

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan primer dalam pembangunan ekonomi serta kesejahteraan masyarakat. Di kota besar seperti Jakarta, kebutuhan akan energi listrik terus bertambah sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitas industri yang semakin padat. Untuk menjamin pasokan listrik yang andal dan efisien, optimalisasi pembangkit listrik menjadi hal yang sangat penting, salah satu jenis pembangkit yang banyak dimanfaatkan yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). PLTG memiliki keunggulan berupa kecepatan *start up* yang tinggi, fleksibel dalam operasi, serta cocok sebagai pembangkit untuk memenuhi beban puncak (Ridwan & Adi Gumelar, 2024).

Dalam pengoperasian PLTG, efisiensi termal menjadi parameter utama untuk menilai kinerja turbin gas. Efisiensi ini menggambarkan seberapa besar energi panas dari bahan bakar dapat dikonversi menjadi energi listrik. Semakin tinggi nilai efisiensi termal, semakin besar pula energi panas dari bahan bakar yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Efisiensi termal pada turbin gas dipengaruhi oleh banyak hal, seperti jenis bahan bakar yang dipakai, kondisi saat beroperasi, hingga perubahan beban. Variasi beban operasi berpengaruh langsung terhadap efisiensi termal turbin gas. Ketika turbin bekerja pada beban parsial atau di luar kondisi idealnya, efisiensinya menurun akibat ketidakoptimalan aliran udara dan suplai bahan bakar (Difpa et al., 2024).

Secara umum, jenis bahan bakar yang digunakan memiliki pengaruh besar terhadap efisiensi sistem. Bahan bakar dengan kandungan kalor yang lebih besar umumnya mampu melepaskan energi panas lebih tinggi, sehingga proses pembakarannya dapat berlangsung lebih efisien. Selama ini, *High Speed Diesel* (HSD) banyak dipakai sebagai bahan bakar utama dalam PT Nusantara Power dan pembangkit sejenis karena ketersediaannya yang relatif mudah dan stabil. Namun, penggunaan HSD di pembangkit gas memiliki kelemahan, terutama dari sisi biaya operasi yang cukup tinggi dan dampak emisi yang signifikan. Sebagai alternatif,

beberapa pembangkit mulai beralih ke bahan bakar gas. Penelitian menunjukkan bahwa saat menggunakan bahan bakar gas, sistem pembangkit dapat mencapai efisiensi yang lebih tinggi dibanding penggunaan HSD dalam kondisi beban tertentu (Mulyono et al., 2020).

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian ESDM juga menargetkan peningkatan bauran energi baru terbarukan hingga 23% pada tahun 2025 sebagai bagian dari upaya dekarbonisasi sektor energi (KESDM, 2023). Dengan demikian, penerapan bahan bakar gas berpotensi membantu pembangkit untuk menekan konsumsi bahan bakar serta mendukung langkah menuju energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggantian jenis bahan bakar dapat memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi termal turbin gas. Efisiensi turbin gas dengan bahan bakar HSD dapat mencapai 45,60%, sementara dengan LNG nilainya sedikit lebih rendah di kisaran 44,62% (Ridwan & Adi Gumelar, 2024). Penggunaan bahan bakar berbasis nabati dapat menurunkan emisi tanpa mengurangi efisiensi secara signifikan (Kamal & Firbarini, 2021). Namun, kajian mengenai penggunaan bahan bakar gas dari NR sebagai alternatif HSD pada PLTG masih terbatas, terutama dalam kondisi variasi beban operasi di lapangan.

Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi termal turbin gas GT 1.1 berbahan bakar HSD dan gas pada variasi beban operasi di PLTG Blok 1 PT Nusantara Power UP Muara Karang. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai pengaruh kedua bahan bakar terhadap kinerja turbin gas, sekaligus menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan strategi operasi dan optimalisasi penggunaan bahan bakar yang lebih efisien dan ramah lingkungan di pembangkit.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat disimpulkan bahwa rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai efisiensi termal turbin gas GT 1.1 di PLTG Blok 1 UP Muara Karang saat beroperasi menggunakan bahan bakar *High Speed Diesel* (HSD) pada variasi beban 70 MW, 80 MW, dan 90 MW?
2. Bagaimana nilai efisiensi termal turbin gas GT 1.1 di PLTG Blok 1 UP Muara Karang saat beroperasi menggunakan bahan bakar gas pada variasi beban 70 MW, 80 MW, dan 90 MW?
3. Bagaimana perbandingan efisiensi termal turbin gas GT 1.1 antara penggunaan bahan bakar HSD dan gas terhadap variasi beban operasi?
4. Bagaimana karakteristik Specific Fuel Consumption (SFC) pada penggunaan bahan bakar HSD dan gas terhadap variasi beban operasi?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis nilai efisiensi termal turbin gas GT 1.1 saat beroperasi menggunakan bahan bakar HSD pada variasi beban 70 MW, 80 MW, dan 90 MW.
2. Menganalisis nilai efisiensi termal turbin gas GT 1.1 saat beroperasi menggunakan bahan bakar gas pada variasi beban 70 MW, 80 MW, dan 90 MW.
3. Membandingkan efisiensi termal turbin gas GT 1.1 antara penggunaan bahan bakar HSD dan gas pada berbagai variasi beban operasi.
4. Menganalisis nilai Specific Fuel Consumption (SFC) pada penggunaan bahan bakar HSD dan gas terhadap variasi beban operasi.

## **1.4 Manfaat**

Dari penelitian ini diharapkan hasil yang tidak hanya berguna bagi pengembangan pengetahuan, tetapi juga bisa diterapkan secara langsung di lapangan. Secara umum, manfaat yang bisa diperoleh antara lain:

#### 1. Secara Praktik

Secara praktis, penelitian ini memberikan gambaran mengenai kinerja efisiensi termal turbin gas GT 1.1 di PLTG Blok 1 UP Muara Karang saat beroperasi menggunakan bahan bakar *High Speed Diesel* (HSD) dan gas pada berbagai variasi beban. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh pihak pengelola pembangkit sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan pemilihan jenis bahan bakar serta pengaturan beban operasi yang paling sesuai, sehingga diperoleh efisiensi termal yang optimal sesuai dengan kondisi operasi pembangkit.

#### 2. Secara Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan memperkaya kajian ilmiah mengenai analisis efisiensi termal turbin gas dengan variasi jenis bahan bakar dan kondisi beban operasi. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi atau acuan bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji perbandingan kinerja turbin gas berdasarkan jenis bahan bakar dan karakteristik operasional, serta menambah literatur di bidang pembangkitan tenaga listrik.

### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, antara lain:

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis efisiensi termal GT 1.1 yang beroperasi di PLTG Blok 1 UP Muara Karang dengan menggunakan dua jenis bahan bakar, yaitu HSD dan gas.
2. Variabel utama yang dianalisis adalah efisiensi termal turbin gas pada variasi beban operasi tertentu. Beban operasi yang dianalisis meliputi beban rendah, sedang, dan tinggi sesuai data operasional yang tersedia. Pemilihan variasi beban tersebut dilakukan untuk mewakili kondisi operasi rendah, menengah, dan mendekati kondisi operasi optimal turbin gas.
3. Penelitian tidak membahas aspek ekonomi, biaya operasional, atau emisi gas buang secara mendalam, tetapi hanya berfokus pada perbandingan efisiensi termal.

## **1.6 Kebaharuan**

Penelitian ini memiliki kebaharuan dalam hal berikut:

1. Penelitian ini menganalisis dan membandingkan efisiensi termal turbin gas dengan dua jenis bahan bakar berbeda, yaitu *High Speed Diesel* (HSD) dan gas alam yang dipasok oleh Nusantara Regas (NR).
2. Penelitian ini memperhitungkan pengaruh variasi beban operasi terhadap efisiensi termal turbin gas, sehingga memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai performa pembangkit dalam kondisi berbeda.

## **1.7 Hipotesis**

Berdasarkan tinjauan awal, hipotesis yang diajukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Efisiensi termal turbin gas berbahan bakar gas lebih tinggi dibandingkan dengan HSD pada variasi beban operasi tertentu.
2. Variasi beban operasi berpengaruh signifikan terhadap efisiensi termal turbin gas baik pada bahan bakar HSD maupun gas.
3. Kombinasi penggunaan bahan bakar gas NR pada beban operasi menengah sampai tinggi menghasilkan kinerja yang lebih optimal dibandingkan penggunaan HSD.