

**ANALISIS ALIRAN BEBAN SISTEM DISTRIBUSI
MENGUNAKAN ETAP POWER STATION 4.0.0**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhamadiyah Surakarta

Disusun oleh :

EDHY SULISTYARSO

D 400 060 063

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2010

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem interkoneksi merupakan salah satu dari beberapa sistem jaringan yang diterapkan pada sistem tenaga listrik yang ada di Indonesia. Seiring bertambahnya konsumen tenaga listrik, maka perubahan terhadap sistem tenaga listrik tak dapat dihindarkan. Hal ini menyebabkan kondisi jaringan sistem tenaga listrik menjadi semakin kompleks dan rumit. Tanpa adanya pengelolaan yang baik terhadap jaringan sistem tenaga listrik yang kompleks dan rumit, maka akan memperbesar rugi-rugi daya yang terjadi serta memperburuk profil tegangan yang ada.

Data yang mengkaitkan antara besar daya suplai dari generator dan jumlah beban yang membutuhkan daya pada kondisi normal dibutuhkan apabila suatu ketika ada perubahan kinerja sistem tenaga listrik akibat ketidaksengajaan (gangguan, sambaran petir dan sebagainya) ataupun yang disengaja (pengoperasian, pengembangan dan sebagainya). Perubahan kinerja sistem akibat perubahan pada generator, transmisi ataupun beban dapat dianalisis apabila dapat diketahui besarnya tegangan, arus dan daya yang mengalir pada sistem tenaga listrik dan disinilah perlunya studi aliran beban. Studi aliran beban adalah penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya aktif, faktor daya dan daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik dalam suatu jaringan sistem tenaga listrik pada keadaan pengoperasian normal, baik

yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi di masa yang akan datang (William D. Stevenson, Jr., 1994:6).

Studi analisis aliran beban dapat hitung secara manual maupun menggunakan *software* komputer. Perhitungan secara manual dapat dilakukan dengan mencari solusi atas seperangkat persamaan linier simultan banyak peubah (*multi-variable simultaneous linear equations*). Penyelesaian persoalan tersebut membutuhkan metode komputasi tingkat tinggi yang melibatkan prosedur iteratif. Karena itu beban komputasi dari perhitungan aliran beban sangat tinggi. Pada sisi lain, karena melibatkan prosedur iteratif, ketelitian hasil perhitungan aliran beban akan tergantung pada jumlah iterasi dan kriteria konvergensi yang biasanya ditentukan dengan derajat toleransi kesalahan. Hal lain yang berkontribusi ketelitian hasil perhitungan adalah metode yang dipakai dalam analisis aliran beban. Untuk memperoleh hasil perhitungan dengan ketelitian yang tinggi, jumlah iterasinya dapat ditingkatkan dan derajat toleransi kesalahannya diperkecil. Akan tetapi, hal ini akan memperberat beban komputasi. Metode yang lebih kompleks, yang karenanya lebih rumit, juga biasanya dapat memberikan hasil perhitungan yang lebih teliti. Hal ini juga akan meningkatkan beban komputasi. Pemilihan metode yang tepat disertai penentuan jumlah iterasi dan tingkat toleransi kesalahan yang proporsional akan memberikan hasil perhitungan dengan tingkat ketelitian yang bisa diterima dengan beban komputasi yang rasional. Metode komputasi yang sering dipakai untuk menyelesaikan perhitungan

aliran beban antara lain metode Newton Raphson, Fast Decoupled, dan Gauss Seidel.

Metode Newton-Raphson secara matematis lebih baik dibandingkan dengan metode Gauss-Seidel, karena memiliki sifat kovergensi kuadratik. Untuk sistem yang besar, metode Newton-Raphson jauh lebih efisien dan lebih praktis. Banyaknya iterasi yang di perlukan dengan metode Newton-Raphson yang menggunakan admitansi bus, praktis tidak tergantung pada banyaknya bus. Waktu yang diperlukan untuk metode Gauss-Seidel (admitansi bus) meningkat hampir sebanding dengan banyaknya bus. Sebaliknya, penghitungan matriks Jacobian pada metode Newton-Raphson akan memakan waktu yang cukup lama, sedangkan waktu yang di perlukan untuk tiap iterasi pada metode Newton-Raphson adalah lebih singkat. Waktu yang singkat untuk suatu penyelesaian dengan ketelitian yang sama, menyebabkan bahwa metode Newton-Raphson lebih banyak dipilih untuk semua sistem, seperti pada sistem distribusi (Muksin Aksin Jaelani, 2008:28).

Telah banyak *software* yang diciptakan untuk membantu dalam analisis studi aliran beban. Salah satu *software* yang mudah digunakan adalah ETAP Power Station 4.0.0. *Software* ETAP Power Station 4.0.0 adalah sebuah *software* yang digunakan untuk keperluan simulasi suatu jaringan tenaga listrik. Salah satu kemampuan *software* ETAP adalah mensimulasikan studi aliran beban suatu jaringan listrik. Berdasarkan simulasi yang dilakukan pada *software* ETAP maka akan diketahui besarnya rugi-rugi daya dan kondisi profil tegangan pada sistem tenaga listrik. Salah satu manfaat dari analisis

aliran beban yaitu dengan diketahuinya nilai tegangan, arus dan daya, maka dapat dilakukan sebuah analisis sistem tenaga listrik yang digunakan untuk meminimalkan rugi-rugi daya yang terjadi dan memperbaiki profil tegangan yang ada.

Pemasangan kapasitor *shunt* merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk memperbaiki profil tegangan dan meminimalkan rugi-rugi daya yang terjadi. Secara teknis kapasitor *shunt* yang akan dipasang pada jaringan distribusi perlu ditentukan secara hati-hati baik ukuran maupun lokasinya. Kesalahan menentukan ukuran dan lokasi kapasitor bukan saja mengakibatkan masalahnya tidak terselesaikan, tetapi bahkan berpeluang memperburuk kondisi sistem dan menimbulkan masalah lain, berupa distorsi harmonik pada tegangan sistem secara berlebihan serta kerusakan pada kapasitor dan komponen sistem lainnya. Pertimbangan lain diperlukannya menentukan secara teliti ukuran dan lokasi kapasitor adalah biaya investasi pengadaan dan pemasangan kapasitor yang tidak murah.

1.2. Perumusan Masalah

Penelitian yang diusulkan ini secara garis besar dapat dirumuskan persoalannya untuk setiap tahap sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi rugi-rugi daya dan profil tegangan pada sistem distribusi.
2. Bagaimana kondisi rugi-rugi daya dan profil tegangan pada sistem distribusi setelah ada pemasangan atau perubahan nilai kapasitor.

3. Bagaimana pemenuhan terhadap batas-batas tegangan yang ada.

1.3. Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini dapat terfokus dan bahasannya tidak terlalu melebar serta sesuai dengan substansinya, maka dibatasi penulisan permasalahan sebagai berikut:

1. Pembuatan model sistem distribusi standar IEEE serta analisis studi beban untuk mengetahui kondisi rugi-rugi daya dan profil tegangan.
2. *Software* yang digunakan untuk membuat model jaringan adalah ETAP Power Station 4.0.0 dan metode perhitungan yang digunakan dalam mensimulasikan model jaringan adalah metode Newton-Raphson.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi rugi-rugi daya dan profil tegangan pada sistem distribusi standar IEEE.
2. Mengetahui kondisi rugi-rugi daya dan profil tegangan pada sistem distribusi standar IEEE setelah pemasangan atau perubahan nilai kapasitor.
3. Mengetahui pemenuhan batas-batas tegangan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini antara lain:

1. Menambah pengetahuan pada bidang elektro, khususnya konsentrasi sistem tenaga listrik dalam hal analisis aliran beban.
2. Dapat digunakan sebagai referensi untuk mengetahui analisis aliran beban dan aspek-aspek yang terkait.
3. Penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang aliran beban dengan metode Newton Raphson serta mampu menggunakan *software* ETAP Power Station 4.0.0 untuk perhitungan aliran beban.

1.6. Metode Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini, metode penelitian yang akan dilakukan diantaranya:

1. Studi literatur

Studi literatur adalah kajian Penulis atas referensi-referensi yang ada baik berupa buku, karya-karya ilmiah, dan melalui internet, serta media massa yang berhubungan dengan penulisan laporan ini.

2. Pengumpulan data

Ini berupa pengumpulan data untuk diolah dalam penelitian ini. Pada penelitian ini data yang dibutuhkan adalah *one line diagram* 30 bus

yang sesuai standar IEEE beserta nominal KV, rating generator, bus, transformator, transmisi, dan pengaman.

3. Perancangan model sistem distribusi 30 bus standard IEEE

Pembuatan rancangan model jaringan sesuai dengan *one line diagram* sistem 30 bus standar IEEE serta memasukan parameter-parameter pada tiap komponen-komponen pada *software* ETAP 4.0.0.

1.7. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yang disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, manfaat dan tujuan penelitian serta sistematika penulisan.

BAB 2 : DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan teori dasar yang berkaitan dengan penghitungan aliran beban, teori *software* ETAP Power Station 4.0.0.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tata cara pelaksanaan analisis dan perancangan, dimulai dari bahan dan perlengkapan pendukung

yang harus disiapkan, tahap yang harus dilakukan sampai akhir penelitian.

BAB 4 : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat analisa, pembahasan penelitian dan memodifikasi model sistem distribusi 30 bus standard IEEE dengan merubah posisi dan kapasitas kapasitor menggunakan *software* ETAP Power Station 4.0.0 serta menganalisa Aliran Beban. Serta hasil dari simulasi aliran beban yang terjadi pada sistem tenaga listrik.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan dan saran untuk menyempurnakan analisa tentang aliran beban dengan *software* ETAP Power Station 4.0.0.

DAFTAR PUSTAKA