

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga keandalan dan kontinuitas pasokan listrik. Menjaga stabilitas sistem tenaga listrik bukan hanya penting untuk operasional teknis, tetapi juga memiliki implikasi yang luas bagi masyarakat dan ekonomi secara keseluruhan¹. Upaya untuk menganalisis dan meningkatkan stabilitas ini sangat penting untuk memastikan bahwa sistem tenaga listrik dapat berfungsi dengan baik dalam menghadapi tantangan yang ada². Stabilitas sistem sangat dipengaruhi oleh fenomena tegangan yang terjadi dalam jaringan.

Transien yang terjadi akibat gangguan, seperti hubung singkat atau perubahan beban, dapat mempengaruhi kinerja sistem distribusi. Ketika terjadi gangguan mendadak, seperti hubung singkat atau perubahan beban yang signifikan, sistem tenaga listrik mengalami gangguan yang dapat menyebabkan fluktuasi tegangan dan arus³. Jika sistem tidak dirancang untuk mengatasi gangguan ini, maka dapat mengakibatkan ketidakstabilan. Hal ini berpotensi menyebabkan pemadaman listrik atau kerusakan pada peralatan. Oleh karena itu, analisis dan pengelolaan tegangan menjadi krusial dalam menjaga stabilitas sistem tenaga listrik, memastikan bahwa sistem dapat kembali ke kondisi normal dengan cepat

dan efisien setelah mengalami gangguan, serta mempertahankan keandalan pasokan listrik bagi pengguna.⁴

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hydro (PLTMH) Ndungga merupakan salah satu pembangkit yang menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT) di wilayah Flores. PLTMH ini berlokasi di Desa Tiwutewa, Kabupaten Ende Provinsi Nusa Tenggara Timur yang diresmikan pada bulan November Tahun 2013. Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV Penyulang Express di PT PLN (Persero) ULP Ende merupakan salah satu komponen vital dalam sistem distribusi listrik di wilayah Ende, Nusa Tenggara Timur. PLTMH Ndungga memanfaatkan aliran air sungai Wolowona sebagai sumber utama, menghasilkan Daya sebesar 2×1 Mega Watt (MW). PLTMH Ndungga sudah terinterkoneksi ke sistem kelistrikan Flores.

JTM ini dirancang untuk mendistribusikan energi listrik dari pembangkit ke konsumen dengan efisiensi tinggi, menghubungkan berbagai titik beban, termasuk industri, komersial, dan rumah tangga di seluruh Kabupaten Ende. Dengan kapasitas 20 KV, jaringan ini mampu menangani fluktuasi permintaan listrik yang bervariasi, sekaligus menjaga kestabilan dan keandalan pasokan listrik.

Penyulang Express berfungsi sebagai sebagai jalur cadangan yang selalu siap untuk menyuplai listrik ke konsumen jika terjadi gangguan pada penyulang utama yang sedang beroperasi, sehingga menjaga kesinambungan pasokan daya. Keberadaan JTM 20 KV ini sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat di Ende, serta berkontribusi pada pengembangan infrastruktur kelistrikan yang berkelanjutan di daerah tersebut.

Jaringan ini perlu dianalisis untuk memastikan stabilitasnya dalam menghadapi gangguan. Salah satu analisis penting yang dapat dilakukan pada sistem interkoneksi saat keadaan mantap (*steady state*) adalah Analisa stabilitas tegangan. Analisis stabilitas tegangan dilakukan untuk mempertahankan kondisi *steady state* ketika terjadi gangguan (A.Lomi, 2020)⁵. Analisis stabilitas transien pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV Penyulang Express di PT PLN (Persero) ULP Ende sangat penting dilakukan untuk memastikan keandalan dan kontinuitas pasokan listrik di wilayah tersebut. JTM 20 KV berfungsi sebagai tulang punggung distribusi listrik, dan setiap gangguan yang terjadi, seperti hubung singkat atau perubahan mendadak dalam beban, dapat memicu fenomena transien yang berpotensi mengganggu stabilitas sistem. Dengan melakukan analisis stabilitas tegangan pada jaringan ini dapat mengidentifikasi titik lemah dalam jaringan, merancang solusi untuk mengurangi dampak gangguan, dan memastikan bahwa sistem dapat kembali ke kondisi stabil dengan cepat. Hal ini tidak hanya meningkatkan keandalan pasokan listrik, tetapi juga melindungi peralatan dan infrastruktur dari kerusakan, sehingga mendukung operasional yang efisien dan berkelanjutan di ULP Ende.

Pada sistem tenaga listrik selalu memiliki kecenderungan yaitu terjadinya pembentukan sistem interkoneksi antara satu pusat pembangkit dengan pembangkit lainnya dengan tujuan agar sistem memiliki tingkat keandalan yang mumpuni serta distribusi listrik yang layak ⁶. Salah satu analisis penting yang dapat dilakukan pada sistem interkoneksi saat keadaan mantap (*steady state*) adalah Analisa stabilitas transien. Analisis

stabilitas transien dilakukan untuk mempertahankan kondisi *steady state* frekuensi ketika terjadi gangguan ⁵.

Studi analisis stabilitas tegangan adalah sebuah kajian dan analisis respons sebuah sistem terhadap gangguan seperti hilangnya pembangkitan, operasi pengalihan saluran (*line-switching operations*), gangguan (*fault*), dan perubahan beban mendadak dalam beberapa detik pertama setelah gangguan. Setelah gangguan, frekuensi mesin sinkron mengalami penyimpangan transient dari frekuensi sinkron. Tujuan dari studi kestabilan tegangan adalah untuk menentukan apakah mesin atau sistem akan kembali ke frekuensi sinkron setelah terjadi gangguan.

Studi analisis stabilitas tegangan dapat menentukan apakah mesin akan kembali sinkron jika terjadi gangguan, mengetahui kondisi sistem kelistrikan pada jtm 20 KV penyulang ekspres PT. PLN (Persero) ULP Ende dengan menggunakan software ETAP 19.0.1 melakukan simulasi kestabilan tegangan. Indikator analisis tersebut akan menjadi acuan dengan melihat prosesnya guna menjaga pengoperasian jaringan listrik selalu dalam keadaan baik hingga waktu yang lama. Berdasarkan paparan di atas, maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul “Analisis Stabilitas Tegangan pada JTM 20 KV Penyulang Express: Studi Kasus Integrasi PLTMH Ndungga di PT PLN (Persero) ULP Ende”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas maka rumusan masalah yang didapat sebagai berikut:

1. Bagaimana stabilitas tegangan pada JTM 20 KV Penyulang Express sebelum integrasi dengan PLTMH?

2. Bagaimana pengaruh integrasi PLTMH pada sistem JTM 20 KV Penyulang Ekspres terhadap stabilitas tegangan pada Penyulang Ekspres?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis profil tegangan sistem JTM 20 KV Penyulang Ekspres sebelum dan sesudah integrasi PLTMH.
2. Menganalisis pengaruh integrasi PLTMH terhadap kestabilan tegangan sistem JTM 20 KV pada Penyulang Ekspres.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi teknis bagi PT PLN (Persero) dalam merencanakan dan mengevaluasi integrasi pembangkit energi terbarukan, khususnya PLTMH, pada jaringan distribusi tegangan menengah.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas, maka ruang lingkup pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Area yang difokuskan dalam penelitian ini adalah sistem JTM 20 KV Penyulang Ekspres.
2. PLTMH yang diintegrasikan yaitu PLTMH Ndungga dengan

daya 2 x 1 MW.

3. Analisa dilakukan pada sistem JTM 20 KV Penyulang Ekspress sebelum dan sesudah integrasi dengan PLTMH.
4. *Software* yang digunakan untuk menganalisis sistem distribusi ini adalah *software* ETAP 16.0.0.
5. Metode yang digunakan untuk menganalisis kestabilan tegangan pada *software* ETAP adalah analisa aliran daya dan analisa kestabilan tegangan dengan metode Newton-Raphson sebagai pemecah masalah profil tegangan.
6. Data beban yang digunakan dengan mengacu pada standar PLN. Pembebanan trafrnsformator tidak boleh lebih dari 80% dan kurang dari 40%.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan, maka dibuat suatu sistematika penulisan yang terdiri dari 5 (lima) bab. Adapun masing-masing bab tersebut mengandung pokok-pokok pembahasan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas mengenai dasar teori sistem jaringan distribusi, Pembangkit Listrik tenaga Surya, dan kestabilan Tegangan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai perencanaan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, dan diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil analisis kestabilan tegangan sistem distribusi listrik penyulang Geliting sebelum dan sesudah integrasi PLTS Wairita.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisis gangguan hubung singkat dan koordinasi relay pengaman.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

[Halaman Ini Sengaja Dikosong

