

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam berbagai aktivitas manusia. Secara nasional, peningkatan jumlah penduduk, perkembangan teknologi, serta pertumbuhan sektor industri turut mendorong meningkatnya kebutuhan terhadap energi listrik. Kondisi ini memunculkan permasalahan, di mana seiring bertambahnya permintaan listrik, kebutuhan terhadap sumber daya yang harus diubah menjadi energi listrik pun ikut meningkat. Oleh karena itu, penerapan program efisiensi energi menjadi hal yang sangat penting guna mengendalikan tingkat konsumsi dan eksploitasi sumber daya, baik dalam proses produksi energi maupun dalam penggunaannya (Sagaf dan Alim, 2019).

Hampir seluruh aktivitas manusia memerlukan energi untuk menunjang berbagai proses dan pekerjaan yang sebelumnya mengandalkan tenaga manusia secara langsung. Di antara berbagai jenis energi yang digunakan, listrik menjadi salah satu yang paling vital karena dibutuhkan untuk beragam keperluan sehari-hari. Seiring dengan perkembangan peradaban dan gaya hidup, permintaan akan energi listrik terus mengalami peningkatan. Namun, kebutuhan energi listrik dalam jumlah besar dan berkelanjutan tidak dapat dipenuhi secara alami. Untuk itu, keberadaan pembangkit listrik yang andal menjadi sangat penting guna memastikan pasokan energi listrik tetap terpenuhi (Mustofa dkk, 2014).

PT YTL Jawa Timur ialah salah satu perusahaan penyedia energi listrik terbesar di Indonesia yang mengoperasikan beberapa pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Salah satu unit pembangkit yang dimiliki adalah unit 6, yang merupakan bagian penting dalam menjaga keandalan dan efisiensi pasokan listrik di wilayah Jawa Timur. Dalam operasi pembangkit listrik tenaga uap, salah satu parameter kinerja yang sangat penting adalah *heat rate* turbin. *Heat rate* turbin merupakan ukuran efisiensi termal yang menunjukkan jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu satuan energi listrik. Semakin rendah *heat*

rate turbin, semakin efisien proses konversi energi panas menjadi energi Listrik. Namun, *heat rate* turbin dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah variasi pembebanan (beban operasi) pada unit pembangkit. Pembebanan yang berbeda beda dapat memengaruhi efisiensi proses konversi energi, sehingga berdampak pada *heat rate* turbin.

PLTU Moramo adalah salah satu pembangkit listrik tenaga uap di Indonesia yang memanfaatkan batubara sebagai bahan bakar utama dengan kapasitas sebesar 2×50 MW. Operasi pembangkit ini tidak berjalan pada beban tetap, melainkan mengalami perubahan sesuai dengan fluktuasi kebutuhan daya di jaringan distribusi. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa performa turbin uap pada PLTU Moramo cenderung membaik seiring bertambahnya beban operasional yang diterima pembangkit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan daya yang dihasilkan oleh PLTU Moramo berbanding lurus dengan peningkatan kinerja turbin uapnya. Hal ini terlihat dari peningkatan efisiensi rata-rata dari 39,138% pada beban 30 MW Net menjadi 39,369% pada beban 40 MW Net, dan meningkat menjadi 39,976% pada beban 50 MW Net. Selain itu, peningkatan kinerja juga ditunjukkan oleh penurunan *heat rate* turbin rata-rata dari 10.137,79 kJ/kWh pada beban 30 MW Net menjadi 9.633,95 kJ/kWh pada beban 40 MW Net, dan menurun menjadi 9.333,77 kJ/kWh pada beban 50 MW Net. Informasi ini menunjukkan bahwa peningkatan beban operasional berbanding lurus dengan peningkatan kinerja turbin uap, yang tercermin dari menurunnya nilai *heat rate* pada turbin. Kondisi tersebut dapat dijelaskan melalui analisis termodinamika, di mana pada beban yang lebih tinggi, sistem pembangkit cenderung beroperasi lebih dekat dengan kondisi desain idealnya sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih baik (Ilham dkk, 2021).

PLTU Unit 5 dan 6 yang dioperasikan oleh PT YTL Jawa Timur dalam menjalankan fungsinya untuk membangkitkan daya dapat dianalisa ukuran keandalannya sebagai dasar pertimbangan pengoperasian dan perawatan. Ukuran keandalan suatu pembangkit dapat ditentukan dengan paramater nilai *heat rate*. *Heat rate* dapat didefinisikan sebagai jumlah dari energi bahan bakar yang dibutuhkan suatu unit untuk menghasilkan sejumlah energi listrik selama satu jam

(1 kWh) (Jhoantoro, 2018). *Heat Rate* dinyatakan dalam satuan kCal/kWh, maupun dalam satuan kJ/kWh, dimana nilainya dapat ditentukan dengan mengetahui nilai energi input turbin (*steam*) dan daya yang mampu dibangkitkan oleh generator. Pada akhirnya, sesuai paparan singkat diatas mengenai ukuran keandalan pembangkit sebagai dasar pertimbangan dan perawatan, pada penelitian ini akan dibahas lebih lanjut mengenai perhitungan *turbine heat rate* pada unit 6, dengan meninjau faktor variasi pembebanan pada beban tertentu dan membandingkan dengan nilai pada saat komisioning turbin untuk melihat sudah sejauh mana gap yang semakin menurun dari pada saat komisioning dan pada saat data terbaru.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian yang diambil adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana konsep dan prinsip kerja sistem pembangkit tenaga uap, serta metode perhitungan nilai *turbine heat rate* dengan mempertimbangkan variasi pembebanan?
2. Bagaimana pengaruh variasi pembebanan terhadap nilai *turbine heat rate* dan efisiensi turbin pada unit 6 PT YTL Jawa Timur?
3. Bagaimana perbandingan antara nilai perhitungan *turbine heat rate* pada variasi pembebanan dengan hasil *turbine heat rate test* yang telah dilakukan pada unit 6 oleh PT YTL Jawa Timur?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sistem pembangkit tenaga uap, serta pembahasan perihal nilai *turbine heat rate* dengan meninjau variasi pembebanan.
2. Menganalisis nilai dari *turbine heat rate* dan efisiensi *turbine* terhadap variasi pembebanan untuk mengetahui pada pembebanan berapa yang terbaik.
3. Membandingkan nilai hasil *turbine heat rate* unit 6 kondisi tanggal terbaru dengan *turbine heat rate test* yang telah dilakukan perusahaan pada saat komisioning.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang, manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut ini.

1. Sebagai ilmu pengetahuan penerapan ilmu Teknik Energi Terbarukan khususnya yang menjadi minat dibidang sistem pembangkit tenaga uap perihalnya dengan perhitungan *turbine heat rate* pada PLTU yang dioperasikan oleh PT YTL Jawa Timur.
2. Sebagai pemahaman pengaruh variasi pembebanan, PT YTL dapat mengoptimalkan operasi turbin pada kondisi pembebanan yang paling efisien.
3. Untuk menghemat biaya bahan bakar dan meningkatkan efisiensi produksi listrik bagi unit pembangkit PT YTL Unit 6.
4. Penelitian ini dapat memperkaya literatur dan pengetahuan tentang analisis kinerja turbin uap dalam konteks pembangkit listrik di Indonesia, sehingga bermanfaat bagi penelitian dan pengembangan lebih lanjut di bidang ini.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini mempunyai beberapa hal yang tidak akan dibahas dalam penelitian. Batasan masalah penelitian dapat ditunjukkan sebagai berikut ini.

1. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis perhitungan turbin *heat rate* pada unit 6 pembangkit listrik tenaga uap yang dimiliki oleh PT YTL Jawa Timur.
2. Variasi pembebanan yang dianalisis dibatasi pada kisaran pembebanan operasional normal yang diizinkan untuk unit 6 tersebut.
3. Penelitian ini tidak membahas faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi turbin *heat rate*, seperti kondisi lingkungan, kualitas bahan bakar, atau efisiensi komponen lain dalam siklus pembangkit listrik tenaga uap.
4. Hasil penelitian ini hanya berlaku untuk unit 6 pada pembangkit listrik tenaga uap milik PT YTL Jawa Timur dan belum tentu dapat digeneralisasi untuk unit atau pembangkit lain dengan karakteristik yang berbeda