

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT PLN Unit Pelaksana Pembangkitan Papua dan Papua Barat, ULPLTA Orya Genyem merupakan salah satu sub-unit pembangkitan yang berada di bawah Unit Bisnis Pengusahaan PT PLN Unit Induk Wilayah Papua dan Papua Barat. Di Provinsi Papua banyak terdapat potensi sumber energi terbarukan, salah satunya adalah tenaga air. Dengan memanfaatkan potensi tenaga air yang melimpah, ULPLTA Orya Genyem berperan penting dalam penyediaan energi listrik berkelanjutan bagi wilayah Jayapura dan sekitarnya. Pemanfaatan sumber energi terbarukan ini juga merupakan bentuk dukungan terhadap komitmen PT PLN (Persero) untuk mewujudkan *Net Zero Emission (NZE)* pada tahun 2060 melalui penyediaan energi hijau yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. [1]

ULPLTA Orya Genyem adalah salah satu pusat pembangkit tenaga air yang berlokasi di Kabupaten Jayapura, Distrik Unurumguay, dengan kapasitas terpasang sebesar 20 MW yang terdiri dari dua unit mesin pembangkit masing-masing berkapasitas 10 MW dan tegangan keluaran 10,5 kV. PLTA ini menyalurkan energi listrik melalui sistem transmisi SUTT 70 kV dan jaringan distribusi 20 kV untuk memenuhi kebutuhan daya di Kota Jayapura serta daerah sekitar. Dengan Biaya Pokok Produksi (BPP) sekitar Rp 600/kWh, keandalan operasi PLTA ini sangat menentukan stabilitas pasokan listrik di wilayah Papua bagian utara yang memiliki topografi menantang dan akses infrastruktur terbatas. [2]

Dalam sistem pembangkitan tenaga air, generator sinkron berfungsi mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Sinkronisasi antara generator dan sistem tenaga listrik harus dijaga agar frekuensi, tegangan, dan sudut fasa selalu berada pada kondisi serempak (sinkron). Ketidaksinkronan (loss of synchronism) dapat menyebabkan fluktuasi tegangan, getaran mekanis, penurunan efisiensi, bahkan trip unit pembangkit. Faktor penyebabnya meliputi ketidakstabilan eksitasi, lonjakan beban mendadak, gangguan sistem proteksi, serta perubahan torsi mekanik pada turbin air.

Selain aspek sinkronisasi, sistem eksitasi (excitation system) memegang peran vital dalam menjaga kestabilan tegangan generator sinkron. Perubahan kecil pada arus eksitasi dapat memengaruhi daya reaktif dan tegangan keluaran generator. Pada kondisi tertentu, misalnya bila Automatic Voltage Regulator (AVR) tidak bekerja optimal, generator dapat mengalami loss of excitation, yang merupakan salah satu penyebab utama kegagalan sinkron. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada generator bersangkutan, tetapi juga dapat menimbulkan gangguan pada sistem kelistrikan secara keseluruhan.

PLTA Orya Genyem menghadapi tantangan berupa fluktuasi beban harian serta kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti kelembapan tinggi dan variasi temperatur yang dapat memengaruhi performa peralatan listrik. Oleh karena itu, diperlukan analisis menyeluruh terhadap kondisi sinkronisasi generator, khususnya Unit #1, untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kegagalan sinkron serta dampaknya terhadap kestabilan sistem pembangkitan. Analisis ini diharapkan memberikan rekomendasi teknis dalam peningkatan keandalan operasi pembangkit melalui evaluasi prosedur sinkronisasi, optimalisasi sistem eksitasi, dan peningkatan kinerja sistem proteksi. [3]

Penelitian ini mengangkat judul “Analisa Sinkronisasi Generator Unit #1 PLTA Orya Genyem pada Sistem Grid” karena proses sinkronisasi merupakan tahapan kritis yang menentukan keberhasilan generator ketika paralel dengan jaringan listrik PLN. Pada sistem kelistrikan Papua yang cenderung bersifat weak grid, ketidaksempurnaan sinkronisasi dapat berdampak signifikan terhadap kestabilan tegangan dan frekuensi pada jaringan. Oleh sebab itu, penelitian ini tidak hanya menganalisis proses sinkronisasi secara umum, tetapi juga membandingkan kondisi sebelum sinkronisasi dan setelah sinkronisasi untuk melihat perubahan parameter operasional secara aktual.

Selain itu, penelitian ini didukung oleh pengambilan data operasi selama enam bulan, yang mencakup data tegangan, frekuensi, arus, faktor daya, sudut fasa, serta riwayat gangguan. Rentang waktu tersebut dipilih untuk memperoleh gambaran yang representatif terhadap kondisi riil operasi generator serta variasi beban harian dan musiman. Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai karakteristik kerja generator sinkron, potensi penyebab gangguan sinkron, serta langkah-langkah

pencegahan untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan pembangkitan energi listrik di Papua. Penelitian ini juga berperan dalam mendukung strategi PLN menuju sistem tenaga listrik yang handal, efisien, dan berorientasi pada energi terbarukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah untuk pembahasan pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana kondisi sinkronisasi Generator Unit #1 PLTA Orya Genyem terhadap sistem grid pada saat sebelum dan sesudah proses sinkronisasi?
2. Bagaimana hubungan kondisi sinkronisasi tersebut dengan terjadinya trip pada Generator Unit #1 PLTA Orya Genyem?
3. Upaya teknis dan operasional apa yang dapat dilakukan untuk memitigasi gangguan sinkronisasi sehingga unit tidak mudah trip dan dapat beroperasi secara andal?

1.3 Tujuan

Melihat rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis kondisi sinkronisasi Generator Unit #1 PLTA Orya Genyem terhadap sistem grid pada dua keadaan, yaitu sebelum sinkronisasi dan setelah sinkronisasi
2. Mengidentifikasi hubungan antara kondisi sinkronisasi generator dengan potensi terjadinya trip pada Unit #1 selama operasi.
3. Menyusun rekomendasi teknis dan operasional untuk memitigasi gangguan sinkronisasi sehingga unit tidak mudah trip dan dapat beroperasi secara stabil.

1.4 Manfaat

Dengan dilakukannya penelitian ini, manfaat yang di dapatkan sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis
 - Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem tenaga Listrik, khususnya terkait Generator sinkron

- Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai analisis keandalan dan kegagalan mesin Listrik di pembangkit

2. Manfaat Praktik

- Memberikan masukan bagi operator PLTA dalam mengantisipasi dan mengurangi resiko kegagalan sinkron generator
- Membantu meningkatkan keandalan, efisiensi, dan kontinuitas penyediaan energi Listrik dari PLTA

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Berdasarkan latar belakang pada tugas akhir ini, agar bisa mendapatkan hasil penelitian lapangan yang diharapkan maka penulis hanya membatasi pembahasan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis kegagalan yang terjadi pada sinkron generator PLTA, bukan pada turbin, trafo, atau sistem distribusi secara keseluruhan.
2. Pembahasan terbatas pada pengaruh kegagalan generator terhadap kestabilan sistem tenaga Listrik dan operasional PLTA
3. Analisis dilakukan berdasarkan data historis kegagalan, teori kelistrikan, serta studi literatur terkait kegagalan sinkron generator.
4. Ruang lingkup tidak membahas secara rinci aspek ekonomi, hukum, atau kebijakan, melainkan hanya dari sisi teknis dan keandalan sistem tenaga Listrik.