

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Lemukutan di Kabupaten Bengkayang merupakan salah satu wilayah kepulauan di Provinsi Kalimantan Barat yang hingga saat ini belum terhubung dengan sistem interkoneksi kelistrikan nasional. Kondisi geografis dan keterbatasan infrastruktur menyebabkan sistem kelistrikan di pulau ini harus dioperasikan secara mandiri menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sebagai satu-satunya sumber pasokan energi listrik bagi masyarakat setempat. Sistem kelistrikan yang beroperasi secara mandiri atau *isolated* memiliki karakteristik khusus, terutama dalam hal keterbatasan suplai daya serta ketergantungan penuh pada kinerja dan keandalan mesin diesel untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik [1].

Sebagai sistem *isolated*, PLTD Lemukutan tidak memiliki cadangan daya eksternal yang dapat digunakan untuk menyeimbangkan fluktuasi beban. Seluruh perubahan konsumsi listrik pelanggan harus ditanggung langsung oleh pembangkit, sehingga variasi beban memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap stabilitas operasi mesin diesel. Dalam kondisi ini, kesalahan strategi pengoperasian dapat berdampak langsung pada penurunan efisiensi, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta risiko gangguan pasokan listrik.

PLTD Lemukutan beroperasi secara terbatas selama sekitar 14 jam per hari, yaitu mulai pukul 16.00 hingga 06.00, mengikuti pola kebutuhan energi masyarakat yang dominan pada malam hingga pagi hari. Pola konsumsi listrik masyarakat yang tidak konstan menyebabkan beban generator berfluktuasi secara signifikan dari waktu ke waktu. Pada jam beban puncak, kebutuhan daya meningkat sehingga dua atau lebih unit mesin diesel harus dioperasikan secara paralel untuk memenuhi permintaan beban. Sebaliknya, pada jam beban rendah, pengoperasian satu unit mesin diesel dinilai cukup untuk melayani kebutuhan listrik.

Perubahan beban ini secara langsung memengaruhi parameter operasi mesin diesel, seperti konsumsi bahan bakar, efisiensi termal, serta nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) [2], [3].

Pada kondisi beban rendah, mesin diesel cenderung beroperasi jauh dari titik efisiensi optimalnya. Proses pembakaran bahan bakar tidak berlangsung secara sempurna akibat rendahnya temperatur dan tekanan di dalam ruang bakar, sehingga sebagian energi bahan bakar tidak dapat dikonversi secara efektif menjadi energi mekanik. Kondisi ini menyebabkan penurunan efisiensi energi dan peningkatan konsumsi bahan bakar per satuan energi listrik yang dihasilkan, yang pada akhirnya berdampak pada meningkatnya biaya operasional pembangkit.

Selain permasalahan pembebanan, keterbatasan instrumen operasi di PLTD Lemukutan juga menjadi tantangan tersendiri dalam analisis performa mesin diesel. Parameter yang tersedia umumnya terbatas pada daya keluaran generator, volume konsumsi bahan bakar, serta durasi waktu operasi mesin. Instrumen pengukuran lain yang lazim digunakan dalam analisis performa mesin diesel, seperti tekanan udara masuk, temperatur gas buang, dan tekanan silinder, tidak tersedia di lapangan [4]. Akibatnya, pendekatan analisis performa yang biasa dilakukan dalam skala laboratorium tidak dapat diterapkan secara langsung pada kondisi operasional PLTD Lemukutan.

Bahan bakar yang digunakan pada PLTD Lemukutan adalah B40, yaitu campuran biodiesel dengan solar konvensional yang diterapkan secara nasional sebagai bagian dari kebijakan kemandirian energi. Penggunaan bahan bakar B40 memiliki karakteristik nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan solar murni, sehingga berpotensi memengaruhi konsumsi bahan bakar dan efisiensi mesin diesel. Namun, dalam penelitian ini, penggunaan B40 diperlakukan sebagai kondisi eksisting sistem bahan bakar yang tidak dimodifikasi, sehingga analisis difokuskan pada kinerja mesin diesel dalam kondisi operasional nyata [5].

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu kajian yang mampu mengevaluasi hubungan antara variasi beban aktual dengan konsumsi bahan bakar serta efisiensi energi mesin diesel pada sistem *isolated*. Penelitian ini berfokus pada analisis performa mesin diesel

berdasarkan parameter yang tersedia secara realistis di PLTD Lemukutan, sehingga hasil yang diperoleh dapat mencerminkan kondisi operasional yang sebenarnya. Analisis ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan strategi pengoperasian mesin diesel yang lebih efisien, guna menekan biaya bahan bakar sekaligus meningkatkan keandalan sistem kelistrikan *isolated* di Pulau Lemukutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi beban listrik terhadap konsumsi bahan bakar mesin diesel pada sistem isolated PLTD Lemukutan?
2. Bagaimana karakteristik nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) mesin diesel pada mode operasi satu unit dan dua unit paralel di PLTD Lemukutan?
3. Bagaimana tingkat efisiensi energi mesin diesel pada berbagai kondisi pembebanan berdasarkan data operasi aktual?
4. Mode operasi pembangkit manakah yang memberikan kinerja paling efisien dari sisi konsumsi bahan bakar dan efisiensi energi pada sistem isolated PLTD Lemukutan?

1.3 Tujuan Penelitian

Melihat rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis hubungan antara variasi beban listrik dengan konsumsi bahan bakar mesin diesel pada sistem isolated PLTD Lemukutan berdasarkan data operasi aktual.
2. Menentukan nilai *Specific Fuel Consumption* (SFC) mesin diesel pada berbagai mode operasi (operasi satu unit dan dua unit paralel) sebagai indikator efisiensi penggunaan bahan bakar.
3. Mengevaluasi efisiensi energi mesin diesel pada kondisi pembebanan yang berbeda untuk mengidentifikasi rentang operasi yang paling ekonomis.

4. Memberikan gambaran strategi pembebanan mesin diesel yang lebih efisien dan sesuai dengan keterbatasan teknis sistem isolated PLTD Lemukutan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis:

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi dan pemahaman mengenai karakteristik konsumsi bahan bakar, *Specific Fuel Consumption* (SFC), dan efisiensi energi mesin diesel pada sistem pembangkit listrik isolated, khususnya yang beroperasi dengan keterbatasan data pengukuran lapangan.

2. Manfaat Praktis:

Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi bagi pengelola PLTD Lemukutan dalam menentukan strategi pembebanan mesin diesel yang lebih efisien, terutama dalam pengambilan keputusan antara operasi satu unit dan dua unit paralel sesuai dengan variasi beban listrik harian.

3. Manfaat Operasional

Penelitian ini memberikan gambaran kondisi operasi aktual mesin diesel berdasarkan data logsheet, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar dan menekan biaya operasional pembangkit tanpa mengurangi keandalan pasokan listrik.

4. Manfaat Pengembangan Selanjutnya:

Hasil dan metode analisis dalam penelitian ini dapat dijadikan acuan awal bagi penelitian lanjutan yang mengkaji performa mesin diesel dengan parameter pengukuran yang lebih lengkap atau penerapan sistem pendukung seperti penyimpanan energi pada sistem isolated.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

1. Penelitian dilakukan di PLTD Lemukutan dengan sistem isolated.
2. Data penelitian berasal dari logsheet operasi aktual selama 4 hari.
3. Analisis terfokus pada konsumsi bahan bakar dan efisiensi energi menggunakan parameter SFC.
4. Pengukuran temperatur gas buang dan tekanan udara masuk tidak dilakukan akibat keterbatasan instrumen.
5. Penggunaan bahan bakar B40 diperlakukan sebagai kondisi eksisting dalam sistem.