

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia sekarang ini. Di era globalisasi sekarang ini tingkat pertumbuhan industri dan pertumbuhan perumahan sangat pesat. Peningkatan tersebut menyebabkan permintaan akan energi listrik semakin meningkat. Hal ini karena energi listrik merupakan sumber energi utama yang digunakan dalam proses produksi di dunia industri dan menunjang kemajuan taraf hidup manusia.

Besarnya permintaan energi listrik mengakibatkan perlunya membangun pusat – pusat pembangkitan energi listrik dengan kapasitas besar dan jumlah yang cukup banyak. Jika pembangunan pusat pembangkit listrik tidak dapat mengimbangi pertumbuhan beban, maka kontinuitas penyaluran energi listrik ke konsumen dapat terganggu. Selain itu, akan menyebabkan stabilitas sistem tenaga menjadi tidak seimbang.

Kestabilan sistem tenaga listrik meliputi stabilitas tegangan, stabilitas frekuensi, dan stabilitas sudut rotor generator. Pada penelitian ini kestabilan yang dibahas adalah stabilitas tegangan. Kestabilan tegangan pada sistem tenaga

tercipta jika tegangan pada setiap bus berada dalam batas-batas yang diizinkan. Pada operasi sistem tenaga stabilitas tegangan adalah hal yang utama dalam keandalan operasi sistem karena ketidakstabilan tegangan dapat menyebabkan jatuhnya tegangan sehingga berakibat pemadaman total (*black out*). Peristiwa lepas beban, putus saluran, gangguan satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah, tiga fasa, dan antarfasa dapat mengakibatkan stabilitas tegangan terganggu. Selain itu, dampak ketidakstabilan tegangan juga dapat membuat kerusakan pada peralatan–peralatan penyaluran energi listrik dan peralatan-peralatan rumah tangga. Oleh sebab itu, penting untuk mengetahui kestabilan tegangan pada sistem tenaga listrik sehingga keandalan sistem dapat terjaga.

Sistem tenaga listrik di Lampung merupakan sistem yang terdiri dari 9 unit pembangkitan tenaga dan beberapa unit pusat penyaluran beban atau gardu induk. Kasus utama yang terjadi di Provinsi Lampung adalah jumlah permintaan beban yang tidak mampu diimbangi oleh ketersediaan kapasitas pembangkit. Hal ini tentu akan membuat sistem rentan terhadap ketidakstabilan tegangan sehingga akan mungkin terjadi pemadaman. Kasus seperti putus saluran pernah terjadi sehingga tegangan mengalami ketidakstabilan dan mengakibatkan pemadaman di beberapa wilayah. Selain itu, peristiwa gangguan satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah, tiga fasa, antarfasa, dan lepas beban dapat mengganggu stabilitas tegangan di sistem tenaga listrik wilayah Lampung. Dengan demikian, maka studi stabilitas tegangan di sistem tenaga listrik wilayah Lampung penting untuk dilakukan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh penulis ini memiliki tujuan, antara lain:

1. Mengetahui pengaruh gangguan-gangguan, seperti gangguan satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah, tiga fasa, antarfasa, putus saluran, dan pelepasan beban terhadap stabilitas tegangan.
2. Melakukan perkiraan prediksi stabilitas tegangan dinamis dengan menggunakan eksponen Lyapunov maksimum.

1.3. Rumusan Masalah

Sistem tenaga listrik Wilayah Lampung merupakan sistem yang terdiri dari 1 bus referensi, 8 pusat pembangkitan dan 15 pusat beban. Permintaan energi listrik di Provinsi Lampung lebih tinggi daripada jumlah ketersediaan kapasitas daya terbangkitkan. Oleh sebab itu, sistem tenaga listrik Lampung rentan terhadap pemadaman dan ketidakstabilan tegangan.

Fenomena gangguan yang terjadi di sistem tenaga listrik, antara lain gangguan satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah, tiga fasa, antarfasa, putus saluran, dan lepas beban dapat menyebabkan ketidakstabilan tegangan. Ketidakstabilan tegangan ini sangat dihindari dalam operasi sistem tenaga karena dapat merugikan pihak konsumen dan PLN sebagai penyedia jasa kelistrikan. Kerusakan tersebut dapat menyebabkan kerusakan peralatan listrik, seperti televisi, komputer, motor listrik, transformator, generator, dan lain sebagainya. Selain, itu ketidakstabilan

tegangan dapat menimbulkan jatuh tegangan yang dapat berakibat pemadaman total.

Prediksi stabilitas tegangan perlu untuk dilakukan untuk mengetahui perilaku dinamis tegangan terhadap peristiwa gangguan yang terjadi di sistem. Eksponen Lyapunov maksimum adalah metode yang digunakan untuk mengetahui stabilitas tegangan di sistem tenaga listrik Wilayah Lampung. Tegangan akan stabil bila nilai eksponen Lyapunov maksimum lebih kecil dari nol ($\lambda < 0$).

1.4. Batasan Masalah

Studi tentang stabilitas tegangan pada sistem tenaga listrik di Lampung ini memiliki batasan permasalahan, antara lain:

1. Dalam penelitian, komponen simetris digunakan untuk merepresentasikan gangguan tidak seimbang.
2. Hanya satu buah gangguan yang digunakan dalam melakukan satu kali skenario simulasi.
3. Simulasi dilakukan dalam kondisi beban tetap, yaitu beban maksimum.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian tentang stabilitas tegangan pada sistem tenaga listrik di Lampung ini memiliki manfaat, antara lain :

1. Mengetahui keandalan sistem tenaga listrik wilayah Lampung dalam menjaga stabilitas tegangan terhadap pengaruh gangguan – gangguan yang terjadi, seperti gangguan satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah, tiga fasa, antarfasa, putus saluran, dan lepas beban.
2. Mengetahui jenis gangguan yang menyebabkan ketidakstabilan tegangan paling buruk sehingga dapat merencanakan sistem tenaga yang tahan terhadap gangguan tersebut.

1.6. Hipotesis

Eksponen Lyapunov maksimum dapat digunakan untuk menentukan konvergensi atau divergensi antara dua buah lintasan vektor dalam sebuah bidang atau menyatakan stabilitas perubahan dinamis dari suatu sistem terhadap waktu. Oleh karena itu, eksponen Lyapunov maksimum juga dapat digunakan untuk menentukan stabilitas tegangan sistem tenaga listrik dalam skala waktu. Pada penelitian ini eksponen Lyapunov maksimum digunakan untuk menentukan stabilitas tegangan secara dinamis pada sistem kelistrikan wilayah Lampung.