

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik di dunia terus meningkat seiring pertumbuhan populasi, industrialisasi, dan digitalisasi. Menurut *International Energy Agency*, permintaan listrik global tumbuh rata-rata 2,2% per tahun (IEA, 2022). Di Indonesia, Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021–2030 memproyeksikan pertumbuhan permintaan listrik sebesar 4.9% per tahun (PLN, 2021). Kondisi ini menuntut penyediaan energi yang andal, efisien, dan berkelanjutan. Dibanding PLTU berbahan bakar batubara,

Salah satu teknologi pembangkitan yang banyak diandalkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). PLTGU merupakan kombinasi antara Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (Purba & Prayudi, 2024). Dimana gas buang panas dari PLTG dimanfaatkan kembali melalui *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) untuk menghasilkan uap yang memutar turbin uap. Dengan konfigurasi ini, PLTGU mampu mencapai efisiensi lebih tinggi dibanding pembangkit konvensional, bahkan hingga di atas 50%. Berdasarkan Penelitian pada PLTG Berkapasitas 20 Mw dengan *open cycle* memiliki efisiensi termal sebesar 29%. Setelah dilakukan perhitungan penggabungan siklus mendapati kenaikan efisiensi termal menjadi 52,41% dan kapasitas luaran menjadi 63,842 Mw (Gusnita & Saputra Said, 2017).

Di Indonesia, salah satu PLTGU terbesar adalah PLTGU Muara Tawar di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Dimiliki PT PLN Nusantara Power dengan kapasitas 2700 MW, yang menjadi salah satu penopang utama kebutuhan listrik di wilayah Jawa-Bali (PLN, 2025). Pembangkit pada PLTGU Muara Tawar dapat menggunakan sistem dual fuel, yang mana pembangkit ini dapat menggunakan bahan bakar *High Speed Diesel* (HSD) dan *Natural Gas*. Oleh karena itu, PLTGU

Muara Tawar dapat dijadikan objek penelitian yang menarik terutama dari sisi efisiensi termal yang mendefinisikan efisiensi pembangkit.



Gambar 1.1 PLTGU Muara Tawar

Saat ini PLTGU Muara Tawar saat sedang beroperasi difokuskan untuk menggunakan bahan bakar *Natural Gas*. Sebuah penelitian mendapatkan nilai gas buang yang terdapat pada saat menggunakan bahan bakar gas lebih tinggi potensinya dibanding dengan menggunakan bahan bakar HSD. yakni sebesar 537,643 MW (Mulyono et al.. 2020).

Heat rate adalah parameter penting dalam menilai kinerja pembangkit. karena *Heat Rate* adalah rasio energi bahan bakar yang dibutuhkan terhadap *Output* daya yang dihasilkan dari turbin gas (ASME. 2006). Semakin kecil *heat rate*. semakin tinggi efisiensi dari sebuah pembangkit. Pada PLTG. *heat rate* dipengaruhi oleh kombinasi performa turbin gas. Kerja kompresor dan Suhu lingkungan. Efisiensi Termal Adalah ukuran efektifitas suatu sistem peralatan termal yang mengubah energi panas menjadi energi lain (*Output*).

Seiring dengan penggunaan operasional pembangkit. terdapat penurunan pada peforma turbin gas yang dapat ditandai dengan penurunan nilai efisiensi termal. Salah satu cara untuk mempertahankan dan meningkatkan kembali peforma turbin gas. adalah perawatan periodik yakni *Overhaul*. Pada turbin gas

PLTGU Muara Tawar memiliki perencanaan yang sama mengenai perawatan atau *Maintenance*. Perawatan turbin gas pada PLTG Muara Tawar Adalah perawatan *Overhaul* tipe A, tipe B, dan tipe C. Masing masing memiliki pemeliharaan berbeda pada tipe A merupakan perawatan yang dilakukan meliputi *Boroscope Inspection* pada turbin gas. Tipe B merupakan perawatan yang dilakukan adalah berupa pengecekan dan penyesuaian pada poros turbin dan Tipe C merupakan *Major Inspection Maintenance*. *Major Inspection* merupakan pemeliharaan menyeluruh dimulai dari *Compressor*, *Combustor*, *Gas Turbine* dan *Exhaust* (Nurhasanah, 2025).

Keterbatasan studi terdahulu terletak pada kondisi operasional. Kebanyakan penelitian terdahulu hanya berdasarkan pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan *Overhaul* atau pada saat dilakukan uji performa. Oleh karena itu, penelitian ini akan melengkapi dengan analisis kuantitatif efisiensi Termal pada gas turbin berdasarkan kondisi sebelum dan sesudah *Overhaul*, serta pada kondisi 3 tahun pasca *Overhaul*.

Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis perbandingan efisiensi Termal dan SFC turbin gas pada PLTGU Muara Tawar ketika kondisi sebelum dan sesudah *Overhaul* dengan terdapat variasi beban. Secara teoritis, menambah literatur mengenai perbandingan efisiensi *Thermal* pada sistem PLTGU berbasis data aktual. Secara praktis, hasil penelitian diharapkan dapat membantu operator pembangkit dalam menjaga dan meningkatkan keandalan pembangkit Listrik khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Gas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka terdapat beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana perbedaan efisiensi termal turbin gas GT 1.3 sebelum dan sesudah *Overhaul* pada beberapa variasi beban?
2. Bagaimana pengaruh variasi beban terhadap SFC turbin gas GT 1.3 sebelum dan sesudah *Overhaul*?

1.3 Tujuan Penelitian

Melihat pada rumusan masalah yang disebutkan, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan menghitung efisiensi termal turbin gas. PLTGU Muara Tawar pada saat sebelum *Overhaul* dan setelah *Overhaul* dengan beberapa variasi beban.
2. Mengidentifikasi serta melakukan perhitungan SFC turbin gas pada kondisi sebelum dan sesudah *Overhaul* dengan beberapa variasi beban.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis sebagai berikut:

A. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi akademik pada bidang energi dengan menambahkan kajian tentang efisiensi termal pada PLTGU dengan data operasi aktual. Selain itu penelitian ini dapat memperbanyak literatur tentang efisiensi termal dan SFC turbin gas.

B. Manfaat Praktis

Secara Praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak berikut:

1. Bagi pihak PLTGU Muara Tawar:

Penelitian ini dapat membantu dalam meningkatkan keandalan unit pembangkit listrik. Selain itu diharapkan dapat menjadi acuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada pembangkit.

2. Bagi pemerintah diharapkan penelitian ini dapat menyediakan data yang relevan untuk mendukung kebijakan transisi energi.

3. Bagi sektor industri pembangkit listrik diharapkan penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam investasi teknologi pembangkit dan menjadi referensi dalam upaya menjaga keandalan pembangkit.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun batasan batasan ruang lingkup pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini merupakan penelitian efisiensi termal dan SFC pada PLTG Blok 1 Unit 3 PLTGU Muara Tawar berdasarkan pada data operasi aktual.
2. Efisiensi termal dan SFC akan menjadi variabel dependen pada penelitian ini. Selain itu keadaan operasi sebelum dan sesudah *Overhaul* akan menjadi variabel independen dan variasi beban akan menjadi variabel kontrol.
3. Perbedaan Efisiensi termal dan SFC pada ketiga kondisi diatas akan dijadikan acuan analisis performa pada PLTG Muara Tawar Blok 1 unit 3.
4. Perhitungan Efisiensi dan SFC akan dilakukan secara kuantitatif berbasis data aktual operasional. Perbandingan akan dilakukan dengan beberapa Variasi Beban pada PLTG Blok 1 unit 3 PLTGU Muara Tawar.

1.6 Kebaharuan

Berdasarkan pada studi literatur yang dilakukan pada penelitian penelitian yang sudah dilakukan terdahulu mengenai pembangkit Listrik Tenaga Gas dan berbagai variasi beban. Penelitian ini akan berfokus pada pembahasan mengenai Efisiensi Termal dan SFC Pada PLTG Muara Tawar Blok 1 unit 3 Muara Tawar. Selain itu pada penelitian ini akan memperhitungkan dan membandingkan performa PLTG pada saat kondisi sebelum dan sesudah *Overhaul*.