

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) merupakan unit pembangkit terbesar dengan energi yang ramah lingkungan berbasis sumber daya panas bumi. Pembangkit listrik tenaga panas bumi memanfaatkan uap yang bersumber dari panas bumi untuk memutar turbin agar dapat membuat generator menghasilkan energi listrik. Untuk membangkitkan listrik dengan panas bumi dilakukan dengan mengebor tanah di daerah yang berpotensi panas bumi untuk membuat lubang gas panas yang akan dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin uap yang tersambung ke Generator, (Manguma et al., 2021).

Penggunaan PLTP tidak hanya membantu mengurangi emisi karbon dioksida dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil, tetapi juga memiliki dampak lingkungan yang lebih kecil karena membutuhkan lahan yang relatif sedikit, dalam proses pembangkitan listrik menggunakan tenaga panas bumi ini tentunya perlu menggunakan generator, generator yang digunakan merupakan generator sinkron.

Pembebanan pada generator merupakan suatu proses dimana generator harus menyesuaikan daya keluarannya sesuai dengan perubahan kebutuhan beban listrik. Fluktuasi beban ini dapat disebabkan oleh banyak faktor, seperti perubahan konsumsi daya pengguna, gangguan jaringan listrik, atau perubahan pembangkitan listrik dari sumber lain. Ketika beban pada generator berubah secara tiba-tiba,

generator harus menyesuaikan *output*nya dengan cepat untuk menjaga stabilitas sistem. Fluktuasi beban yang sering terjadi dan besar dapat menyebabkan sejumlah masalah pada generator. Pertama, perubahan beban secara tiba-tiba dapat menyebabkan fluktuasi tegangan dan arus pada generator sehingga dapat meningkatkan kehilangan daya dalam bentuk panas. Kedua, fluktuasi beban dapat mempengaruhi faktor daya ($\cos \phi$) generator. Berkurangnya faktor daya ini akan menyebabkan efisiensi generator menurun karena generator harus bekerja lebih keras untuk menghasilkan daya yang sama. Perubahan beban yang tidak stabil dapat menyebabkan keausan mekanis pada komponen generator, seperti rotor dan stator, yang pada akhirnya dapat mengurangi umur operasi generator. Oleh karena itu, penting untuk mengelola dan mengendalikan beban generator dengan baik untuk meminimalkan fluktuasi dan menjaga kinerja serta keandalan sistem pembangkitan.

Kinerja dari generator ini di pengaruhi oleh nilai efisiensi dalam konteks seberapa baik generator tersebut bekerja. Oleh karena itu, generator harus beroperasi dengan efisiensi yang tinggi agar energi listrik yang dihasilkan bisa berkualitas. Efisiensi generator adalah perbandingan antara daya keluaran yang dihasilkan dengan daya masukan yang diperlukan. Untuk memastikan energi listrik yang dihasilkan berkualitas, generator harus beroperasi dengan efisiensi tinggi. Menurut standar IEC 60034-1 tahun 2017, efisiensi generator sinkron sebaiknya di atas 85% (Fadilah et al., 2024). Ini adalah persamaan penting dalam termodinamika untuk mengukur seberapa efektif energi dikonversi. Pada generator, daya masukan berupa daya mekanik karena turbin dan generator terhubung dan bekerja bersama untuk menghasilkan daya listrik. Semakin tinggi efisiensi generator, semakin besar

daya *output* yang dihasilkan. Efisiensi generator juga mempengaruhi kinerja sistem PLTP semakin tinggi efisiensi generator, semakin baik keandalan sistem tersebut, (Wijaya et al., 2022).

Penelitian tentang analisis fluktuasi beban terhadap efisiensi generator sinkron telah dilakukan antara lain oleh (Muharrir & Hajar, 2019), Penelitian membahas pengaruh fluktuasi beban terhadap efisiensi generator sinkron, dengan landasan teori yang fokus pada hubungan antara variasi beban dan kinerja generator. Penelitian ini dilakukan di PLTP PT. Indonesia Power Kamojang dilakukan di unit 2 Kamojang Hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi rata-rata generator unit 2 pada bulan Februari 2019 adalah 92,89%, sedikit di bawah efisiensi desain sebesar 98,4%. Meskipun mengalami penurunan, efisiensi generator masih tergolong baik dan mampu memasok listrik ke jaringan. Penurunan efisiensi ini perlu menjadi perhatian untuk dilakukan pemeliharaan agar generator dapat terus beroperasi secara optimal dan efisien.

Penelitian lainnya yaitu oleh (Manangka et al., 2022), Penelitian ini menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai beban yang dihasilkan oleh generator maka efisiensi yang diperoleh akan semakin besar, dan semakin rendah nilai beban yang dihasilkan oleh generator maka efisiensi yang dihasilkan oleh generator akan semakin menurun. Ketika nilai beban yang dihasilkan generator paling tinggi yaitu 19 MW maka efisiensi yang diperoleh mencapai 88%. Sedangkan ketika nilai beban yang diperoleh sebesar 12 MW, efisiensi yang dicapai hanya sebesar 56%. Oleh karena itu, tingkat efisiensi generator dipengaruhi oleh besar kecilnya beban yang dihasilkan oleh generator tersebut. Perubahan beban yang terjadi pada generator

disebabkan oleh faktor rugi-rugi pada generator, antara lain rugi-rugi panas pada belitan (*winding*), rugi-rugi pada inti (*core*) generator, serta rugi-rugi mekanis akibat gesekan dengan udara pada saat berputar. Kehilangan panas dari inti dan belitan generator dipengaruhi oleh sistem pendingin generator.

Maka dari itu, penelitian ini sangat penting dilakukan untuk meningkatkan efisiensi generator dengan menganalisis fluktuasi beban. Fluktuasi beban yang sering terjadi dapat menyebabkan penurunan efisiensi pada generator, sehingga diperlukan penelitian mendalam untuk memahami dan mengatasi masalah ini. Efisiensi generator yang lebih baik akan mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional, serta meningkatkan keandalan dan umur operasional generator. Maka dari itu, penulis melakukan penelitian mengenai hal tersebut dalam tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PENGARUH FLUKTUASI BEBAN TERHADAP EFISIENSI GENERATOR DI PT PLN INDONESIA POWER UBP KAMOJANG”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi masalah, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh fluktuasi beban terhadap efisiensi generator di PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang
2. Analisis efisiensi operasional generator dalam aspek ekonomi energi di PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang
3. Analisis kondisi efisiensi aktual generator di PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Menganalisis pengaruh fluktuasi beban pada efisiensi generator di PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang
2. Menganalisis efisiensi operasional generator dalam aspek ekonomi energi di PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang
3. Menganalisis kondisi efisiensi aktual generator di PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang

Penelitian ini dapat membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi operasional generator. Dengan demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi konsumsi bahan bakar, dan menurunkan biaya operasional perusahaan secara keseluruhan.

2. Bagi bidang pendidikan dan teknologi

Penelitian ini dapat mendukung pengembangan strategi pemeliharaan yang lebih efektif, menambah wawasan dalam bidang teknik elektro, serta berkontribusi pada penggunaan energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan efisiensi yang lebih baik, kualitas pelayanan listrik kepada konsumen juga dapat ditingkatkan, mengurangi risiko gangguan dan meningkatkan stabilitas pasokan listrik.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat membuat masyarakat mendapatkan manfaat berupa ketersediaan listrik yang lebih stabil dan andal. Peningkatan efisiensi ini dapat mengurangi frekuensi pemadaman listrik atau gangguan daya, sehingga aktivitas sehari-hari yang bergantung pada listrik, baik di rumah tangga, industri, maupun layanan publik, dapat berjalan dengan lebih lancar.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Pengambilan data terbatas pada generator unit 1

Data yang digunakan dalam penelitian ini hanya berasal dari unit 1, sehingga hasil analisisnya hanya berlaku untuk unit tersebut dan tidak mencerminkan kondisi unit lainnya.

2. Analisis tidak mencakup interaksi dengan sistem distribusi

Penelitian berfokus pada perbandingan biaya produksi dan pendapatan dari tarif jual ke PLN. Faktor teknis, kebijakan pemerintah, serta fluktuasi nilai tukar tidak termasuk dalam pembahasan.

3. Analisis hanya mencakup parameter operasional tanpa memperhitungkan faktor eksternal

Penelitian ini hanya difokuskan pada analisis parameter-parameter operasional seperti daya keluaran, arus, tegangan, dan faktor daya. Faktor eksternal seperti kondisi cuaca, lingkungan, dan kebijakan ekonomi tidak diperhitungkan dalam analisis ini, sehingga hasilnya hanya berlaku untuk parameter internal yang mempengaruhi kinerja generator.