

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) masih menjadi andalan utama dalam penyediaan tenaga listrik di daerah terpencil dan kepulauan di Indonesia, termasuk di Kepulauan Mentawai. PLTD Tua Pejat yang dikelola oleh ULP Mentawai merupakan satu-satunya sumber pasokan listrik bagi ibu kota kabupaten dan sekitarnya. Sistem kelistrikan yang terisolir (*isolated grid*) ini menjadikan keandalan mesin PLTD sebagai faktor kritis dalam menjamin keberlangsungan aktivitas ekonomi, pendidikan, kesehatan, dan sosial masyarakat setempat.

Mesin diesel sebagai penggerak utama PLTD memiliki berbagai komponen kritis yang harus bekerja secara optimal. Salah satu komponen yang sangat vital adalah *turbocharger*. *Turbocharger* berfungsi meningkatkan tekanan udara masuk ke ruang bakar sehingga pembakaran bahan bakar menjadi lebih sempurna dan daya mesin meningkat. Dalam bukunya yang menjadi rujukan utama di bidang mesin pembakaran dalam, Heywood (2018) menjelaskan secara komprehensif mengenai prinsip dasar *supercharging* dan *turbocharging* pada mesin diesel, termasuk pengaruhnya terhadap peningkatan efisiensi volumetrik dan daya keluaran mesin.

Sayangnya, di lingkungan operasi yang keras seperti pesisir dengan kadar garam tinggi, kualitas bahan bakar yang bervariasi, dan pola operasi yang fluktuatif, *turbocharger* rentan mengalami berbagai masalah seperti penumpukan kerak karbon, korosi, keausan bantalan, dan ketidakseimbangan rotor. Kondisi ini diperparah jika sistem pemeliharaan tidak berjalan dengan baik.

Berdasarkan pengamatan awal di PLTD Tua Pejat, ditemukan bahwa pendekatan pemeliharaan yang diterapkan masih bersifat reaktif (*corrective maintenance*). Perbaikan dilakukan setelah terjadi kerusakan yang mengakibatkan mesin mati total. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian yang dilakukan oleh Paillin and Widiatmoko (2021) di PLTD Hative Kecil, yang mengungkapkan bahwa pencatatan kondisi pembangkit (*log sheet*) yang masih dilakukan secara manual mengakibatkan proses evaluasi data belum optimal, dan pemanfaatan data parameter sebagai dasar peningkatan kinerja mesin juga belum maksimal. Akibatnya, *downtime* mesin menjadi panjang dan biaya perbaikan membengkak.

Kondisi geografis Mentawai yang terpencil memperparah situasi karena pengadaan suku cadang memerlukan waktu yang tidak sebentar.

Data historis gangguan periode Januari - September 2025 menunjukkan bahwa dari total 14 kali gangguan pada empat unit mesin, sebanyak 8 kali (57%) berkaitan langsung dengan masalah pada *turbocharger*. Berdasarkan data operasional November 2025 dari file F12_November_2025.xlsx, Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63 tercatat beroperasi selama 554 jam dengan daya mampu 300 kW (derating 47% dari spesifikasi pabrik 565 kW) dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) 0,332 L/kWh, meningkat 10,7% dari standar ideal. Rata-rata waktu perbaikan (*MTTR*) untuk kasus *turbocharger* mencapai 56 jam, jauh di atas target perusahaan yang menginginkan *MTTR* kurang dari 24 jam. Dampak lanjutannya adalah penurunan daya mampu mesin hingga 47% dan peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) sebesar 10,7%.

Penelitian tentang pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*) pada peralatan industri telah banyak dikembangkan. Jardine and Tsang (2013) dalam bukunya yang komprehensif tentang manajemen aset fisik menyediakan berbagai alat dan model matematis untuk mengoptimalkan keputusan pemeliharaan, penggantian, dan keandalan komponen. Mereka membahas secara mendalam tentang penggunaan model *proportional hazards* untuk mengoptimalkan keputusan pemeliharaan berbasis kondisi (*Condition-Based Maintenance/CBM*) dengan memanfaatkan data monitoring seperti analisis getaran dan analisis oli.

Di Indonesia, studi yang dilakukan oleh Paillin and Widiatmoko (2021) merancang aplikasi monitoring online untuk meningkatkan pemeliharaan prediktif di PLTD. Hasil perancangan mereka menunjukkan bahwa sistem yang mampu memberikan informasi kondisi mesin secara *real-time* dapat digunakan untuk perencanaan, pengendalian, dan evaluasi pemeliharaan prediktif generator diesel. Ini membuktikan bahwa pendekatan serupa berpotensi diterapkan di PLTD Tua Pejat.

Pentingnya peralihan dari pemeliharaan reaktif ke proaktif juga ditekankan oleh para ahli. Mobley (2004) dalam bukunya *Maintenance Fundamentals* menjelaskan bahwa dampak dari pemeliharaan tidak hanya sebatas pada biaya perbaikan, tetapi juga pada keandalan dan ketersediaan pabrik secara keseluruhan. Dhillon (2006) juga menegaskan bahwa peran *maintainability*, pemeliharaan, dan keandalan menjadi semakin signifikan,

mengingat biaya pemeliharaan dan dukungan dapat mencapai 60 hingga 75 persen dari biaya siklus hidup produk atau sistem.

Penelitian ini memfokuskan analisis pada Unit 1 dengan mesin merk MTU tipe 12V 2000 G63 nomor seri 535104670. Pemilihan Unit 1 didasarkan pada beberapa pertimbangan: (1) mesin MTU G63 merupakan tipe mesin dengan spesifikasi teknis yang terdokumentasi dengan baik dalam manual *book* MTU Luther (2004); (2) Unit 1 memiliki data operasional lengkap dari file rekapitulasi bulanan, termasuk jam operasi 554 jam pada November 2025, produksi listrik 154.560 kWh, dan pemakaian BBM 51.316 liter; (3) observasi visual menunjukkan *turbocharger* Unit 1 mengalami kerusakan yang bervariasi (kerak karbon, korosi, kebocoran oli); dan (4) posisi Unit 1 paling dekat dengan garis pantai sehingga paling terpapar udara laut berkadar garam tinggi. Fokus pada satu unit memungkinkan analisis yang lebih mendalam dan rekomendasi pemeliharaan yang lebih spesifik serta aplikatif untuk meningkatkan keandalan Unit 1 dan menjadi *pilot project* bagi unit MTU G63 lainnya di PLTD Tua Pejat.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kegagalan *turbocharger* di PLTD Tua Pejat serta merancang strategi pemeliharaan terpadu berbasis kondisi yang sesuai dengan karakteristik operasi dan keterbatasan logistik di daerah terpencil. Strategi ini akan mengintegrasikan pemeliharaan preventif terjadwal dan pemeliharaan prediktif berbasis monitoring, seperti yang direkomendasikan dalam berbagai literatur. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak pengelola dalam meningkatkan keandalan pasokan listrik dan efisiensi biaya operasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pelaksanaan pemeliharaan *turbocharger* yang diterapkan pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63 di PLTD Tua Pejat?
2. Apa saja faktor penyebab kegagalan *turbocharger* pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63 ditinjau dari aspek teknis, operasional, dan lingkungan?
3. Bagaimana pengaruh pemeliharaan *turbocharger* terhadap parameter keandalan (*MTBF*, *MTTR*, *Availability*) pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63?

4. Bagaimana strategi pemeliharaan berbasis kondisi yang tepat untuk meningkatkan keandalan *turbocharger* pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dirumuskan untuk menjawab pertanyaan pada rumusan masalah, yaitu:

1. Mengevaluasi pelaksanaan pemeliharaan *turbocharger* yang diterapkan pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63 di PLTD Tua Pejat.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab kegagalan *turbocharger* pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63 menggunakan metode *RCA* dan *FMEA*.
3. Menganalisis pengaruh pemeliharaan *turbocharger* terhadap parameter keandalan (*MTBF*, *MTTR*, *Availability*) pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63.
4. Merancang strategi pemeliharaan berbasis kondisi yang tepat untuk meningkatkan keandalan *turbocharger* pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi PLN ULP Mentawai

Sebagai acuan dalam penyusunan program pemeliharaan *turbocharger* yang terstruktur, khususnya untuk Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63, guna meningkatkan *availability* dan *reliability* PLTD.

2. Bagi Ilmu Pengetahuan

Memberikan kontribusi pada pengembangan strategi *condition-based maintenance* untuk komponen kritis pada pembangkit listrik di daerah terpencil dengan studi kasus mesin MTU 12V 2000 G63.

3. Bagi Peneliti

Pengalaman langsung dalam menerapkan metode penelitian, analisis masalah, dan perumusan solusi di dunia industri berbasis data operasional *real*.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup masalah yang diangkat pada penelitian ini berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas diantaranya:

- 1) Fokus Objek: Penelitian terbatas pada sistem *turbocharger* pada Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63 nomor seri 535104670 di PLTD Tua Pejat, ULP Mentawai.

- 2) Data yang Dianalisis:
 - Data spesifikasi teknis dari Manual *Book* MTU 12V 2000 G63 (2003)
 - Data operasional Unit 1 dari file rekapitulasi bulan November 2025 (F12_November_2025.xlsx)
 - Data historis gangguan *turbocharger* Unit 1 periode Januari-September 2025
 - Hasil inspeksi visual Unit 1
 - Kondisi lingkungan operasional
- 3) Metode Analisis: Menggunakan pendekatan *RCFA* yang terintegrasi dengan *RCA* (diagram *fishbone* spesifik Unit 1), *FMEA* (untuk mode kegagalan Unit 1), analisis *Weibull* (berdasarkan data Unit 1), dan simulasi keandalan untuk proyeksi peningkatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup masalah, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan penelitian relevan, landasan teori tentang PLTD, spesifikasi mesin MTU 12V 2000 G63, keandalan mesin, pemeliharaan, *turbocharger*, serta metode analisis yang digunakan.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan tempat dan waktu penelitian, desain penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan jadwal penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan gambaran umum Unit 1 mesin MTU 12V 2000 G63, analisis data operasional, identifikasi akar masalah dengan *fishbone*, evaluasi dampak terhadap keandalan, rancangan strategi pemeliharaan, simulasi peningkatan keandalan, serta implementasi dan kendala.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan dari seluruh pembahasan dan saran bagi pihak terkait serta penelitian lanjutan.