuan untuk menentukan mana yang diprioritaskan. Kemudian nilai dari RPN yang telah dianalisis tadi mempunyai kemungkinan kegagalan yang sama untuk tiap komponen itu sendiri. Hal tersebut bisa diketahui dengan menggunakan persamaan berikut ini, dan juga hasil dari perhitungan nilai RPN akan di tunjukkan pada tabel di bawah ini.

Adapun rumus RPN adalah :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan :

RPN = Risk Priority Number

S = Severity

O = Occurance

D = Detection

Tabel 4. 6 Nilai RPN dari kerusakan

No	Jenis Masalah	Penyebab	Severity	Occurance	Detection	RPN
1	Cooling And Sealing System	Kegagalan perubahan posisi bleed valve	3	2	1	6
2	Lube Oil System	Kekurangan grease	4	5	4	80
3	Control Device Turbine	Putus pada sisi hot junction wheelspace thermocouple	5	3	1	15
4	Ignition System	Short circuit pada cable flexible ignition lead	3	4	4	46
5	Fire Protection System	Terjadi tegangan tembus pada terminasi sistem card controller fire protection micro 1 - EV	2	2	2	8
6	Schematic Load Gear	Terjadi short pada cable sumber	4	2	1	8

		vibration transducer				
7	Main Part Turbin Section	Ketidakseimbangan pembakaran	4	2	2	16
8	Electrical System	Terjadi kerusakan pada isolasi kabel	3	2	3	18
9	Air Inlet & Exhaust system	Kebocoran membran solenoid valve air inlet filter	2	3	2	12
10	Cooling Water System	Winding motor cooling water pump mengalami short pada bagian stator	2	2	4	16
11	Venting And Heating System	Short circuit pada contactor motor turbin compartement	2	2	1	4
12	Low Voltage Distribution Board	Kegagalan switch proteksi thermal overload	5	2	1	10
13	Main Hydraulic System	Setting pressure switch hydraulic supply mengalami ketidaksesuaian	2	2	2	8
14	Torque Converter System	Putaran poros torque converter to accessory gear searah jarum jam (abnormal)	5	3	2	30

15	Control & Instrument System	Card TCDA (TCD1) slot card R status A2 "Not Responding, Warm Start Requested"	5	2	1	10
----	-----------------------------	---	---	---	---	----

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengolahan Data menggunakan Metode FMEA

Faktor yang dapat mempengaruhi prioritas pemeliharaan suatu masalah ditentukan oleh besar nilai RPN yang diperoleh dengan rentang 1 sampai 50. Berdasarkan Tabel diatas, nilai RPN dalam setiap mode kerusakan pada mesin turbin Gas MS6001 memiliki rentang batasan dari 4 sampai dengan 80.

Tabel berikut merupakan Pemilihan kriteria untuk strategi pemeliharaannya adalah sebagai berikut : (Ramadhan, 2021)

Tabel 4. 7 Kriteria Kerusakan (Ramadhan, 2021)

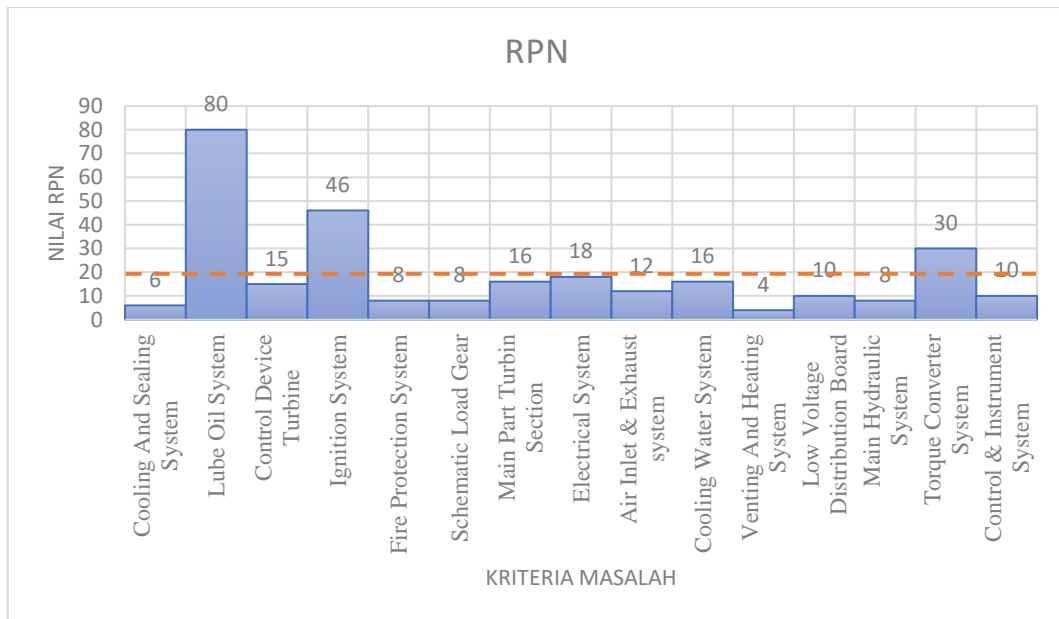
	Metode	Nilai RPN (Risk Priority Number)
1	Predictive maintenance	RPN <80
2	Preventive maintenance	RPN 26 – 45
3	Corrective maintenance	RPN <25

Dari tabel di atas di dapatkan beberapa komponen kerusakan didapatkan strategi perawatan yang sesuai untuk tiap komponen yaitu :

Tabel 4. 8 Strategi Perawatan Yang Akan di Lakukan

No	Jenis Masalah	Penyebab	RPN	Metode Maintenance
1	Cooling And Sealing System	Kegagalan perubahan posisi <i>bleed valve</i>	6	Corrective Maintetnance
2	Lube Oil System	Kekurangan grease	80	Predictive maintenance
3	Control Device Turbine	Putus pada sisi hot <i>junction wheelspace thermocouple</i>	15	Corrective maintenance
4	Ignition System	Short circuit pada cable flexible ignition lead	46	Predictive maintenance

5	Fire Protection System	Terjadi tegangan tembus pada terminasi sistem card controller fire protection micro 1 - EV	8	Corrective Maintetnance
6	Schematic Load Gear	Terjadi short pada cable sumber vibration transducer	8	Corrective Maintetnance
7	Main Part Turbin Section	Ketidakseimbangan pembakaran	16	Corrective maintenance
8	Electrical System	Terjadi kerusakan pada isolasi kabel	18	Corrective Maintetnance
9	Air Inlet & Exhaust system	Kebocoran membran <i>solenoid valve air inlet filter</i>	12	Corrective Maintetnance
10	Cooling Water System	Winding motor cooling water pump mengalami short pada bagian stator	16	Corrective Maintetnance
11	Venting And Heating System	<i>Short circuit pada contactor motor turbin compartement</i>	4	Corrective Maintetnance
12	Low Voltage Distribution Board	Kegagalan switch proteksi thermal <i>overload</i>	10	Corrective Maintetnance
13	Main Hydraulic System	Setting <i>pressure switch hydraulic supply</i> mengalami ketidaksesuaian	8	Corrective Maintetnance
14	Torque Converter System	Putaran poros <i>torque converter to acessory gear</i> searah jarum jam (abnormal)	30	Preventive maintenance
15	Control & Instrument System	Card TCDA (TCD1) slot card R status A2 "Not Responding, Warm Start Requested"	10	Corrective Maintetnance



Gambar 4. 1 Diagram RPN

Dilihat dari tabel di atas, garis batas pada nilai RPN yang sudah dihitung pada gambar di atas, nilai yang ada pada batas tersebut di peroleh dari hasil rata-rata dari data di atas yaitu sebesar 19,13 berdasarkan total jumlah dari nilai RPN. Batas tersebut sekaligus merupakan tolak ukur yang perlu diketahui untuk memprioritaskan komponen yang bermasalah dengan melihat nilai yang melebihi batas tersebut. Nilai rata-rata itu adalah batas agar dapat melakukan pencegahan dan perawatan terhadap komponen mesin turbin gas MS6001, sedangkan berdasarkan pada hasil analisis di gambar di atas juga memperlihatkan komponen' yang mempunyai nilai prioritas dalam perawatan, komponen tersebut adalah Lube oil System (RPN 80%), Ignation System (46%). Torque Converter System (30%).

#### 4.2.2 Diagram Pareto

Tabel 4. 9 Nilai RPN Kumulatif

No	Jenis Masalah	Penyebab	RPN	RPN Kumulatif
1	Lube Oil System	Kekurangan grease	80	80
2	Ignition System	Short circuit pada cable flexible ignition lead	46	126
3	Torque Converter System	Putaran poros torque converter to accessory gear searah jarum jam (abnormal)	30	156
4	Electrical System	Terjadi kerusakan pada isolasi kabel	18	174
5	Main Part Turbin Section	Ketidakseimbangan pembakaran	16	190
6	Cooling Water System	Winding motor cooling water pump mengalami short pada bagian stator	16	206
7	Control Device Turbine	Putus pada sisi hot junction wheelspace thermocouple	15	221
8	Air Inlet & Exhaust system	Kebocoran membran solenoid valve air inlet filter	12	233
9	Low Voltage Distribution Board	Kegagalan switch proteksi thermal overload	10	243
10	Control & Instrument System	Card TCDA (TCD1) slot card R status A2 "Not	10	253



		Responding, Warm Start Requested"		
11	Fire Protection System	Terjadi tegangan tembus pada terminasi sistem card controller fire protection micro 1 - EV	8	261
12	Schematic Load Gear	Terjadi short pada cable sumber vibration transducer	8	269
13	Main Hydraulic System	Setting pressure switch hydraulic supply mengalami ketidaksesuaian	8	277
14	Cooling And Sealing System	Kegagalan perubahan posisi bleed valve	6	283
15	Venting And Heating System	Short circuit pada contactor motor turbin compartement	4	287

Adapun cara menghitung RPN kumulatif adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lube Oil System} &= \text{RPN 1} \\ &= 80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ignition system} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} \\ &= 80+46 \\ &= 126 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Torque Converter} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} \\ &= 80+46+30 \\ &= 156 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Electical System} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} \\ &= 80+46+30+18 \\ &= 174 \end{aligned}$$

$$\text{Main Part Turbin Section} = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} +$$

$$\begin{aligned}
& \text{RPN 5} \\
& = 80+46+30+18+16 \\
& = 190 \\
\text{Cooling Water System} & = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
& \text{RPN 5} + \text{RPN 6} \\
& = 80+46+30+18+16=16 \\
& = 206 \\
\text{Control Device Turbine} & = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
& \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} \\
& = 80+46+30+18+16+16+15 \\
& = 221 \\
\text{Air Inlet \& Exhaust system} & = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
& \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} \\
& = 80+46+30+18+16+16+15+12 \\
& = 233 \\
\text{Low Voltage Distribution Board} & = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
& \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} + \\
& \text{RPN 9} \\
& = 80+46+30+18+16+16+15+12+10 \\
& = 243 \\
\text{Control \& Instrument System} & = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
& \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} + \\
& \text{RPN 9} + \text{RPN 10} \\
& = 80+46+30+18+16+16+15+12+10+10 \\
& = 253 \\
\text{Fire Protection System} & = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
& \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} + \\
& \text{RPN 9} + \text{RPN 10} + \text{RPN 11} \\
& = 80+46+30+18+16+16+15+12+10+10+8 \\
& = 261 \\
\text{Schematic Load Gear} & = \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
& \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} + \\
& \text{RPN 9} + \text{RPN 10} + \text{RPN 11} + \text{RPN 12}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 80+46+30+18+16+16+15+12+10+10+8+8 \\
&= 269 \\
\text{Main Hydraulic System} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
&\quad \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} + \\
&\quad \text{RPN 9} + \text{RPN 10} + \text{RPN 11} + \text{RPN 12} + \text{RPN 13} \\
&= 80+46+30+18+16+16+15+12+10+10+8+8+8 \\
&= 277
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Cooling And Sealing System} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
&\quad \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} + \\
&\quad \text{RPN 9} + \text{RPN 10} + \text{RPN 11} + \text{RPN 12} + \text{RPN 13} + \\
&\quad \text{RPN 14} \\
&= 80+46+30+18+16+16+15+12+10+10+8+8+8+6 \\
&= 283
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Venting And Heating System} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} + \\
&\quad \text{RPN 5} + \text{RPN 6} + \text{RPN 7} + \text{RPN 8} + \\
&\quad \text{RPN 9} + \text{RPN 10} + \text{RPN 11} + \text{RPN 12} + \text{RPN 13} + \\
&\quad \text{RPN 14} + \text{RPN 15} \\
&= 80+46+30+18+16+16+15+12+10+10+8+8+8+6+4 \\
&= 287
\end{aligned}$$

#### Perhitungan Persentase Frekuensi

$$\text{Rumus} = \frac{\text{RPN}}{\text{Total Kumulatif Terbesar}} \times 100\%$$

$$\text{Lube Oil System} \quad \frac{80}{287} \times 100\% = 27,9\%$$

$$\text{Ignition System} \quad \frac{46}{287} \times 100\% = 16,0\%$$

Torque Converter System	$\frac{30}{287}$	X 100% = 10,5%
Electrical System	$\frac{18}{287}$	X 100% = 6,3%
Main Part Turbin Section	$\frac{16}{287}$	X 100% = 5,6%
Cooling Water System	$\frac{16}{287}$	X 100% = 5,6%
Control Device Turbine	$\frac{15}{287}$	X 100% = 5,2%
Air Inlet & Exhaust system	$\frac{12}{287}$	X 100% = 4,2%
Low Voltage Distribution Board	$\frac{10}{287}$	X 100% = 3,5%
Control & Instrument System	$\frac{10}{287}$	X 100% = 3,5%
Fire Protection System	$\frac{8}{287}$	X 100% = 2,8%

Schematic Load Gear	$\frac{8}{287}$	X 100% = 2,8%
Main Hydraulic System	$\frac{8}{287}$	X 100% = 2,8%
Cooling And Sealing System	$\frac{6}{287}$	X 100% = 2,1%
Venting And Heating System	$\frac{4}{287}$	X 100% = 1,4%

Persentase Kumulatifnya adalah sebagai berikut :

Lube Oil System	= PK 1	= 27,9%
Ignition System	= PK 1+PK 2	= 27,9%+16,0%
		= 43,9%
Torque Converter System	= PK 1+PK 2+PK 3	= 27,9%+16,0%+10,5%
		= 54,4
Electrical System	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%
		= 60,6%
Main Part Turbin Section	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%+5,6%
		= 66,2%
Cooling Water System	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6	

	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%+5,6%+5,6%
	= 71,8%
Control Device	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7
Turbine	
	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%+5,6%+5,6%+5,2%
	77,0%%
Air Inlet & Exhaust system	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK 8
	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%+5,6%+5,6%+5,2%
	+4,2%
	81,2%
Low Voltage Distribution Board	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK 8+PK 9
	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%+5,6%+5,6%+5,2%
	+4,2%+3,5%
	84,7%
Control & Instrument System	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK 8+PK 9+PK 10
	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%+5,6%+5,6%+5,2%
	+4,2%+3,5%+3,5%
	= 88,2%
Fire Protection System	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK 8+PK 9+PK 10
	= 27,9%+16,0%+10,5%+6,3%+5,6%+5,6%+5,2%
	+4,2%+3,5%+3,5%+2,8%
	= 90,9%
Schematic Load Gear	= PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK 8+PK 9+PK 10

$$\begin{aligned}
&= 27,9\%+16,0\%+10,5\%+6,3\%+5,6\%+5,6\%+5,2\% \\
&\quad +4,2\%+3,5\%+3,5\%+2,8\%+2,8\% \\
&= 93,7\% \\
\text{Main Hydraulic System} &= \text{PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK} \\
&\quad \text{8+PK 9+PK 10} \\
&= 27,9\%+16,0\%+10,5\%+6,3\%+5,6\%+5,6\%+5,2\% \\
&\quad +4,2\%+3,5\%+3,5\%+2,8\%+2,8\%+2,8\% \\
&= 96,5\% \\
\text{Cooling And Sealing System} &= \text{PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK} \\
&\quad \text{8+PK 9+PK 10} \\
&= 27,9\%+16,0\%+10,5\%+6,3\%+5,6\%+5,6\%+5,2\% \\
&\quad +4,2\%+3,5\%+3,5\%+2,8\%+2,8\%+2,8\%+2,1\% \\
&= 98,6\% \\
\text{Venting And Heating System} &= \text{PK 1+PK 2+PK 3+PK 4+PK 5+PK 6+ PK 7+PK} \\
&\quad \text{8+PK 9+PK 10} \\
&= 27,9\%+16,0\%+10,5\%+6,3\%+5,6\%+5,6\%+5,2\% \\
&\quad +4,2\%+3,5\%+3,5\%+2,8\%+2,8\%+2,8\%+2,1\%+1,4\% \\
&= 100,0\%
\end{aligned}$$

Berdasarkan data diatas, maka dapat di tuliskan sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Nilai Persen kumulatif

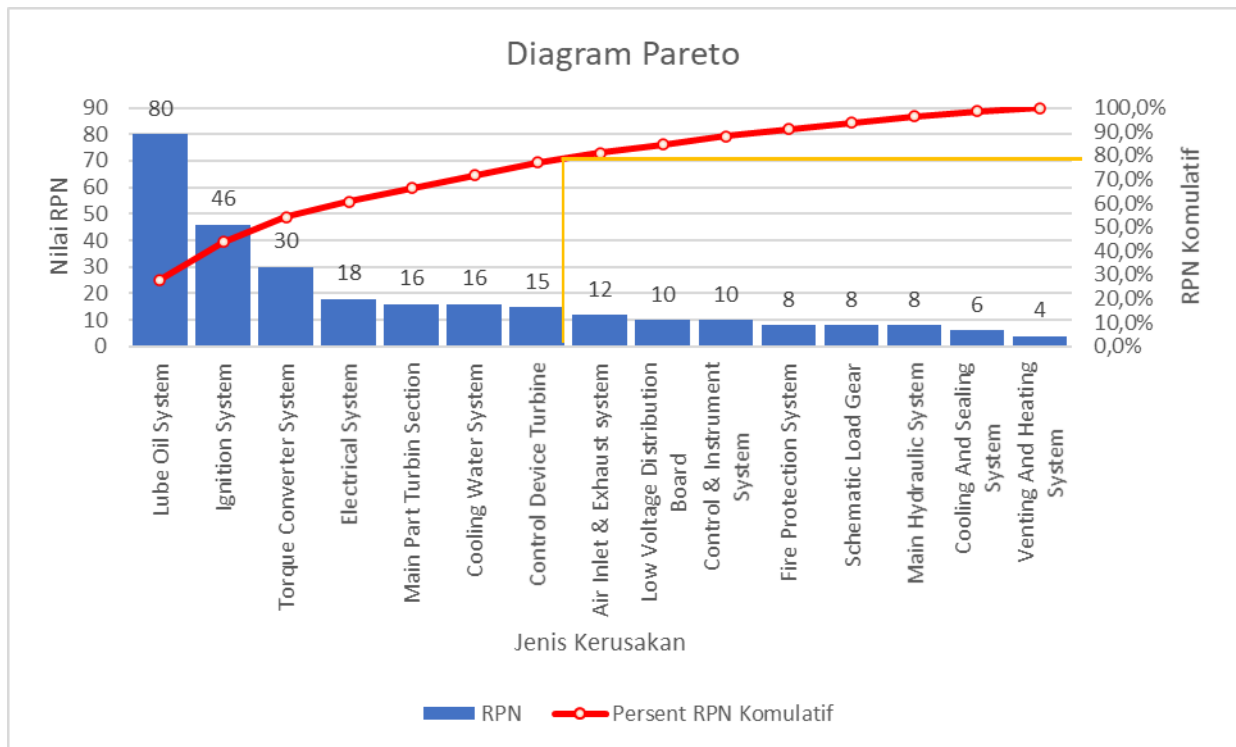
Kelompok Kerusakan	RPN	RPN Kumulatif	Persent	Persen Kumulatif
Lube Oil System	80	80	27,9%	27,9%
Ignition System	46	126	16,0%	43,9%
Torque Converter System	30	156	10,5%	54,4%

Electrical System	18	174	6,3%	60,6%
Main Part Turbin Section	16	190	5,6%	66,2%
Cooling Water System	16	206	5,6%	71,8%
Control Device Turbine	15	221	5,2%	77,0%
Air Inlet & Exhaust system	12	233	4,2%	81,2%
Low Voltage Distribution Board	10	243	3,5%	84,7%
Control & Instrument System	10	253	3,5%	88,2%
Fire Protection System	8	261	2,8%	90,9%
Schematic Load Gear	8	269	2,8%	93,7%
Main Hydraulic System	8	277	2,8%	96,5%
Cooling And Sealing System	6	283	2,1%	98,6%
Venting And Heating System	4	287	1,4%	100,0%
<b>Jumlah</b>	<b>287</b>		<b>100,0%</b>	

Dengan menggunakan diagram pareto maka dapat diketahui jenis kerusakan pada mesin Turbin Gas MS6001. Diagram pareto juga memiliki prinsip yaitu 80/20, dimana 20% jenis kerusakan merupakan 80% dari penyebab kerusakan dari keseluruhan turbin gas MS6001. (Krisnaningsih,dkk. 2021). Dengan itu dapat di asumsikan bahwa 80% masalah utama kerusakan pada mesin turbin gas MS6001 di sebabkan oleh 20% kerusakan komponen lainnya. Komponen yang masuk dalam 80% tersebut yaitu Lube Oil System (27,9%), Ignition System (16,0%), Torque Converter System(10,5%), Electrical System (6,3%), Main Part Turbin Section (5,6%), Cooling Water System (5,6%), Control Device Turbine (5,2%), Kerusakan pada ketujuh komponen tersebut direkomendasikan untuk diprioritaskan dalam perawatan dan perbaikan jika mengalami gangguan. Dengan kata lain jika komponen yang termasuk dalam 80% tersebut di prioritaskan perawatan dan perbaikannya maka akan semakin



naik juga kualitas dari mesin turbin gas MS6001. Diagram pareto akan di ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Tabel 4. 11 Diagram Pareto

Setelah melihat Grafik diatas diperlukan penanganan pada komponen lube Oil System, Ignition System Torque Converter System, Electrical System, Main Part Turbin Section, Cooling Water System, Control Device Turbine, lantaran memiliki nilai RPN diambang batas dan posisi kritis yang harus diprioritaskan perawatan dan perbaikannya di diagram Pareto. Setelah mengetahui komponen mana yang perlu diprioritaskan maka upaya perawatan / perbaikan pada masing-masing komponen yaitu:

1. Lube Oil System

- Melakukan pengujian nilai vibrasi
- Melakukan pemantauan noise pada motor dan pompa
- Disassembly fan motor generator bearing evacuator pump
- Reassembly fan motor generator bearing evacuator pamp
- Aligment

2. Ignition System
  - Melakukan disassembly flexible ignition lead No.10
  - Membuat laporan gangguan
  - Membuat surat permintaan pengadaan
  - Pemasangan cable flexible ignition lead
  - Pengujian ignition system
3. Torque Converter System
  - Melakukan pembebasan udara piping ratcheting system
  - Melakukan pemeriksaan solenoid clutch dan limit switch hydraulic ratchet
  - Melakukan kesesuaian sequencing logic ratcheting system
  - Melakukan pembongkaran hydraulic mechanism
  - Melakukan pemeriksaan freewheel roller ball bearing,ring piston,liner housing,dan piston hydraulic mechanism
  - Melakukan penggantian freewheel roller ball bearing,ring piston,liner housing,dan piston hydraulic mechanism
  - Melakukan crank hydraulic ratchet
  - Melakukan cooldown on auxiliary control untuk menggerakkan hydraulic ratchet secara auto
4. Electrical System
  - Melakukan pengujian tahanan isolasi kabel bay trafo
  - Melakukan pengujian HV test kabel bay trafo phase
  - Melakukan penggantian kabel bay trafo
  - Melakukan pengujian tahanan isolasi kabel bay trafo
  - Melakukan pengujian HIPOT Test (tegangan tinggi)
  - Backfeeding 1 x 24 jam
  - Pengujian operasi mesin
5. Main Part Turbin Section
  - Melakukan monitoring tekan flowdivider
  - Melakukan kalibrasi dan pemeriksaan fuel oil check valve
  - Melakukan pemeriksaan dan pembersihan fuel oil nozzle
6. Cooling Water System
  - Melakukan pengukuran nilai tahanan isolasi winding
  - Membuat permintaan rewinding motor
  - Disassembly motor cooling water

- Proses rewinding motor
  - Reassembly motor dan alignment
  - Pengujian dan pengambilan data
7. Control Device Turbine
- Melakukan pembongkaran pada L33CB10 dan L33CB20
  - Melakukan re-wiring cable limit switch L33CB10 dan L33CB20
  - Melakukan pengujian inject tekanan compressor bleed valve dengan pengiriman signal langsung menuju HMI (Human Mechine Interface)

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan dari Analisis kerusakan mesin turbin Gas MS6001 diatas dapat di simpulkan bahwa

1. Jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin gas MS6001 adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 1 Jenis-jenis kerusakan

No	Jenis kerusakan	Penyebab
1	Cooling And Sealing System	Kegagalan perubahan posisi <i>bleed valve</i>
2	Lube Oil System	Kekurangan grease
3	Control Device Turbine	Putus pada sisi hot <i>junction wheelspace thermocouple</i>
4	Ignition System	Short circuit pada cable <i>flexible ignition lead</i>
5	Fire Protection System	Terjadi tegangan tembus pada terminasi sistem card controller fire protection micro 1 - EV
6	Schematic Load Gear	Terjadi short pada cable sumber vibration transducer
7	Main Part Turbin Section	Ketidakeimbangan pembakaran
8	Electrical System	Terjadi kerusakan pada isolasi kabel
9	Air Inlet & Exhaust system	Kebocoran membran <i>solenoid valve air inlet filter</i>
10	Cooling Water System	Winding motor <i>cooling water pump</i> mengalami short pada bagian stator
11	Venting And Heating System	<i>Short circuit pada contactor motor turbin compartement</i>
12	Low Voltage Distribution Board	Kegagalan <i>switch</i> proteksi thermal <i>overload</i>
13	Main Hydraulic System	Setting <i>pressure switch hydraulic supply</i> mengalami ketidaksesuaian
14	Torque Converter System	Putaran poros <i>torque converter to accessory gear</i> searah jarum jam (abnormal)
15	Control & Instrument System	<i>Card TCDA (TCD1) slot card R status A2 "Not Responding, Warm Start Requested"</i>

2. Bagian – Bagian yang paling sering rusak pada mesin turbin Gas

Tabel 5. 2 Bagian yang paling sering rusak

No	Jenis Kerusakan	Jumlah kerusakan
1	Ignation System	4 kali
2	Cooling and Sealing System	3 Kali
3	Main Part turbin selection	3 kali
4	Cooling water system	2 kali
5	Control Device	2 kali
6	Electric System	2 kali

3. Analisis Kerusakan pada mesin turbin gas MS6001 menggunakan metode FMEA

Berdasarkan data yang sudah dikelola diatas dapat disimpulkan yaitu sebanyak tujuh komponen yang memiliki tingkat kerusakan yang paling besar yaitu Lube Oil System (27,9%), Ignition System (16,0%), Torgue Converter System(10,5%), Electrical System (6,3%), Main Part Turbin Section (5,6%), Cooling Water System (5,6%), Control Device Turbine (5,2%),

Kerusakan pada Kesembilan komponen tersebut direkomendasikan untuk diprioritaskan dalam perawatan dan perbaikan jika mengalami gangguan. Degan kata lain jika komponen yang termasuk dalam 80% tersebut di prioritaskan perawatan dan perbaikannya maka akan semakin naik juga kualitas dari mesin turbin gas MS6001.

## 5.2 Saran

Di bawah ini adalah beberapa saran untuk pertimbangan perbaikan dan pengembangan sistem untuk meningkatkan kinerja bisnis manajemen perawatan mesin dan tetap bekerja dengan baik.

1. Melakukan perawatan berkala ( Preventive maintenance) pada bagian turbin gas sesuai dengan rencana perawatan preventif yang diusulkan, dengan tujuan untuk mengurangi kegagalan mesin yang dapat menghentikan atau menunda kegiatan produksi.

2. Disarankan untuk melakukan perawatan pada mesin turbin secara tepat waktu dan menghindari keterlambatan perawatan sesuai dengan rencana. Hal ini dapat merusak atau menurunkan kualitas turbin dan membutuhkan waktu lama untuk diperbaiki.
3. Untuk mencapai keandalan standar, perlu menggunakan suku cadang merek yang memiliki reputasi ketahanan dan keandalan, dan untuk memastikan bahwa suku cadang tersebut dapat digunakan untuk waktu yang lama.
4. Sistem informasi perencanaan ini berjalan dengan lancar apabila didukung oleh disiplin kerja sumber daya manusia, dalam hal ini berkaitan dengan semua pihak yang bertanggung jawab pada mesin turbin gas MS6001.

## DAFTAR PUSTAKA

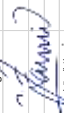

- Assauri, Sofyan. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Badariah, N. Surjasa, D. dan Trinugraha, Y. (2012). Analisa Supply Chain Risk Management Berdasarkan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik Industri Universitas Trisakti*. 1(2), 110-118.
- Bauer, Hans H., and Sauer, Nicola E., 2006, Investigating the Relationship Between Product Involvement and Consumer Decision Making Styles, *Journal of Consumer Behaviour*, Vol. 5
- Besterfield, Dale H. 2001. *Total Quality Management*. Edisi 6. New Jersey: Prentice-Hall
- Idham, Ibnu. 2014. *Failure Modes And Effect Analysis*. Politeknik Negeri Bandung
- Marsudi Djiteng, *Pembangkitan Energi Listrik* (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2011), Hal.13-114.
- Marsudi, djiteng. 2005. *Pembangkit Energi Listrik*. Erlangga. Jakarta.
- Muhamad Ikhsan Ramadhan, Dkk. 2021. *Analisis Kerusakan Mesin Ahu Menggunakan Pendekatan Metode Failure Mode And Effect Analysis*. Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat.
- Octavia&Lily. (2010). *Aplikasi Metode Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) Untuk pengendalian kualitas pada proses Heat Treatment PT. Mitsuba Indonesia*. In L. Skripsi. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Sunarto. 1997. *Pemuliaan Tanaman*. Semarang. IKIP Semarang Press. 53 hal.
- Suyitno. *Pembangkit Energi Listrik*. Rineka Cipta, Jakarta. 2011.
- Syahrir, Habibah Muhammad. 2006. *Combine Cyle Turbin Power Plant*.
- Tampubolon, Dr. Manahan P., 2004, *Manajemen Operasional (Operation Management)*, Ghalia Indonesia, Jakarta.

## **LAMPIRAN**

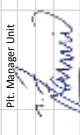



# Lampiran 1

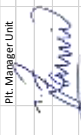

## Data Penelitian Bulan Januari

No.	PPE PAN (PERSERO) UKL SOLARWESI DEK K TELLO UPTL - PLEGU TELLO					PEMEIHARAAN					Unit Layanan Periode		PIC	Status	OUTAGE																			
	SR	WO	ASSET NUMBER	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIKASI GANGGUAN	ANALISA PENYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PENANGGULANGAN	MATERIAL RUSAK	TANGGAL SELESAI				Waktu Pengerjaan	End																	
																Start																		
1	SR.000/SV/OP/ULR/TG/2022	WO.001/CM/HAW/UPTG/2022	12120001MBH906001	10 Januari 2022	10.46 Wita	GEF#	Cooling And Sealing System	Compressor bleed valve position trouble	Kegagalan perubahan posisi bleed valve dari posisi open ke posisi close yang disebabkan terjadi korosi pada cover penutup penerang piston penggerak, sehingga tekanan udara kompres tidak mampu mencapai tekanan normal, dan mengakibatkan perubahan posisi bleed valve	1. Melakukan disassembly compressor bleed valve 2. Melakukan inspeksi korosi pada cover penutup penerang piston penggerak 3. Pembersihan pelumas pada piston penggerak dan penyempitan cairan korosi (WD40) 4. Reassembly compressor bleed valve 5. Uji fungsi kerja compressor bleed valve		11 Januari 2022	09.30 Wita	11.45 Wita	Zeqki D	Close	FREE																	
<p>* Keterangan :</p> <p>1. Ratio Work Order Status WO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>GEF#</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>135</td> <td>2.25</td> </tr> <tr> <td>- Free Outage</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>- EFOR</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>- NGH</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>135</td> <td>2.25</td> </tr> </tbody> </table> <p>Menyetujui PIL Managga/Unit  Achmad Fadhill</p>																	GEF#	Time (Minute)	Time (Hours)	0	135	2.25	- Free Outage	0	0	- EFOR	0	0	- NGH	0	0	Total	135	2.25
GEF#	Time (Minute)	Time (Hours)																																
0	135	2.25																																
- Free Outage	0	0																																
- EFOR	0	0																																
- NGH	0	0																																
Total	135	2.25																																
<p>Makassar, 31 Januari 2022 Menggetahui, Spv. Pemeliharaan  Zeqki D</p>																																		

## Data Penelitian Bulan Februari

No.		PT. PLM (PERSERO) UKL SELAMETI UPDK TELLO UPL - PLS / TELLO				PEMULHARAAN					Unit Layanan Periode																																			
		SR	WO	ASSET NUMBER	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIKASI GANGGUAN	ANALISA PENYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PEMANGGULANGAN	MATERIAL RUSAK	TANGGAL SELESAI	Waktu Pengiriman Start	Waktu Pengiriman End	PIC	Situs	OUTAGE																												
1	SR.002/SR/09/UPTG/2022	WO.002/CMY/HK/UPTG/2022	12120201MBV6GCH001	22 Februari 2022	23-46 Wita	GE#1	Lube Oil System	Suara kebisingan/berisik di sisi pompa evacuator bearing	Kekurangan grease pada bearing sisi oli pompa yang disebabkan oleh pemakaian oli yang kurang dan material bearing yang sudah tua sehingga terjadi hambatan gesekan yang menimbulkan suara yang tinggi	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pengujian nilai vibrasi motor dan pompa</li> <li>Melakukan pemantauan noise pada motor dan pompa</li> <li>Disassemble motor dan pompa</li> <li>Reassemble fan motor Generator Bearing Evacuator Pump</li> <li>Alignment</li> <li>Pengeujian</li> </ol>	Bearing s/d DE	23 Februari 2022	09:30 Wita	18:00 Wita	Zaki, D	Close	FREE																													
<p>* Keterangan :</p> <p>1. Ratio Work Order Status WO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>GE#1</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>510</td> <td>8,5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>510</td> <td>8,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Outage Pemeliharaan</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>GE#1</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total Waktu Pemeliharaan</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>																	GE#1	Time (Minute)	Time (Hours)	0	510	8,5	1	0	0	1	0	0	Total	510	8,5	GE#1	Time (Minute)	Time (Hours)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	Total Waktu Pemeliharaan	0	0
GE#1	Time (Minute)	Time (Hours)																																												
0	510	8,5																																												
1	0	0																																												
1	0	0																																												
Total	510	8,5																																												
GE#1	Time (Minute)	Time (Hours)																																												
0	0	0																																												
1	0	0																																												
1	0	0																																												
Total Waktu Pemeliharaan	0	0																																												
<p>Menyetujui                  Ptl. Manager Unit                    Achmad Fadhill</p> <p style="text-align: right;">Makassar, 28 Februari 2022                  Mengetahui,                  Spv. Pemeliharaan                    Zaki Hestian</p>																																														

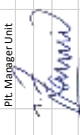

## Data Penelitian Bulan Maret

PEMEHARAAN																	
PENGUMUMAN					PENGUMUMAN												
No.	SR	WO	ASSET NUMBER	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIASI GANGGUAN	ANALISA PENYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PENANGGULANGAN	MATERIAL RUSAK	TAMGGALESESAI	Unit Layanan		PIC	Status	OUTAGE
													Periode	Waktu Pengiriman			
PT. PLN (PERSERO) Tbk. SULLAWESI DPEK TELLO UPLUG TELLO - PULUG TELLO																	
UPLUG TELLO Periode : Maret 2022 Waktu Pengiriman : 09.00 Wita																	
1	SR.005/SR/OP/UPLUG/2022	WO.005/CW/HAR/UPLUG/2022	12120201MBH605X001	02 Maret 2022	10.31 Wita	GEF1	Cooling And Sealing Air System	Compressor bleed valve position trouble	Kegagalan pengiriman signal input menuju HMI yang disebabkan terjadi kondisi abnormal pada micro switch L33C3D0 dan L33C3D2	- Melakukan pembongkaran pada microswitch L33C3D0 dan L33C3D2 - Melakukan re-wiring cable limit switch L33C3D0 dan L33C3D2 - Melakukan pengujian injekt tekanan pemrosesan - Mengirimkan signal langsung menuju HMI	Wiring cable	04 Maret 2022	09.40 Wita	11.00 Wita	Zaqki, D	Close	FREE
2	SR.004/SR/OP/UPLUG/2022	WO.004/CW/HAR/UPLUG/2022	12120201BVA1007001	10 Maret 2022	19.20 Wita	GEF1	Control Device Turbine	Wheel space thermocouple high	Putus pada sistem junction wheel space thermocouple yang disebabkan pengelasan pada logam karena life time material	- Melakukan pemeriksaan kondisi thermocouple - Melakukan jumper wheel space thermocouple yang putus dengan yang standby (signal name TW5SF11 ke TW5SF12) - Membuat permintaan pengadaan wheel space thermocouple	Wheel space thermocouple	-	-	-	Zaqki, D	Open	FREE
3	SR.005/SR/OP/UPLUG/2022	WO.005/CW/HAR/UPLUG/2022	12120201ERYDGH001	24 Maret 2022	09.50 Wita	GEF1	Ignition System	Igniter/Sparkplug ruang bakar nomor 1 tidak bekerja	Short circuit pada cable flexible ignition lead yang disebabkan terjadi kerusakan isolasi cable	1. Melakukan disassembly flexible ignition lead No. 10 2. Membuat laporan gangguan 3. Membuat surat permintaan pengadaan 4. Pemasangan cable flexible ignition lead 5. Pengujian ignition system	Cable Flexible Ignition lead	-	-	-	Zaqki, D	Open	FREE
* Keterangan : 1. Ratio Work Order Status WO 2      Open 1      Close 3      Total Total Waktu Pemeliharaan 100      1,66666667 0 0 0 0 100      1,66666667																	
Menyetujui P.T. Manager Unit  Achmad Fachil																	
Makassar, 31 Maret 2022 Mengetahui, Spv. Pemeliharaan  Zaqki Mestian																	


## Data Penelitian Bulan April

PEMEUHAN																																																																															
PT. PAN (PERSERO) UTIL SULAWESI UPDR TELLO UPPL - PTSPU TELLO					UNIT LAYANAN : LUPUTG TELLO Periode : April 2022 Waktu Pengiriman : 09:00 WIB																																																																										
No.	SR	WO	ASSET NUMBER	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIKASI GANGGUAN	ANALISA PENYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PEMANGGULANGAN	MATERIAL RUSUK	TANGGAL SELSAI	PIC	Status	OUTAGE																																																																
<p>* Keterangan :</p> <p>1. Peristiwa Order Status WO</p> <p>2. Outage Pemeliharaan</p> <p>3. Peristiwa Order Status WO</p>																																																																															
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3"></th> <th colspan="3">GFR</th> <th colspan="3">GFR</th> <th colspan="3">GFR</th> </tr> <tr> <th colspan="3"></th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Open</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Close</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																			GFR			GFR			GFR						Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)	Open	0		0		0		0		0		0		Close	0		0		0		0		0		0		Total	0		0		0		0		0		0	
			GFR			GFR			GFR																																																																						
			Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)	Time (Minute)	Time (Hours)																																																																			
Open	0		0		0		0		0		0																																																																				
Close	0		0		0		0		0		0																																																																				
Total	0		0		0		0		0		0																																																																				
<p>Menyetujui PL. Manager Unit</p> <p style="text-align: right;"><i>(Signature)</i> Achmad Fadhil</p>																																																																															
<p>Mekassar, 30 April 2022 Mengetahui, Spv. Pemeliharaan <i>(Signature)</i> Zuhri Bastian</p>																																																																															

## Data Penelitian Bulan Mei

PEMBUHARAAN																																								
UNIT LAYANAN					UNIT LAYANAN																																			
UPK TULLO					UPK TULLO																																			
PERIODE					PERIODE																																			
: Mei 2022					: Mei 2022																																			
WAKTU PENGERJAAN					WAKTU PENGERJAAN																																			
: 08.00 Wita					: 08.00 Wita																																			
No.	SR	WO	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIKASI GANGGUAN	ANALISA PENYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PERANGKULANGAN	MATERIAL RUSAK	TANGGAL SELESAI	Start	End	PIC	Status	OUTAGE																								
1	SR.006/SR/07/UPK/2022	WO.006/CM/HN/UPK/2022	05 Mei 2022	15.54 Wita	GEFI	Fire Protection System	- Alarm Fire - Pre fire Alarm - Fire Protection trouble	Terjadi tegangan tembak pada fire protection card controller terminasi sistem card controller fire protection micro 1 - EV. Sehingga output tegangan fire protection panel untuk supply coil connector 457TX1 yang dijadikan sebagai input signal alarm fire protection system pada mesin generator electric unit 2 bekerja.	- Melakukan troubleshooting penyebab dari gangguan yang mengakibatkan error not card controller - Melakukan penelusuran penyebab masalah tembaknya tegangan sampai ke coil connector input signal speedronic MK-V - Melakukan pelepasan wiring output terminal wiring cable card controller micro 1 - EV fire protection panel yang mengalami masalah. - Melakukan reset pada alarm display-HMI - Melakukan penggantian po card fire protection system micro 1 - EV	card controller fire protection micro 1 - EV	10 Mei 2022	10.00 Wita	12.00 Wita	Ahmad	Close	FREE																								
2	SR.007/SR/07/UPK/2022	WO.007/CM/HN/UPK/2022	09 Mei 2022	08.15 Wita	GEFI	Schematic Lead Gear	Vibration transducer fault	Terjadi short pada cable sumber vibration transducer, karena isolasi cable control mengalami kegetasan	1. Pembongkaran cover sekat shaft penutup 2. Pembongkaran cover shaft turbin - Load gear 3. Pemeriksaan kondisi transducer titik D 4. Melakukan penukaran transducer titik D 5. Melakukan pemeriksaan cable control supply transducer pada junction box 6. Melakukan isolasi kabel control supply yang mengalami kerusakan pada isolasi cable 7. Pemasangan vibration transducer titik D dan titik G 8. Pemasangan cover sekat shaft turbin - Load gear 9. Pemasangan cover sekat shaft penutup 10. Final inspect pembuangan vibration transducer pada HMI dan area load gear	Cable control	09 Mei 2022	10.00 Wita	12.30 Wita	Asmar A	Close	FREE																								
<p>* Keterangan :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">1. Ratio Work Order</th> <th colspan="2">2. Outage Pemeliharaan</th> </tr> <tr> <th>Status WO</th> <th>Total</th> <th>Time (Minute)</th> <th>Time (Hours)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Open</td> <td>0</td> <td>120</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Close</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total Waktu Pemeliharaan</td> <td>120</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>																	1. Ratio Work Order		2. Outage Pemeliharaan		Status WO	Total	Time (Minute)	Time (Hours)	Open	0	120	2	Close	2	0	0	Total	2	0	0	Total Waktu Pemeliharaan		120	2
1. Ratio Work Order		2. Outage Pemeliharaan																																						
Status WO	Total	Time (Minute)	Time (Hours)																																					
Open	0	120	2																																					
Close	2	0	0																																					
Total	2	0	0																																					
Total Waktu Pemeliharaan		120	2																																					
<p>Menyetujui                  PTL Magagat Unit                    Achmad Fadhi</p>																																								
<p>Makassar, 31 Mei 2022                  Mengetahui,                  Spv. Pemeliharaan                    Zeqik Iksian</p>																																								

## Data Penelitian Bulan Agustus

PEMELIHARAAN																		
PT. PLN (PERSERO) UTEL. SULAWESI					UPLIG TELLO													
UPDK TELLO					: Agustus 2022													
UPLIG TELLO					: 09:00 Wita													
No.	SR	WO	ASSET NUMBER	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIKASI GANGGUAN	ANALISA PRINYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PENANGGULANGAN	MATERIAL RUSAK	TANGGAL SELESAI	Unit Layanan Periode		PIC	Status	OUTAGE	
													Waktu Pengiriman	End				
1	SR.005/SR/OP/UPLIG/2022	WO.005/CM/HAV/UPLIG/2022	12120201E RV.10GH001	24 Maret 2022	09:50 Wita	GEF1	Ignition System	Igniter/spanduk ruang bakar nomor 20 tidak bekerja	Short circuit pada cable flexible ignition lead yang disebabkan terjadi korsleting isolasi cable	1. Melakukan disassembly flexible ignition lead No. 10 2. Membuat laporan gangguan 3. Membuat surat permintaan pengadaan 4. Pemasangan cable flexible ignition lead 5. Pengujian ignition system	Cable Flexible Ignition Lead	08 Agustus 2022	14.00	15.30	Zaki, D	Close	FREE	
													<p style="text-align: center;">* Keterangan :</p> <p>1. Ratio Work Order Status WO</p> <p>2. Free Outage - EFOR - MDH</p> <p>Total Waktu Pemeliharaan</p>		<p style="text-align: center;">GEF2</p> <p>Time (Minute)</p> <p>90</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>90</p>		<p style="text-align: center;">Time (Hours)</p> <p>1.5</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>1.5</p>	
													<p style="text-align: center;">Makassar, 31 Agustus 2022</p> <p>Mengetahui,</p> <p>Spy. Pemeliharaan</p>		 <p style="text-align: center;">Achmad Fodhil</p>			

## Data Penelitian Bulan September

PEREMBAHAN																					
No.	SR	WO	ASSET NUMBER	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIKASI GANGGUAN	ANALISA PENYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PENANGGULANGAN	MATERIAL RUSAK	TANGGAL SELESAI	Waktu Penelitian		PIC	Status	OUTAGE				
													Start	End							
1	SR.0085/SV/OP/UPTG/2022	WO.08/CM/HAR/ULPTG/2022	122202018R0265R001	18 September 2022	21.50 Wita	GEFI	Ignition System	Tidak terdapat tegangan output converter DC to DC	Terjadi kerusakan pada komponen elektronika converter DC to DC yang disebabkan kelelahan material	Melakukan penggantian converter DC to DC dan melakukan uji fungsi dengan melakukan jogging device start	Converter DC to DC	19 September 2022	09.00	09.30	Zaqki, D	Close	FREE				
2	SR.0095/SV/OP/UPTG/2022	WO.09/CM/HAR/ULPTG/2022	12220201MB110H4001	21 September 2022	17.10 Wita	GEFI	Main Part Turbin Section	Exhaust spread 1 high	Ketidakseimbangan pemakanan yang disebabkan tekanan flowdivider menuju ruang bakar no. 7 dan 8 mengalami deviasi pemukaan sekitar 30-50 dan selanjutnya mengalami thermocouple no. 6 mengalami penurunan dengan deviasi sekitar 200 °C diuji pemasaan exhaust thermocouple lainnya	- Melakukan monitoring tekanan flowdivider - Melakukan kalibrasi dan pemeriksaan fuel oil check valve no. 7 dan 8 - Melakukan pemeriksaan dan pembersihan fuel oil nozzle no. 7 dan 8	-	22 September 2022	09.00	12.33	Zaqki, D	Close	MOH				
3	SR.0105/SV/OP/UPTG/2022	WO.00/CM/HAR/ULPTG/2022	122202018BAT10GT001	24 September 2022	18.15 Wita	GEFI	Electrical System	Over Current Active dan Bus Protection Active	Terjadi kerusakan pada isolasi kabel XPE 1 x 240 mm pada phase R yang disebabkan tidak terdapat isolasi SV yang berujung untuk pemasaan busbar. Akibatnya terjadi lonjakan tegangan sesaat	- Melakukan pengegangan isolasi bahan isolasi kabel bay trafo - Melakukan pengujian HIHOT Test - Backfeeding 1 x 24 Jam - Pengujian operasi mesin	Kabel Bay Trafo Phase R				Zaqki, D	Open	FOH				
* Keterangan :													GEFI		Time (Hours)		Time (Minute)		Time (Hours)		
1. Ratio Work Order													0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Status WO													6.02	101.7	0	0	0	0	0	0	0
3. Total													3213	53.95	0	0	0	0	0	0	0
Total Waktu Pemeliharaan													9315	155.25	0	0	0	0	0	0	
Menyetujui PIC Pengoperan Unit													Malesar, 30 September 2022		Mengantahu, Spv Pemeliharaan		Zaqki Mestian				

# Data Penelitian Bulan Oktober

No.		PEMBIHARAN				PEMERIKSAAN				UNIT LAYANAN		WAKTU PENGELOMPOKAN		WAKTU PENGELOMPOKAN		Status	OUTAGE
		SR	WO	ASSET NUMBER	TANGGAL GANGGUAN	WAKTU GANGGUAN	UNIT	SUB SISTEM	INDIKASI GANGGUAN	ANALISA PENYEBAB GANGGUAN	TINDAKAN PEMANGGULANGAN	MATERIAL ROKAK	TANGGAL SELESAI	Waktu Pengiriman	Waktu Pengiriman		
1	SR.004/SR/OP/U/PTG/2022	WO.004/CM/HAR/U/PTG/2022	121.202018VA-BD0T001	20 Maret 2022	19.20 Wita	GE#2	Control Device Turbine	Wherispase thermocouple high	Petus pada sisi hot junction wherispase thermocouple yang disebabkan pengkasan pada logam karena life time material	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pemeriksaan kondisi thermocouple</li> <li>Melakukan pengujian wherispase thermocouple pada standy</li> <li>Membuat pemeliharaan penggantian wherispase thermocouple</li> <li>Melakukan penggantian</li> <li>Uji fungsi</li> </ul>	Wherispase thermocouple	01 Oktober 2022	10.00	16.30	Zaqki	Close	FREE
2	SR.011/SR/OP/U/PTG/2022	WO.011/CM/HAR/U/PTG/2022	121.202001MIBL-705X001	15 Oktober 2022	19.20 Wita	GE#1	Air inlet & Exhaust System	Tekanan pulse cleaning air inlet filter drop	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kebersihan membran edesendi valve air inlet filter yang disebabkan gesekan permukaan base plat solenoid yang mengalami penumpukan kerak akibat penumpukan packing tondo yang tidak baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membahkan skop kegiatan drain vessel tank air compressor screw ke dalam SOP dari pembangkit</li> <li>Melakukan pemeliharaan kerak yang menumpuk pada base plat solenoid dan melakukan pemeliharaan packing tondo 0.5 mm pada membran solenoid valve</li> <li>Melakukan pemeriksaan kondisi solenoid valve setiap 3 bulan sekali</li> </ul>	Membran solenoid valve	18 Oktober 2022	09.00	12.00	Zaqki	Close	FREE
3	SR.020/SR/OP/U/PTG/2022	WO.020/CM/HAR/U/PTG/2022	121.202001BA-730T001	24 September 2022	18.15 Wita	GE#1	Electrical System	Over Current Active dan Bus Protection Setare	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terjadi kerusakan pada isolasi kabel XLPF 1.250mm pada phase R yang disebabkan udara terdampak ke busbar busbar busbar</li> <li>Melakukan penggantian busbar trafo</li> <li>Melakukan penggantian busbar trafo</li> <li>Melakukan penggantian busbar trafo</li> <li>Melakukan pengujian tahanan isolasi busbar trafo</li> <li>Melakukan pengujian HIPT Test</li> <li>Backfeeding 1 x 24 jam</li> <li>Pengujian operasi mesin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pengujian tahanan isolasi busbar trafo</li> <li>Melakukan pengujian HIPT Test label busbar trafo phase</li> <li>Melakukan pengujian material busbar trafo</li> <li>Melakukan penggantian busbar trafo</li> <li>Melakukan pengujian tahanan isolasi busbar trafo</li> <li>Melakukan pengujian HIPT Test</li> <li>Backfeeding 1 x 24 jam</li> <li>Pengujian operasi mesin</li> </ul>	Kabel Bus Trafo Phase R	25 Oktober 2022	00.00	00.00	Zaqki, D	Open	FOH
4	SR.023/SR/OP/U/PTG/2022	WO.023/CM/HAR/U/PTG/2022	121.202001MIBL-1040001	25 Oktober 2022	06.53 Wita	GE#1	Main Part Turbine Section	Exhaust spread high trip	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kebersihan ruang pada fleksal load gear compartment yang mengakibatkan cold junction exhaust thermocouple No. 11, 13, 14, 15 dan No. 16 terdampak dan mengalami kesalahan pengirim data sehingga menimbulkan signal high trip</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan monitoring tekanan flowvalder</li> <li>Jumpet exhaust thermocouple (sementara untuk dapat beroperasi kembali)</li> <li>Melakukan monitoring tekanan flowvalder</li> <li>Jumpet exhaust thermocouple (sementara untuk dapat beroperasi kembali)</li> <li>Melakukan penggantian exhaust thermocouple</li> <li>Melakukan perbaikan kebocoran gas buang exhaust compartment</li> </ul>	Exhaust thermocouple	27 Oktober 2022	13.09	13.51	Zaqki	Close	FOH
5	SR.033/SR/OP/U/PTG/2022	WO.033/CM/HAR/U/PTG/2022	121.202019-AC-040P001	31 Oktober 2022	23.05 Wita	GE#1	Cooling Water System	Standby cooling water pump running	<ul style="list-style-type: none"> <li>Winding motor cooling water pump mengalami short pada bagian stator yang dikarenakan kelebihan isolasi yang timbul akibat masuknya grease pelumas bearing kedalam winding yang mengakibatkan penumpukan grease dan mengakibatkan short stator motor dan pengalihan data rotor motor saat beroperasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pengukuran nilai tahanan isolasi winding</li> <li>Membuat pemeliharaan winding motor</li> <li>Disassembly motor cooling water</li> <li>Proses rewinding motor</li> <li>Reassembly motor dan alignment</li> <li>Pengujian dan pengambilan data</li> </ul>	Winding	28 Oktober 2022	08.00	10.00	Zaqki	Close	FOH

Keterangan :		GE#1	GE#2
1. Ratio Work Order Status WO	Open	0	0
	Close	36000	2,96666667
	FOH	0	0
	-MDH	0	0
Total		36000	2,96666667

Menyebutkan		Melaksanakan
1. Ratio Work Order Status WO	Open	0
	Close	36000
	FOH	0
	-MDH	0
Total		36000

Menyebutkan  
PIC Manager Unit

Achmad Fadhil

Melaksanakan  
31 Oktober 2022  
Mengendalikan  
Srv Pemeliharaan

Zaqki Bastian





**Lampiran 2**

**Foto Kegiatan**















## Lampiran 3

### Surat Balasan



Nomor : 0001/KIT.03.01/560502/2023  
Sifat : -  
Lampiran : -  
Perihal : Surat Penerimaan Penelitian Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Fajar

31 Januari 2023

Kepada :  
Pimpinan Universitas Fajar

***u.p. Yth. Pimpinan***

Menjawab surat saudara tanggal 30 Januari 2023 Nomor : 099/B/DFT/TM-UNIFA/I/2023 perihal permohonan izin penelitian di PLN Unit Layanan PLTG Tello atas nama saudara Muh Ikram Kamal (1820521052) dan Ichsanuddin Iskandar (1820521009), maka kami sampaikan agar mahasiswa yang bersangkutan untuk segera mempersiapkan segala sesuatunya untuk bisa segera melaksanakan program di kantor unit kami.

Demikian surat penerimaan ini kami sampaikan, atas bantuan dan perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Makassar, 31 Januari 2023  
Manager ULPLTG Tello





## Lampiran 4

### Data Nilai

Severity, Occurance dan Detection pada jenis – jenis kerusakan yang ada pada mesin turbin gas MS6001 pada pembangkit listrik tenaga gas PT. PLN Persero sector Tello Makassar.

No	Jenis Masalah	Severity	Occurance	Detection	RPN
1	Cooling And Sealing System	3	2	1	6
2	Lube Oil System	4	5	4	80
3	Control Device Turbine	5	3	1	15
4	Ignition System	3	4	4	48
5	Fire Protection System	2	2	2	8
6	Schematic Load Gear	4	2	1	8
7	Main Part Turbin Section	4	2	2	16
8	Electrical System	3	2	3	18
9	Air Inlet & Exhaust system	2	3	2	12
10	Cooling Water System	2	2	4	16
11	Venting And Heating System	2	2	1	4
12	Low Voltage Distribution Board	5	2	1	10
13	Main Hydraulic System	2	2	2	8
14	Torque Converter System	5	3	2	30
15	Control & Instrument System	5	2	1	10

Makassar, 2 Maret 2023

Mengetahui  
Spv. Pemeliharaan

Zaqqi Destian

