

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Kencana Energi Lestari, Tbk. merupakan perusahaan penyedia energi baru terbarukan terkemuka di Indonesia. Melalui dua entitas anak perusahaan langsung yaitu PT. Energy Sakti Sentosa dan PT. Bangun Tirta Lestari serta dua entitas anak perusahaan tidak langsung yaitu PT. Nagata Dinamika Hidro Madong dan PT. Biomassa Energi Jaya, kami menghasilkan energi baru terbarukan bagi kebutuhan industri dan rumah tangga Indonesia. Perusahaan ini secara khusus bergerak dalam pengembangan serta pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang beralamat di Kecamatan Pakkat, Kabupaten Humbang Hasundutan, Provinsi Sumatera Utara. Keberadaan PLTA Pakkat memiliki peranan strategis sebagai salah satu pemasok energi terbarukan guna memenuhi kebutuhan kelistrikan masyarakat di wilayah tersebut. Dalam proses produksinya, fasilitas ini mengandalkan turbin dan *generator* sebagai komponen utama yang berfungsi mengonversi energi aliran air menjadi energi mekanik, untuk kemudian ditransformasikan menjadi energi listrik (Kencana Energy, 2025).

Energi terbarukan adalah energi yang dihasilkan dari sumber alami seperti matahari, angin, dan air dan dapat dihasilkan lagi dan lagi. Sumber akan selalu tersedia dan tidak merugikan lingkungan. Sumber energi terbarukan yang paling dekat dengan manusia dan sangat terkenal adalah berasal dari angin, matahari, dan air. Beberapa kelebihan dari sumber energi terbarukan dapat dilihat dari ketersediannya dalam jumlah yang banyak dan tidak terbatas, memiliki potensinya besar, ramah lingkungan, dan mudah diperoleh (Simanjuntak, 2024).

Dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, ketersediaan arus listrik yang stabil sangatlah krusial bagi masyarakat. Namun, penggunaan energi listrik dalam skala besar tidak selalu berjalan tanpa gangguan. Keandalan dan kinerja turbin sangat berpengaruh terhadap kontinuitas serta efisiensi produksi listrik di

pembangkit ini. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang mampu mengatasi kendala pasokan listrik, salah satunya melalui peningkatan perawatan secara rutin. Kecanggihan teknologi dibidang mesin-mesin industri semakin lama semakin meningkat sesuai dengan kebutuhan, kondisi tersebut secara tidak langsung mengharuskan diterapkannya sistem pemeliharaan (*maintenance*) yang mampu meminimalkan potensi kerusakan sekaligus memperpanjang usia pakai mesin. Melalui penerapan sistem pemeliharaan yang terencana, diharapkan dapat diperoleh sejumlah manfaat, baik dari aspek efisiensi biaya yang dialokasikan untuk kegiatan pemeliharaan maupun dari segi optimalisasi waktu pelaksanaannya. Lebih lanjut, efektivitas sistem pemeliharaan ini turut memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat kapasitas produksi yang dihasilkan oleh suatu mesin (Hamsi, 2004).

Dalam manajemen pemeliharaan kinerja alat, ada tiga komponen penting yaitu *Reliability*, *Maintainability*, dan *Availability*. Komponen-komponen ini diukur masing-masing dengan *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repaire* (MTTR). *Maintenance* yang berfokus pada *availability* sangat penting dalam menentukan aset ketersediaan mesin/peralatan dari waktu yang sebenarnya tersedia untuk melakukan pekerjaan (Silvia, 2024).

Sesuai hasil observasi penulis yang dilakukan pada tanggal 8 Juli 2025 di PLTA Pakkat PT. Energy Sakti Sentosa merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak di bidang energi baru terbarukan, yang memiliki 3 (tiga) unit mesin turbin generator berkavasitas 6 MW yang berfungsi sebagai sumber pembangkit listrik. Namun, dalam praktiknya ditemukan bahwa turbin generator sering mengalami kerusakan secara mendadak, yang berdampak pada terganggunya operasional perusahaan. Selain itu, waktu perbaikan turbin generator yang mencapai 6-7 jam menjadi kendala tersendiri, karena selama proses tersebut kebutuhan suplai listrik sangat terpengaruh pada wilayah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan yang diterapkan saat ini masih kurang efektif dalam menjaga keandalan turbin *generator*.

Guna memastikan kelangsungan proses operasional agar tetap berjalan secara stabil, diperlukan kegiatan pemeliharaan maupun perbaikan yang dilaksanakan secara berkesinambungan, baik dalam bentuk pemeliharaan

pencegahan (*preventive maintenance*) maupun pemeliharaan periodik yang dijadwalkan berdasarkan jumlah jam operasi unit pembangkit pada ULPLTA Sipansihaporas. Pelaksanaan pemeliharaan serta inspeksi tahunan terhadap turbin air memberikan sejumlah manfaat penting, antara lain peningkatan keandalan dan ketersediaan unit, optimalisasi efisiensi operasional, serta perpanjangan usia pakai turbin itu sendiri (Hutajulu, 2024).

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dapat didefinisikan sebagai bentuk tindakan perawatan yang dilakukan secara sistematis guna mencegah munculnya potensi kerusakan pada peralatan produksi pada saat dioperasikan (Muhaemin, 2022). Dalam manajemen pemeliharaan kinerja alat, ada tiga komponen penting yaitu *Reliability*, *Maintainability*, dan *Availability*. Komponen-komponen ini diukur masing-masing dengan *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repaire* (MTTR). *Maintenance* yang berfokus pada *availability* sangat penting dalam menentukan aset ketersediaan mesin/peralatan dari waktu yang sebenarnya tersedia untuk melakukan pekerjaan (Silvia, 2024).

MTBF (*Mean Time Between Failure*) merupakan nilai rata-rata waktu operasional (uptime) sebuah mesin di antara dua kejadian kegagalan. Indikator ini umumnya digunakan pada mesin yang masih dapat diperbaiki kembali setelah mengalami kerusakan. Melalui perhitungan MTBF, perusahaan dapat memperoleh gambaran mengenai tingkat ketersediaan serta daya tahan dari sebuah mesin maupun komponennya. Sementara itu, MTTR (*Mean Time To Repair*) merujuk pada rata-rata durasi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses perbaikan terhadap mesin yang mengalami kerusakan (Silvia, 2024).

Preventive maintenance dilakukan secara terencana dan terjadwal berdasarkan waktu operasi, kondisi peralatan, serta rekomendasi dari pabrikan, dengan tujuan mencegah kerusakan sebelum terjadi. Di perusahaan, kegiatan ini biasanya meliputi inspeksi berkala, pelumasan, penyetelan, dan penggantian komponen yang sudah mendekati umur pakainya. Jika dilakukan dengan baik, *preventive maintenance* dapat mengurangi kerusakan mendadak (*unplanned downtime*), menekan biaya perbaikan, serta meningkatkan keandalan dan ketersediaan peralatan. Namun, pada praktiknya di PLTA Pakkat, sistem

perawatan masih cenderung menggunakan jadwal tetap (*time-based maintenance*) tanpa didukung analisis data kerusakan sebelumnya, sehingga belum maksimal dalam mencegah gangguan pada turbin generator. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih terukur dan berbasis data, seperti metode MTBF dan MTTR, agar sistem *preventive maintenance* menjadi lebih efektif dan sesuai dengan kondisi nyata peralatan.

Meskipun penelitian mengenai penerapan metode *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) telah banyak dilakukan pada berbagai mesin industri, kajian yang secara khusus membahas penerapan *preventive maintenance* pada turbin Francis tipe horizontal di pembangkit listrik tenaga air masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada perhitungan MTBF dan MTTR sebagai indikator keandalan, tanpa mengintegrasikan analisis *availability* berdasarkan kondisi operasional aktual. Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi melalui analisis data historis kerusakan turbin generator di PLTA Pakkat PT. Energy Sakti Sentosa untuk mengevaluasi nilai MTBF, MTTR, dan *availability* sebagai dasar penilaian efektivitas *preventive maintenance* serta penyusunan rekomendasi strategi pemeliharaan yang lebih optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan dalam meningkatkan keandalan peralatan dan mengurangi *downtime*, sekaligus menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang pemeliharaan pembangkit listrik tenaga air.

Berdasarkan latar belakang pentingnya pemeliharaan turbin *generator* untuk meningkatkan kinerja di PLTA Pakkat, maka penelitian ini berfokus untuk menganalisa:

“ Analisis *Preventive Maintenance* Pada Turbin Francis Tipe Horizontal Kapasitas 6 MW Dengan Metode *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) di PLTA Pakkat PT. Energy Sakti Sentosa”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai MTBF (*Mean Time Between Failure*) pada turbin Francis tipe horizontal kapasitas 6 MW di PLTA Pakkat PT. Energy Sakti Sentosa berdasarkan data gangguan yang terjadi?
2. Berapa nilai MTTR (*Mean Time To Repair*) pada turbin Francis tipe horizontal kapasitas 6 MW di PLTA Pakkat PT. Energy Sakti Sentosa?
3. Bagaimana tingkat keandalan turbin Francis berdasarkan hasil perhitungan MTBF dan MTTR?
4. Bagaimana *preventive maintenance* yang tepat untuk turbin Francis tipe horizontal berdasarkan nilai MTBF yang diperoleh?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini dapat lebih terarah dan tidak meluas dari pokok permasalahan, maka penulis menetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan pada turbin Francis tipe horizontal dengan kapasitas terpasang 6 MW yang beroperasi di PLTA Pakkat PT. Energy Sakti Sentosa.
2. *Preventive maintenance* dilakukan pada komponen utama turbin, yang meliputi *runner, shaft, bearing, guide vane*, dan sistem pelumasan, tanpa membahas sistem kelistrikan atau generator .
3. Analisis dalam penelitian ini difokuskan pada penghitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) guna mengukur keandalan turbin sekaligus durasi yang diperlukan dalam proses perbaikannya.
4. Data yang digunakan merupakan data historis gangguan dan perawatan turbin pada periode waktu di bulan Mei 2025 - Mei 2026 yang diperoleh dari catatan operasi dan pemeliharaan PLTA.
5. Penelitian ini tidak membahas aspek desain ulang turbin, modifikasi konstruksi, maupun analisis ekonomi secara mendalam (biaya investasi atau penggantian komponen).

6. Evaluasi *preventive maintenance* hanya difokuskan pada penentuan interval perawatan berdasarkan hasil perhitungan MTBF, MTTR dan *Availability*, tanpa membandingkan dengan metode keandalan lainnya seperti *RCM* atau *Weibull analysis*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai MTBF (*Mean Time Between Failure*) pada turbin Francis tipe horizontal kapasitas 6 MW di PLTA Pakkat PT. Energy Sakti Sentosa berdasarkan data historis gangguan dan perawatan.
2. Menentukan nilai MTTR (*Mean Time To Repair*) pada turbin Francis tipe horizontal kapasitas 6 MW sebagai indikator rata-rata waktu perbaikan ketika terjadi kegagalan.
3. Menganalisis tingkat *Availability* turbin berdasarkan hasil perhitungan MTBF, dan MTTR.
4. Menentukan interval *preventive maintenance* yang optimal pada turbin Francis berdasarkan nilai MTBF yang diperoleh.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari skripsi ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan keandalan dan ketersediaan (*availability*) turbin Francis melalui penentuan *interval preventive maintenance* yang tepat berdasarkan nilai MTBF dan MTTR, sehingga dapat mengurangi frekuensi gangguan dan *downtime*.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi PT. Energy Sakti Sentosa dalam perencanaan pemeliharaan turbin yang lebih efektif dan terencana, guna meningkatkan kontinuitas operasi pembangkit dan keandalan pasokan listrik.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan bahan kajian bagi mahasiswa maupun peneliti dalam bidang teknik mesin dan pemeliharaan, khususnya terkait penerapan metode MTBF dan MTTR pada sistem turbin pembangkit listrik tenaga air.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Pembahasan laporan tugas akhir ini dibagi dalam lima bab. Isi 5 masing-masing bab pada tabel berikut:

Tabel 1. 1 Sistematika Penulisan

Bab	Judul Bab	Isi Pembahasan
BAB I	Pendahuluan	Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan, batasan masalah, tujuan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan penelitian
BAB II	Landasan Teori	Bab ini memuat landasan teori tentang turbin Francis, jenis maintenance (terutama <i>preventive maintenance</i>), serta konsep keandalan MTBF, MTTR, dan availability.
BAB III	Metodologi Penelitian	Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian meliputi bahan penelitian, lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, serta teknik pengolahan data menggunakan metode MTBF, MTTR, dan <i>Availability</i> .
BAB IV	Hasil dan Pembahasan	Bab ini berisi hasil kegiatan penelitian yang dilaksanakan serta pembahasan proses penelitian hingga selesai.
BAB V	Kesimpulan dan Saran	Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian