

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia dalam kehidupan modern. Listrik diperlukan untuk menggerakkan berbagai perangkat elektronik, mendukung industri, menyediakan penerangan, dan berbagai aktivitas sehari-hari. Tanpa adanya listrik, banyak aspek kehidupan kita akan terhambat dan perkembangan teknologi serta kemajuan ekonomi akan terbatas. Sehingga untuk menghindari permasalahan tersebut, diperlukan listrik yang berkualitas. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan untuk mendukung kualitas listrik adalah kestabilan sistem tenaga. Kestabilan sistem tenaga mencakup beberapa aspek, salah satunya stabilitas frekuensi.

Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan listrik di Sumatera Barat terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan perkembangan infrastruktur. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, tenaga listrik yang didistribusikan untuk provinsi Sumatera Barat mengalami kenaikan. Pada tahun 2018, tenaga listrik yang didistribusikan sebesar 3.496,18 GWh, sedangkan tahun 2022 sebesar 3.630,43 GWh [1]. Dari data tersebut menunjukkan pertumbuhan beban listrik di Sumatera Barat terus meningkat. Peningkatan ini membawa tantangan tersendiri bagi keandalan sistem, terutama dalam menjaga stabilitas frekuensi.

Terjadinya gangguan pada sistem tenaga tidak dapat diprediksi, sehingga stabilitas frekuensi merupakan salah satu syarat dari suatu sistem tenaga listrik dapat dikatakan baik/ideal [2]. Semakin stabil frekuensi suatu sistem maka semakin terjaga kontinuitas dalam menyalurkan energi listrik ke beban. Kondisi umum yang dapat memengaruhi kestabilan frekuensi sistem tenaga salah satunya adalah hilangnya generator yang besar. Kondisi tersebut dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara daya pembangkitan dan beban sehingga frekuensi sistem berfluktuasi atau mengalami penyimpangan dari kondisi *steady state*. Fluktuasi frekuensi akibat kehilangan daya pembangkit dapat memicu pemadaman total (*blackout*) jika tidak segera diatasi.

Dalam hal ini, terdapat metode proteksi yang dapat diterapkan yaitu skema pelepasan beban otomatis menggunakan relai *Underfrequency Relay* dan *Rate of Change of Frequency* (ROCOF). Pada penelitian ini akan dibahas skema pelepasan beban menggunakan relai ROCOF. Relai ROCOF bekerja dengan mendeteksi laju perubahan frekuensi akibat gangguan besar, seperti kehilangan pembangkit, kemudian memerintahkan pelepasan beban untuk menjaga keseimbangan antara pembangkit dan beban. Hal ini sangat penting karena relai ROCOF memberikan perlindungan yang responsif terhadap laju perubahan frekuensi yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan [3].

Dengan menggunakan relai ROCOF, situasi seperti ini dapat dikelola dengan lebih efektif, di mana pelepasan beban dapat dilakukan secara otomatis untuk menjaga kestabilan sistem. Namun, pengaturan parameter relai ROCOF harus dipertimbangkan secara hati-hati, karena sensitivitas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan pelepasan beban yang tidak tepat atau tidak efektif. Pengaturan yang tepat dari relai ROCOF pada sistem tenaga listrik akan sangat memengaruhi efektivitasnya dalam mencegah keruntuhan sistem akibat fluktuasi frekuensi [4].

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini akan dibuat Studi Skema Pelepasan Beban Menggunakan Relai *Rate Of Change Of Frequency* Pada Sistem Tenaga Listrik Sumatera Barat. Skema pelepasan beban yang dibuat akan disimulasikan menggunakan program *DigSilent PowerFactory*. Melalui studi ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai penerapan relai ROCOF pada sistem tenaga listrik di Sumatera Barat dan rekomendasi setelan parameter yang optimal untuk menjaga keseimbangan sistem selama terjadi gangguan serta keandalan sistem tenaga listrik di wilayah ini dapat meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana respon frekuensi saat dilepaskannya salah satu generator atau yang memiliki pengaruh paling besar terhadap sistem?
2. Bagaimana skema pelepasan beban menggunakan relai ROCOF yang efektif untuk sistem Sumatera Barat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan respon frekuensi saat dilepaskannya salah satu generator yang memiliki pengaruh paling besar terhadap sistem.
2. Menentukan skema pelepasan beban saat salah satu generator mengalami trip menggunakan relai ROCOF yang efektif untuk sistem Sumatera Barat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dengan adanya skema pelepasan beban dapat mencegah terjadi permasalahan yang dapat mengganggu kestabilan frekuensi dari sistem tenaga Sumatera Barat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Data dalam pembuatan *single line diagram* (SLD) yang meliputi pembangkit, saluran transmisi, transformator, dan beban didapatkan dari PT. PLN (persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban (UP2B) Sumatera Bagian Tengah (SUMBAGTENG).
2. Penelitian ini hanya berfokus pada kestabilan frekuensi, tidak memerhatikan stabilitas tegangan.
3. Pada penelitian ini hanya menggunakan relai *ROCOF* sederhana yang hanya mendeteksi penurunan frekuensi dalam simulasinya.
4. Kasus yang dibahas dalam penelitian ini hanya saat generator mengalami trip.
5. Relai *ROCOF* dipasang hanya pada sembilan titik beban.
6. Simulasi penelitian ini menggunakan *Software DigSilent PowerFactory* versi 15.1.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini ialah:

- BAB I PENDAHULUAN
Terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB II TINJAUAN PUSTAKA
Membahas tentang teori yang melandasi tugas akhir ini.
- BAB III METODE PENELITIAN
Terdiri dari tahapan dan langkah-langkah yang diperlukan dalam penelitian ini.
- BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
Terdiri dari hasil yang diperoleh dan analisis dari penelitian ini.
- BAB V PENUTUP
Terdiri dari simpulan hasil penelitian dan saran bagi peneliti selanjutnya demi kesempurnaan penelitian ini.