

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada sistem interkoneksi Tenaga listrik Jawa-Bali, saluran udara menjadi media transmisi yang dipakai untuk mengirimkan energi listrik dari pembangkit listrik menuju pusat beban . Melihat bentang jarak saluran transmisi yang sangat panjang hingga ratusan kilometer maka tegangan kerja yang dipakai adalah 500 kV dengan tujuan agar *losses* energi listrik dapat ditekan seminim mungkin. Adapun sistem Transmisi seperti ini disebut dengan SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) .

Salah satu contoh SUTET adalah saluran yang menghubungkan antara GITET Krian dan GITET Ungaran dengan jarak kurang lebih 250 km. Sayangnya untuk saluran transmisi dengan jarak jauh seperti ini akan timbul suatu fenomena yang disebut efek ferranti. Efek Ferranti adalah kondisi ketika tegangan sisi terima melebihi tegangan dari sisi pengirim. Fenomena ini diakibatkan karena terjadinya *line charging* disepanjang saluran transmisi akibat sisi kirm saluran transmisi dalam kondisi rendah beban atau bahkan tak berbeban. Besarnya efek Ferranti ditentukan oleh besarnya nilai reaktif kapasitif yang dihasilkan oleh fasa ke fasa dan fasa ke tanah.

Untuk mengatasi efek Ferranti ini maka dilakukan pemasangan kompensator yakni ini reaktor shunt pada sisi penerima yakni di GITET Ungaran. Reaktor shuntsejatanya merupakan beban induktif yang dirancang agar dapat memberikan daya reaktif induktif untuk menyerap daya reaktif kapasitif yang dihasilkan oleh efek Ferranti.

Jika melihat hasil studi mengenai efek Ferranti pada saluran udara tegangan ekstra tinggi 500 kV ungaran-krian oleh Lie Sin Fa dari universitas Kristen petra, diketahui bahwa terjadi kenaikan tegangan akibat efek Ferranti disepanjang saluran menjadi 517,6 KV. Walaupun tidak terlalu besar namun perlu juga untuk dilakukan kompensasi oleh reaktor shunt agar kualitas tegangan sistem dapat terjaga.

Namun pada sisi terima yaitu GITET Ungaran nilai induktansi dari reaktor shunt terpasang merupakan nilai yang *fix* (tetap) sesuai dengan *rating* dari pabrik. Sehingga walaupun besaran efek Ferranti berfluktuasi, nilai kompensasi terhadapnya akan selalu sama sesuai rating shunt reaktor. Hal ini tentulah tidak efektif dan cenderung kurang efisien mengingat nilai kompensasi haruslah proporsional dengan efek Ferranti yang timbul dari saluran.

Keefektifan reaktor shunt dalam mengkompensasi efek Ferranti dapat tercapai ketika nilai induktansi reaktor shunt tersebut dapat dengan sempurna menormalkan tegangan kerja yang seharusnya diterima sisi kirim saluran transmisi. Semakin dekat nilai tegangan hasil kompensasi dengan nilai tegangan kerja normal maka akan semakin sesuai nilai induktansi reaktor shuntnya.

Usaha untuk menghitung nilai *rating* reaktor shunt yang efektif sesuai dengan parameter transmisi pernah dilakukan oleh Dedy Widya Sitindaon dalam tugas akhirnya yang berjudul “Pengaruh pemasangan reaktor shunt terhadap tegangan transient akibat pelepasan beban digardu induk 275 kV Pangkalan Susu-Binjai”. Dalam tulisannya diketahui bahwa reaktor shunt dengan *rating* sebesar 59,5 MVAR yang telah terpasang pada sisi Binjai kurang efisien dan efektif dalam melakukan kompensasi sehingga dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *rating* yang lebih baik. Dalam perhitungannya didapatkan nilai *rating* reaktor shunt sebesar 38,5 MVAR dengan hasil kompensasi tegangan yang lebih mendekati dari tegangan nominal yakni hanya selisih 8,78 kV. Nilai ini lebih baik dibanding hasil kompensasi reaktor 59,5 MVAR yang selisihnya lebih besar yaitu 12,46 kV dari tegangan nominal.

Untuk itulah pada tugas akhir ini akan membahas “*Perhitungan Nilai rating Reaktor Shunt Untuk Kompensasi Efek Ferranti Saluran Transmisi Krian ke Ungaran Menggunakan ETAP*”. Penelitian akan mencari nilai induktansi reaktor shunt yang efektif untuk mengkompensasi efek Ferranti pada saluran transmisi agar kualitas tegangan sisi terima semakin baik.

Perhitungan pada tugas akhir ini akan dilakukan dengan bantuan ETAP yang dipandang dapat memberikan gambaran simulasi yang jelas terhadap besarnya

efek Ferranti yang dihasilkan saluran transmisi dan bagaimana reaktor shunt dapat mengkompensasinya untuk menormalkan sisi terima di GITET Unggaran.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut

- a. Bagaimana pengaruh perubahan beban terhadap besarnya nilai efek Ferranti saluran transmisi Krian ke Unggaran yang harus dikompensasi reaktor shunt.
- b. Berapa nilai *rating* yang harus diberikan reaktor shunt agar dapat melakukan kompensasi efek Ferranti saluran transmisi Krian ke Unggaran dengan lebih efektif terhadap saluran transmisi yang bebannya divariasikan.
- c. Berapa daya reaktif induktif reaktor shunt yang harus dihasilkan agar secara efektif mengkompensasi efek Ferranti saluran transmisi Krian ke Unggaran saat diberi pembebanan harian *real time*.

1.3 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Perangkat lunak yang dipakai dalam menghitung besaran efek Ferranti saluran transmisi dan induktansi shunt reaktor shunt adalah ETAP 12.5.
- b. Data saluran transmisi dan pembebanan diambil dari Area Pengatur Beban (APB) Jateng & DIY dan Area Pelaksana Pemeliharaan (APP) Semarang di Unggaran.
- c. Objek saluran transmisi yang efek Ferranti-nya diamati adalah SUTET 500kV yang menghubungkan Gardu Induk Krian dan Gardu Induk Unggaran.
- d. Tegangan Sisi kirim saluran transmisi dianggap konstan pada tegangan kerjanya yaitu sebesar 500 KV
- e. Efek Ferranti dari saluran interkoneksi lain yang terhubung dengan GITET Unggaran diabaikan dalam perhitungan dan simulasi ETAP.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Melihat respon perubahan nilai efek Ferranti saluran transmisi terhadap terjadinya fluktuasi beban.
- b. Menghitung nilai rating reaktor shunt untuk mengkompensasi nilai efek Ferranti saluran transmisi Krian ke Ungaran dengan lebih efektif saat kondisi beban yang divariasikan
- c. Mengetahui nilai daya reaktif induktif reaktor shunt yang dihasilkan untuk mengkompensasi efek Ferranti saluran transmisi Krian ke Ungaran pada saat pembebanan harian *real time*.

1.5 Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah :

- a. Studi Literatur

Studi literature yang dilakukan adalah mencari informasi mengenai prinsip kerja shunt reaktor, aliran daya pada transmisi dan efek feranti pada transmisi jarak jauh.

- b. Pemodelan sistem

Sistem yang dimodelkan pada tugas akhir ini adalah aliran daya pada jaringan transmisi SUTET 500 kV PLTU dari Krian sampai dengan Ungaran. Parameter sistem akan memperhatikan nilai fluktuasi beban dan pengaruhnya terhadap nilai efek feranti yang nantinya akan dikompensasi oleh reaktor shunt.

- c. Simulasi dan analisis data

Mensimulasikan aliran daya pada jaringan transmisi 500 kV dari PLTU tanjung jati sampai GITET Ungaran menggunakan *software* ETAP untuk memperoleh besarnya nilai efek feranti.

1.6 Manfaat

Penyusunan tugas akhir ini diharapkan bisa bermanfaat dalam perkembangan iptek di bidang peralatan Tegangan Tinggi khususnya shunt reaktor dan implemenasinya dalam kompensasi daya reaktif pada saluran transmisi tenaga listrik di Indonesia.

Selain itu, tugas akhir ini juga dapat memberikan gambaran simulatif tentang bagaimana reaktor shunt melakukan kompensasi efek ferranti pada jaringan SUTET 500 kV. Sehingga dengan diperolehnya gambaran simulatif ini fenomena efek ferranti dapat lebih mudah dimati karakteristiknya terhadap fluktuasi beban.

Khususnya untuk sistem transmisi di Indonesia, hasil simulasi perhitungan pada tugas akhir ini dapat saja digunakan untuk menghitung nilai efek Ferranti pada saluran transmisi 500 Kv selain objek yang amati pada tugas akhir ini.

Hasil perhitungan induktansi reaktor shunt di GITET Ungaran dapat menjadi suatu acuan kepada praktisi terkait berapa nilai induktansi yang lebih efektif sekaligus efisien untuk kompensasi efek ferranti dibanding dengan nilai induktansi shunt reaktor fix yang sudah ada.

1.7 Sistematika Penulisan

Mengacu kepada sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir yang umumnya dipakai pada Fakultas Teknolgi Industri. Adapun Laporan Tugas Akhir ini disusun kedalam 5 (lima) bab, yakni sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan informasi tentang latar belakang penulisan, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, metode penelitian, manfaat sampai dengan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang landasan teoritis atau studi kepustakaan tentang konsep dan prinsip dasar saluran transmisi energi listrik beserta shunt reaktor sebagai kompensatornya.

BAB III PERANCANGAN

Untuk bab ini akan dijelaskan secara rinci tentang bagaimana perancangan model sistem saluran transmisi 500 kV yang menghubungkan GITET Krian dan GITET Ungaran. Pemodelan sistem akan dibuat dan disimulasikan menggunakan software ETAP untuk melihat responnya terhadap pemasangan reaktor shunt.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Bab ini memuat data hasil simulasi sistem dan menganalisisnya sehingga mendapatkan nilai induktansi reaktor yang efektif dan efisien untuk kompensasi efek Ferranti.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan beserta saran berkaitan dengan laporan tugas akhir ini.