

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik telah menjadi kebutuhan mendasar yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia di era modern. Hampir semua aktivitas sehari-hari bergantung pada listrik, mulai dari industri, rumah sakit, pusat perbelanjaan, hingga rumah tangga. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan ekonomi yang semakin pesat di Indonesia, permintaan terhadap energi listrik terus mengalami peningkatan, sehingga ketersediaan pasokan energi listrik yang cukup dan andal sangat penting untuk mendukung aktivitas masyarakat (Kartika & Hidayati, 2024). Semakin meningkatnya kebutuhan listrik mendorong pemerintah dan perusahaan energi untuk mengembangkan sumber daya listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan. Karena pembangkit listrik berfungsi sebagai penyedia listrik utama di Indonesia, menjaga kinerja pembangkit sangat penting untuk memastikan bahwa pasokan listrik di Indonesia dapat diandalkan.

Berdasarkan sumber energinya, pembangkit listrik di Indonesia secara umum terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu pembangkit berbasis energi fosil dan pembangkit berbasis energi terbarukan. Salah satu jenis pembangkit berbasis fosil yang banyak dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Hal ini disebabkan oleh efisiensinya yang tinggi, harga yang murah, dan ketersediaan gas alam yang terus meningkat. Dalam sistem PLTGU, turbin gas memegang peranan yang sangat penting. Komponen ini berfungsi mengonversi energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran dan ekspansi gas. Energi mekanik tersebut kemudian diteruskan ke generator untuk diubah menjadi energi listrik yang dapat disalurkan kepada konsumen (H.I.H. Saravanamuttoo, H. Cohen & A.C. Nix, 2017). Kinerja keseluruhan sistem pembangkit listrik sangat dipengaruhi oleh efisiensi dan keandalan turbin gas.

Seiring dengan bertambahnya waktu operasional, turbin gas mengalami penurunan kinerja akibat berbagai faktor, termasuk keausan komponen, kontaminasi, serta penumpukan deposit pada bilah turbin. Untuk mempertahankan performa optimal, diperlukan pemeliharaan berkala, salah satunya adalah *overhaul* yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengganti komponen yang mengalami penurunan efisiensi sehingga kinerja turbin dapat kembali mendekati kondisi awal (Arif, 2018). *Overhaul* merupakan proses pemeliharaan besar yang dirancang untuk mengembalikan kinerja turbin gas ke kondisi optimalnya. Dalam banyak kasus, *overhaul* dilakukan dengan mengganti komponen yang

mengalami degradasi atau dengan melakukan perbaikan struktural pada sistem turbin. Berbagai studi menunjukkan bahwa pelaksanaan *overhaul* memberikan sejumlah manfaat, antara lain peningkatan efisiensi penggunaan bahan bakar, penurunan emisi gas buang, serta perpanjangan umur pakai komponen turbin (ALSAHRANI et al., 2024).

Banyak faktor yang memengaruhi kinerja turbin gas. Faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan tekanan atmosfer, memengaruhi efisiensi pembakaran dan kapasitas keluaran daya turbin gas. Faktor bahan bakar, seperti komposisi kimia dan kualitasnya, juga memengaruhi efisiensi operasional turbin gas. Faktor internal, seperti tingkat keausan komponen, kebersihan bilah turbin, dan efektivitas sistem pendinginan, juga berpengaruh. Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perubahan atau variasi beban operasional memberikan dampak yang signifikan terhadap kinerja pembangkit, khususnya terhadap nilai efisiensi dan tingkat konsumsi bahan bakar. Semakin besar atau kecil beban yang diterapkan, maka karakteristik performa sistem turut mengalami perubahan. Oleh karena itu, mengevaluasi kinerja turbin gas sebelum dan sesudah *overhaul* merupakan komponen penting (Jannah Al-Ihsany et al., 2020).

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk menganalisis performa turbin gas dalam berbagai kondisi operasional. Meskipun *overhaul* meningkatkan performa turbin gas, masih sedikit penelitian yang menganalisa efektivitasnya secara kuantitatif dengan mempertimbangkan perubahan beban operasional yang terjadi selama siklus hidup turbin gas. Karena perlu menyesuaikan dengan kebutuhan listrik yang naik turun setiap saat, tergantung dari permintaan pengguna, PLTG sering mengalami perubahan beban. Kinerja setiap komponennya pasti dipengaruhi oleh perubahan beban ini. Dengan mengetahui nilai efisiensi pada setiap tingkat beban, peneliti dapat menyusun grafik performa PLTG dan mengidentifikasi titik operasi yang paling efisien. Meskipun metode pemulihan performa melalui *overhaul* telah banyak dibahas dalam berbagai penelitian, kajian yang secara khusus membandingkan kinerja turbin gas sebelum dan sesudah *overhaul* dengan mempertimbangkan variasi beban operasional masih relatif terbatas. Hal ini menunjukkan perlunya analisis yang lebih terfokus untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak *overhaul* terhadap performa turbin gas.

Penelitian ini dilakukan untuk menambah informasi yang belum banyak dibahas, melalui analisis perbandingan kinerja turbin gas sebelum dan sesudah *overhaul* dengan mempertimbangkan variasi beban. Beban kerja yang berubah-ubah juga mempengaruhi efisiensi kerja dari pembangkit. Efisiensi termal, turbin dan kompresor berbeda-beda disetiap beban kerjanya. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh secara *real-*

time dari Blok II PLTGU Muara Karang guna mendapatkan hasil yang lebih akurat dan relevan terhadap kondisi operasional aktual. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan pemahaman baru tentang hubungan antara *overhaul* dan kinerja turbin gas dengan berbagai tingkat beban operasional.

Dengan mengetahui efisiensi pada setiap tingkat beban, dapat ditentukan pada beban berapa PLTG bekerja paling optimal. Hal ini dapat menjadi dasar rekomendasi penentuan beban operasi yang paling efisien. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis perbandingan performa turbin gas sebelum dan sesudah *overhaul* dengan variasi beban pada Blok II PLTGU PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Muara Karang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan judul skripsi yang diangkat, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap efisiensi termal turbin gas M701F3.
2. Bagaimana pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap *heat rate* turbin gas M701F3.
3. Bagaimana pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap *air fuel ratio* turbin gas M701F3.
4. Bagaimana pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap *specific fuel consumption* turbin gas M701F3.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap efisiensi termal turbin gas M701F3.
2. Menganalisa pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap *heat rate* turbin gas M701F3.
3. Menganalisa pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap *air fuel ratio* turbin gas M701F3.
4. Menganalisa pengaruh *overhaul* dan variasi beban terhadap *specific fuel consumption* turbin gas M701F3.

1.4 Manfaat Penelitian

Sejalan dengan tujuan penelitian yang telah dijelaskan, studi ini diharapkan dapat memberikan sejumlah kontribusi sebagai berikut:

1. Bagi PT. PLN Nusantara Power UP Muara Karang, penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi untuk mengetahui pengaruh overhaul terhadap kinerja turbin gas serta mengidentifikasi beban operasi dengan efisiensi PLTG tertinggi.
2. Bagi mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan, pengalaman, serta pemahaman dalam melakukan analisis dan perhitungan kinerja turbin gas.
3. Bagi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, penelitian ini dapat menjadi referensi tambahan serta sumber informasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya terkait analisis kinerja turbin gas.

1.5 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup atau batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian difokuskan pada turbin gas tipe M701F3 di Blok 2 Unit 1 PLTGU PT PLN Nusantara Power UP Muara Karang.
2. Data yang digunakan dalam perhitungan bersumber dari *database Central Control Room* (CCR) pada beberapa variasi beban operasi di PT PLN Nusantara Power UP Muara Karang.
3. Analisis perhitungan didasarkan pada siklus Brayton ideal dengan sistem open cycle yang ditinjau melalui pendekatan termodinamika.
4. Proses pembakaran di dalam ruang bakar diasumsikan berlangsung secara sempurna (*complete combustion*).
5. Data dianalisis pada kondisi sebelum dan sesudah *overhaul* dengan tiga variasi beban, yaitu 120 MW, 180 MW, dan beban maksimum 235 MW.