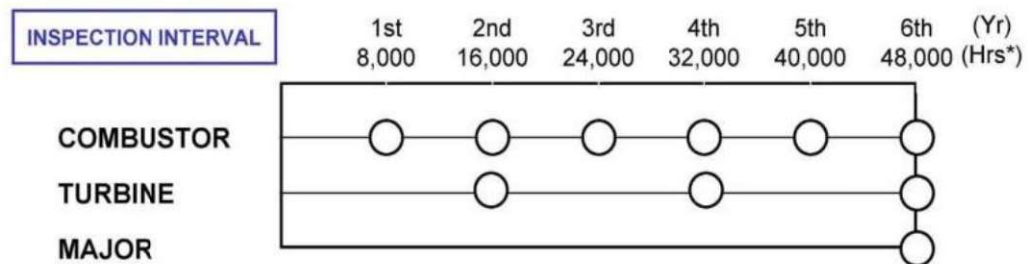


BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada sistem PLTG, proses konversi energi berlangsung melalui beberapa tahapan utama, yaitu kompresi udara, pembakaran, dan ekspansi gas di dalam turbin. Proses ini bekerja berdasarkan siklus Brayton, di mana efisiensi termal menjadi parameter penting yang menggambarkan kemampuan sistem dalam mengubah energi panas menjadi energi listrik. Namun, seiring waktu operasi yang panjang, kinerja komponen utama seperti *compressor*, *combustion chamber*, dan *turbine* dapat menurun akibat adanya keausan, kontaminasi, serta perubahan karakteristik material akibat temperatur tinggi. [1]

PLTG blok IV terdiri dari 2 buah Gas Turbine yaitu GT 4.1 dan GT 4.2 produksi dari Mitsubishi dengan tipe M701F4. Setiap Gas Turbin memiliki siklus pemeliharaan periodik yang sama yaitu *Combustion Inspection* (CI), *Turbine Inspection* (TI) dan *Major Inspection* (MI). Hal ini sesuai dengan siklus pada gambar berikut:



Gambar 1. 1 Interval Waktu Pemeliharaan, sumber [18]

Gambar 1.1 menunjukkan tiga jenis inspeksi utama pada turbin gas, yaitu *Combustor Inspection*, *Turbine Inspection*, dan *Major Inspection*. *Combustor Inspection* dilakukan untuk memeriksa kondisi ruang bakar dan komponen di sekitarnya, *Turbine Inspection* dilakukan untuk mengecek bagian turbin agar tetap berfungsi dengan baik, sedangkan *Major Inspection* merupakan pemeriksaan menyeluruh terhadap seluruh bagian turbin gas. Secara umum, ketiga inspeksi ini dilakukan secara berkala untuk menjaga kinerja, keandalan, dan umur operasional turbin gas.

Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam terhadap pengaruh kegiatan pemeliharaan besar atau Major Inspection (MI) terhadap performa turbin gas, khususnya dalam aspek efisiensi termal. Kegiatan MI ini menjadi tahap penting dalam menjaga keandalan operasi pembangkit, karena mencakup pemeriksaan dan perbaikan menyeluruh pada seluruh komponen utama turbin gas yang secara langsung memengaruhi efisiensi sistem, terutama ketika unit beroperasi pada berbagai tingkat beban. Untuk menilai kinerja turbin gas, maka diperlukan pemantauan pada berbagai parameter diantaranya output daya, efisiensi, laju aliran gas buang, temperatur gas buang, temperatur udara, rasio kompresi hingga laju aliran udara. [2]

Secara khusus, penelitian ini didasari oleh hipotesis bahwa pelaksanaan *Major Inspection* akan meningkatkan efisiensi *thermal Gas Turbine 4.2*, terutama pada kondisi beban menengah hingga beban penuh. PLTG Priok dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki karakteristik operasi base load dengan variasi beban yang nyata, serta ketersediaan data operasional yang lengkap dan terdokumentasi dengan baik, sehingga memungkinkan evaluasi performa sebelum dan sesudah MI dilakukan secara akurat dan komprehensif.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat perbedaan efisiensi *Gas Turbine 4.2* PLTG Priok antara sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*?
2. Apakah terdapat perbandingan nilai efisiensi *Gas Turbine 4.2* PLTG Priok pada saat beroperasi dengan beban 181 MW, 211 MW, dan 250 MW sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*?
3. Apakah faktor-faktor menyebabkan terjadinya perubahan efisiensi *Gas Turbine* yang terjadi pada *Gas Turbine 4.2* PLTG Priok sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbandingan efisiensi *Gas Turbine 4.2* PLTG Priok sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*.

2. Mengetahui perbandingan nilai efisiensi *Gas Turbine* 4.2 PLTG Priok pada variasi beban operasi 181 MW, 211 MW, dan 250 MW sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*.
3. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan efisiensi *Gas Turbine* 4.2 PLTG Priok sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menjadi bahan evaluasi untuk mengetahui perbedaan efisiensi *Gas Turbine* 4.2 PLTG Priok sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*.
2. Sebagai referensi dalam menganalisis perbandingan efisiensi *Gas Turbine* 4.2 PLTG Priok pada variasi beban operasi 181 MW, 211 MW, dan 250 MW sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*.
3. Memberikan pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi perubahan efisiensi *Gas Turbine* 4.2 PLTG Priok sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

1. Lokasi penelitian difokuskan pada turbin gas unit 4.2 di PLTG Blok 4 Priok.
2. Kondisi operasional yang dianalisis hanya mencakup perbandingan performa antara kondisi sebelum dan sesudah *Major Inspection*.
3. Variasi beban turbin gas yang dianalisis mencakup beban 181 MW, 211 MW, dan 250 MW pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan periodik *Major Inspection*.
4. Siklus yang digunakan sebagai dasar analisis adalah siklus *Brayton*, yang merupakan siklus kerja pada sistem PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas).
5. Parameter yang dianalisis meliputi komponen (kompresor, ruang bakar, dan turbin) serta efisiensi thermal.
6. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan EES untuk mendukung analisis dan perhitungan.

1.6 Kebaharuan

1. Analisis efisiensi termal dilakukan pada *Gas Turbine* 4.2 pada tiga variasi beban operasi (181 MW, 211 MW, dan 250 MW). Ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang performa sebelum dan sesudah inspeksi besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yang biasanya melakukan analisis pada satu kondisi beban.
2. Penelitian dilakukan secara langsung pada unit GT 4.2 PLTG Priok, yang berfungsi sebagai unit pengisian dasar dan memiliki data operasional yang lengkap. Dengan demikian, hasil analisis menjadi lebih akurat dan lebih mirip dengan kondisi pembangkit yang sebenarnya.
3. Perhitungan efisiensi thermal yang lebih terverifikasi dan lebih akurat dibandingkan dengan penelitian yang hanya mengandalkan salah satu metode dihasilkan melalui kombinasi perhitungan manual berbasis siklus Brayton dengan validasi menggunakan Engineering Equation Solver (EES).

1.7 Hipotesa

Studi ini berasumsi bahwa pelaksanaan inspeksi utama (MI) meningkatkan efisiensi termal gas turbin GT 4.2 PLTG Priok. Peningkatan kinerja ini diperkirakan lebih besar pada kondisi beban sedang hingga penuh, dengan perbaikan menyeluruh pada komponen utama, yang sebelumnya mengalami penurunan kinerja karena operasi yang lama. Selain itu, diperkirakan bahwa kondisi sebelum dan sesudah inspeksi besar akan menunjukkan perubahan parameter operasi seperti temperatur gas masuk turbin, laju aliran udara, tekanan kompresi, dan kerja kompresor dan turbin.