

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD), keberadaan suplai arus searah (DC) memegang peranan penting dalam menjaga keandalan sistem, khususnya pada sistem proteksi dan sistem *starting* mesin. Sumber DC digunakan untuk memberikan daya kepada rangkaian kontrol, *relay* proteksi, serta untuk mengaktifkan motor *starter* yang memutar poros engkol mesin hingga mencapai kecepatan minimum agar proses pembakaran dapat berlangsung. Tanpa suplai DC yang stabil dan andal, sistem proteksi tidak dapat berfungsi dengan benar dan mesin diesel tidak dapat dioperasikan secara optimal.

Unit Layanan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (ULPLTD) Sanggau dan Sintang, khususnya PLTD Sawai Baru yang berlokasi di Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat, merupakan salah satu pembangkit listrik diesel yang berada di bawah pengelolaan PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Kapuas. PLTD Sawai Baru memiliki kapasitas terpasang sebesar 10.640 kW dengan daya mampu pasok mencapai 8.000 kW, serta berperan penting dalam menyuplai kebutuhan energi listrik pada Sistem *Isolated* Putussibau. Sebagai sistem kelistrikan terisolasi, keandalan setiap unit pembangkit menjadi faktor krusial dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik bagi masyarakat dan aktivitas ekonomi di wilayah tersebut.

Pada PLTD Sawai Baru, setiap unit mesin Mitsubishi S16R PTA-S saat ini masih menggunakan sumber DC terpisah, di mana masing-masing mesin dilengkapi dengan baterai sendiri yang diisi ulang melalui alternator yang terhubung langsung dengan mesin. Sistem ini secara prinsip tergolong sederhana dan umum diterapkan pada pembangkit diesel konvensional. Namun berdasarkan hasil observasi di lapangan, konfigurasi tersebut menimbulkan sejumlah permasalahan teknis yang berdampak terhadap keandalan sistem secara keseluruhan.

Permasalahan utama terjadi pada sistem pengisian baterai (*charging system*). Alternator yang digunakan sering menghasilkan arus pengisian yang tidak stabil,

terutama pada saat terjadi perubahan beban mesin dan selama operasi dalam durasi panjang. Arus pengisian yang berlebih (*overcurrent*) menyebabkan baterai mengalami peningkatan suhu (*overheating*), sehingga mempercepat degradasi sel baterai dan menurunkan umur pakainya. Selain itu, komponen alternator seperti kumparan stator, sikat (*brush*), dan IC regulator juga rentan mengalami gangguan akibat suhu ruang mesin yang tinggi serta getaran mekanis selama mesin beroperasi. Gangguan pada salah satu komponen tersebut dapat menyebabkan proses pengisian baterai tidak berjalan optimal, bahkan terhenti sepenuhnya.

Secara teknis, sistem suplai DC pada pembangkit listrik tenaga diesel diharapkan mampu menjaga tegangan kerja pada rentang 24–28 VDC, dengan penurunan tegangan maksimum sebesar 5%, serta memiliki efisiensi sistem di atas 90% dan tingkat keandalan (*availability*) mendekati 0,999 sesuai dengan standar sistem catu daya industri dan pembangkit. Parameter-parameter tersebut menjadi tolok ukur utama dalam menjamin kesiapan starting mesin serta keberlangsungan fungsi sistem proteksi.

Namun, berdasarkan kondisi eksisting di PLTD Sawai Baru, sistem DC yang menggunakan pengisian baterai berbasis alternator mesin menunjukkan variasi arus pengisian yang cukup signifikan antar unit, serta ketergantungan langsung pada kondisi operasi mesin. Kondisi ini berpotensi menyebabkan efisiensi sistem berada di bawah nilai ideal, mempercepat degradasi baterai, serta menurunkan keandalan suplai DC terhadap sistem proteksi dan starting mesin diesel.

Kondisi tersebut berdampak langsung pada kinerja sistem *starting* dan sistem proteksi. Ketika tegangan baterai turun di bawah batas nominal, motor *starter* tidak mampu memutar poros engkol mesin secara optimal sehingga proses *starting* menjadi gagal atau tertunda. Pada saat yang sama, sistem proteksi berpotensi kehilangan suplai daya untuk mengaktifkan relai, sistem alarm, maupun rangkaian kontrol lainnya. Dalam beberapa kasus, unit mesin yang berada dalam kondisi siaga (*standby*) tidak dapat segera dioperasikan akibat kondisi baterai yang lemah, sehingga menurunkan tingkat kesiapan dan keandalan operasi pembangkit.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu solusi yang mampu meningkatkan efisiensi, kestabilan, dan keandalan sistem suplai DC. Salah satu alternatif yang dikaji adalah penerapan sistem sentralisasi DC *source*, yaitu konfigurasi di mana sumber DC

berupa baterai dan *charger* dikonsolidasikan dalam satu sistem terpusat yang dapat digunakan bersama oleh beberapa unit mesin. Sistem sentralisasi ini diharapkan mampu menyediakan suplai DC yang lebih stabil, mengurangi risiko *overheating* baterai, serta mempermudah proses pemantauan, pengendalian, dan pemeliharaan sistem DC secara menyeluruh.

Melalui penelitian ini, dilakukan analisis kinerja sistem sentralisasi DC *source* pada sistem proteksi dan sistem starting mesin diesel di PLTD Sawai Baru. Analisis difokuskan pada parameter stabilitas tegangan, efisiensi energi, serta keandalan sistem (*availability*) sebagai indikator utama dalam menilai kinerja suplai DC terhadap fungsi proteksi dan kesiapan *starting* mesin. Dengan fokus tersebut, penelitian ini berada dalam ranah proteksi mesin diesel, khususnya dalam mengevaluasi pengaruh konfigurasi sistem DC terhadap keandalan operasi unit dan kontinuitas pembangkitan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang aplikatif dalam upaya meningkatkan keandalan sistem suplai DC dan sistem proteksi pembangkit diesel di bawah pengelolaan PT PLN Nusantara Power.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kinerja sistem DC *source* eksisting pada sistem proteksi dan sistem starting mesin diesel di PLTD Sawai Baru ditinjau dari parameter tegangan, efisiensi, dan keandalan sistem?
2. Permasalahan teknis apa saja yang timbul akibat penerapan sistem DC terpisah dengan sumber pengisian alternator terhadap keandalan sistem proteksi dan kesiapan *starting* mesin?
3. Bagaimana perbandingan kinerja antara sistem sentralisasi DC *source* dan sistem DC eksisting ditinjau dari aspek efisiensi energi, kestabilan tegangan, serta keandalan sistem (*availability*)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja sistem DC *source* eksisting pada Unit 1 sampai dengan Unit 6 PLTD Sawai Baru yang masih menggunakan pengisian dari alternator mesin,

meliputi karakteristik pengisian, kondisi baterai, serta keandalan sistem proteksi dan sistem *starting* mesin diesel.

2. Menganalisis kinerja sistem sentralisasi DC *source* yang telah diterapkan pada Unit 7 dan Unit 8 PLTD Sawai Baru, ditinjau dari aspek efisiensi distribusi daya, kestabilan tegangan, dan keandalan sistem dalam mendukung fungsi proteksi dan *starting* mesin diesel.
3. Mengevaluasi dan membandingkan kinerja sistem DC eksisting dengan sistem sentralisasi DC *source*, serta menyusun rekomendasi teknis guna meningkatkan keandalan sistem suplai DC pada PLTD Sawai Baru.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran dan evaluasi kinerja sistem DC eksisting serta sistem sentralisasi DC *source* yang telah diterapkan di PLTD Sawai Baru, khususnya dalam mendukung keandalan sistem proteksi dan sistem *starting* mesin diesel.
2. Menjadi bahan pertimbangan teknis bagi pengelola pembangkit dalam pengelolaan dan pengembangan sistem suplai DC yang lebih andal, efisien, dan mudah dalam pemeliharaan.
3. Menambah referensi dan studi kasus terkait penerapan sistem sentralisasi DC *source* pada pembangkit listrik tenaga diesel, serta membuka peluang pengembangan lebih lanjut pada sistem suplai DC di masa mendatang.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Agar penelitian ini terarah dan tidak meluas, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian difokuskan pada sistem proteksi dan sistem *starting* mesin diesel, khususnya keterkaitan kinerja sistem suplai DC terhadap keandalan fungsi proteksi dan kesiapan *starting* mesin.
2. Sistem DC yang dianalisis adalah sistem DC 24 VDC yang digunakan untuk sistem proteksi dan *starting* mesin diesel Mitsubishi S16R PTA-S di PLTD Sawai Baru.
3. Analisis dilakukan pada sistem DC eksisting di Unit 1 sampai dengan Unit 6 serta sistem sentralisasi DC *source* yang telah diterapkan di Unit 7 dan Unit 8 PLTD Sawai Baru.

4. Parameter teknis yang dianalisis meliputi tegangan DC, arus pengisian, serta keandalan suplai daya DC dalam mendukung operasi sistem proteksi dan *starting* mesin.
5. Pengukuran dan pengumpulan data dilakukan terhadap parameter listrik aktual di lapangan, yang selanjutnya dibandingkan dengan hasil analisis dan acuan teknis yang berlaku.
6. Penelitian ini tidak mencakup perancangan fisik panel DC atau modifikasi peralatan utama, melainkan berfokus pada analisis kinerja, efisiensi, dan keandalan sistem DC berdasarkan konfigurasi yang telah diterapkan.
7. Data yang digunakan berasal dari hasil observasi lapangan, data teknis mesin dan sistem DC, serta literatur dan standar teknis yang relevan dengan sistem suplai DC pembangkit listrik tenaga diesel.

1.6 Kebaharuan

Kebaharuan penelitian ini terletak pada analisis penerapan sistem sentralisasi DC *source* yang mengintegrasikan suplai daya DC untuk sistem proteksi dan *starting* beberapa unit mesin diesel dalam satu sistem pembangkit PLTD. Pendekatan ini berbeda dengan kondisi eksisting, di mana sistem DC masih diterapkan secara terpisah pada masing-masing unit mesin dengan sumber pengisian baterai berasal dari alternator mesin.

Penelitian ini mengangkat kondisi nyata di lapangan, khususnya permasalahan ketidakstabilan pengisian baterai akibat karakteristik alternator mesin, yang berpengaruh terhadap keandalan sistem proteksi dan *starting*. Analisis dilakukan berdasarkan data empiris hasil pengukuran dan observasi aktual pada unit eksisting dan unit yang telah menerapkan sistem sentralisasi DC *source*.

Selain itu, penelitian ini menitikberatkan pada analisis efisiensi distribusi daya DC, kestabilan tegangan, dan keandalan sistem DC pada PLTD skala daerah, yang masih terbatas dibahas pada penelitian sebelumnya. Dengan pendekatan tersebut, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dan aplikatif dalam peningkatan keandalan sistem DC pada pembangkit listrik tenaga diesel.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat evaluatif, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem proteksi dan keandalan operasi mesin diesel pada pembangkit listrik tenaga diesel skala daerah.

1.7 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan kajian awal, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerapan sistem sentralisasi DC *source* pada sistem proteksi dan *starting* mesin diesel menghasilkan efisiensi penggunaan energi DC yang lebih baik dibandingkan sistem DC terpisah dengan sumber pengisian dari alternator mesin.
2. Sistem sentralisasi DC *source* memiliki tingkat keandalan (*availability*) yang lebih tinggi dibandingkan sistem DC eksisting karena tidak bergantung pada kondisi operasional alternator masing-masing mesin.
3. Penerapan sistem sentralisasi DC *source* mampu menjaga penurunan tegangan (*voltage drop*) pada jaringan DC tetap di bawah 5%, sehingga memenuhi persyaratan operasi sistem proteksi dan *starting* mesin diesel.