

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan tenaga listrik di Indonesia terus meningkat sesuai dengan laju pertumbuhan ekonomi dan industri serta penambahan penduduk. Listrik merupakan bentuk energi yang paling bermanfaat dan tepat bagi kehidupan manusia moderen seperti sekarang ini, dimana energi listrik mempunyai satu fungsi *fundamental* yang dapat memberikan suatu kebutuhan atau pelayanan daya listrik yang diperlukan oleh konsumen. Untuk mengatasi berkurangnya pasokan energi, maka pemerintah telah dan akan membangun pusat pembangkit listrik yang berdaya besar. Daya listrik tersebut akan disalurkan ke pusat beban melalui saluran transmisi dan saluran distribusi.

Sistem kelistrikan antar pusat-pusat pembangkit dan pusat-pusat beban pada umumnya terpisah dalam ratusan bahkan ribuan kilometer. Hal ini terjadi karena beban (konsumen) terdistribusi di setiap tempat, sementara lokasi pembangkitan umumnya terletak dipusat-pusat sumber energi (PLTA) dan di lokasi yang memudahkan transportasi bahan bakar (PLTU dan PLTGU), yang biasanya dibangun di tepi laut, karena itu tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui kawat-kawat saluran transmisi. Saluran-saluran transmisi membawa tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkitan ke pusat-pusat beban melalui saluran

tegangan tinggi 150 kV atau melalui saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV. Trafo penurunan akan merendahkan tegangan ini menjadi tegangan subtransmisi 70 kV yang kemudian di gardu induk diturunkan lagi menjadi tegangan distribusi primer 20 kV. Pada gardu induk distribusi yang tersebar di pusat-pusat beban tegangan diubah oleh trafo distribusi menjadi tegangan rendah 220/380 Volt yang sampai ke rumah-rumah (konsumen).

Energi listrik merupakan bentuk energi yang sangat umum digunakan bagi masyarakat secara luas. Penggunaan energi listrik dewasa ini, tidak sekedar terbatas pada daerah atau konsumen kelas atas, namun energi listrik juga dikonsumsi oleh masyarakat menengah dan bawah. Kegiatan perdesaan sekalipun juga ditunjang oleh ketersediaan pasokan listrik. Sistem tenaga listrik yang digunakan di Indonesia secara keseluruhan adalah sistem tegangan tiga fasa dengan arus bolak-balik. Daya listrik tiga fasa ini dibangkitkan oleh generator tiga fasa yang disalurkan melalui saluran transmisi tiga fasa. Daya yang dibangkitkan disalurkan dengan mempergunakan 3 kawat fasa dan 1 kawat netral, sehingga dengan demikian seharusnya penjumlahan dari nilai daya yang disalurkan pada masing-masing fasa sama dengan nilai daya tiga fasa yang disalurkan. Pada kenyataannya, untuk penggunaan daya dalam kurun waktu tertentu, energi listrik yang dicatat pada masing-masing fasa tidak selalu tepat sama dengan energi listrik yang dicatat pada sistem tiga fasa secara keseluruhan.

Masalah ini dapat menghasilkan perbedaan dari hasil analisis yang dilakukan untuk sebuah sistem tenaga listrik tiga fasa dan tinjauan pada masing-masing fasanya yang disebabkan oleh *error* (kesalahan/perbedaan hasil pengukuran) yang

terjadi. *Error* ini dapat menyebabkan kesalahan perhitungan dalam perencanaan instalasi sistem tenaga listrik pada penentuan kapasitas dayanya. Dari ketiga komponen utama, komponen pembangkit dan saluran transmisi tidak terlalu bersifat variatif, dalam arti kinerja yang dipasang tidak banyak berubah pada operasionalnya. Komponen yang paling bersifat variatif adalah komponen beban (distribusi). Beban yang disuplai pada suatu sistem tenaga listrik cenderung berubah-ubah nilainya (impedansi dan faktor daya). Perubahan yang terjadi ini juga berbeda-beda pada setiap fasanya, sehingga bukan hanya besar nilai beban yang berubah, tetapi juga menimbulkan ketidakseimbangan. Faktor yang lebih dominan untuk mengakibatkan perbedaan pengukuran energi pada sistem tiga fasa dan penjumlahan masing-masing fasanya adalah ketidakseimbangan beban.

Dalam proses penyaluran aliran daya tiga fasa pada sistem tenaga sering terjadi kasus ketidakseimbangan dan ini tidak dapat diabaikan. Ketidakseimbangan ini terjadi diakibatkan oleh beban yang tidak seimbang, jarak penghantar transmisi yang disebabkan oleh jarak antar fasa dan antara fasa dengan tanah yang tidak sama, jalur transmisi yang tidak ditransposisi menghasilkan impedansi yang tidak simetris. Definisi transposisi berdasarkan IEEE Std. 599-1985 adalah pertukaran posisi beberapa penghantar pada suatu rangkaian pada jarak yang teratur. Transposisi sering digunakan pada saluran panjang dengan maksud menyeimbangkan impedansi dan admitansi saluran, sehingga untuk menganalisis sistem tenaga tiga fasa tidak dapat lagi diselesaikan dengan sistem satu fasa yang disebabkan perbedaan impedansi bersama antar fasa, dan mengakibatkan arus yang dihasilkan pada setiap fasanya akan berbeda dan aliran daya yang mengalir pada masing-masing fasanya pun berbeda. Maka dalam skripsi ini, dilakukan

percobaan dengan mengembangkan metode yang diusulkan untuk digunakan sebagai alat analisis yang mengetahui beban yang seimbang dan menunjukkan pengaruh dari ketidakseimbangan beban serta penggunaan program aliran daya tiga fasa yang berhubungan dengan sistem daya yang tidak seimbang akan menjadi alat analisis yang berguna. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengkajian terkait aliran daya tiga fasa yang sangat berguna untuk perencanaan dan perancangan ekspansi sistem tenaga dan juga digunakan untuk menentukan kondisi operasi sistem yang paling efisien. Menanggapi hal tersebut maka diperlukan suatu rencana pengembangan sistem handal yang merupakan prioritas bagi sistem tenaga listrik sehingga daya yang disalurkan langsung dimanfaatkan dengan baik oleh konsumen.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengembangkan metode urutan aliran daya komponen fasa yang dibentuk dari persamaan algoritma yang dikombinasikan dari aliran daya satu fasa dengan *Carson Method*, dan komponen simetris yang digunakan untuk memecahkan dan melihat kinerja sistem tenaga listrik jika beban dalam kondisi yang tidak seimbang.
2. Membandingkan hasil simulasi yang diperoleh dari metode yang dikembangkan terhadap *software* yang telah ada, seperti Digsilent PowerFactory 14.0.520.

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian terkait aliran daya tiga fasa adalah :

- 1) Memberikan gambaran bentuk algoritma dari persamaan aliran daya tiga fasa pada sistem tenaga yang digunakan untuk memecahkan ketidakseimbangan aliran daya tiga fasa.
- 2) Memberikan hasil analisis dari aliran daya tiga fasa dengan beban yang seimbang maupun tidak seimbang.

1.4. Perumusan Masalah

Dalam penelitian aliran daya tiga fasa memberikan rumusan dalam beberapa masalah, yaitu :

1. Algoritma aliran daya tiga fasa dimodelkan dengan menggunakan *Carson Method* dan dengan menerapkan metode komponen simetris yang dianalisis dengan menggunakan *Newton Raphson Method*.
2. Dalam simulasi aliran daya tiga fasa diberikan beban yang berubah-ubah, aliran daya tiga fasa dengan beban yang seimbang, dan beban yang tidak seimbang.
3. Hasil dari simulasi analisis aliran daya tiga fasa dengan menerapkan metode yang diusulkan akan dibandingkan dengan *software* yang sudah ada, seperti Digsilent PowerFactory 14.0.520.

1.5. Batasan Masalah

Pada penelitian aliran daya tiga fasa terdapat beberapa batasan masalah, antara lain :

- a) Penelitian ini dilakukan hanya membahas aliran daya yang mengalir pada sistem tenaga.
- b) Penelitian aliran daya tiga fasa dibuat dengan pemodelan tiga *busbar* pada sistem tenaga sebagai bentuk pengambilan data *input*.
- c) Tidak membahas gangguan yang terjadi dan hubung singkat dalam sistem tenaga.
- d) Tidak membahas perangkat sistem tenaga secara detail dan terperinci.
- e) Data yang digunakan pada skripsi ini adalah data yang didapat dari simulasi percobaan pembebanan yang dilakukan terhadap jaringan tiga fasa dengan pemodelan sistem tiga *busbar* pada metode yang diusulkan.

1.6. Hipotesa

Dalam proses pengembangan algoritma analisis aliran daya untuk tiga fasa dengan menggunakan *Carson Method* dan Metode Komponen Simetris serta sebagai alat analisis dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan *Newton Raphson Method* yang digunakan untuk penyelesaian pemecahan sistem daya dari masing-masing fasa dalam kondisi yang seimbang dan tidak seimbang, sehingga menghasilkan dengan metode yang diusulkan tersebut diharapkan dapat mampu menyelesaikan permasalahan aliran daya tiga fasa dengan beban seimbang dan

tidak seimbang. Dari hasil algoritma yang telah dimodelkan dengan diperoleh hasil yang kemudian dibandingkan dengan perangkat lunak yang sudah ada.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, pokok permasalahan, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai aliran daya tiga fasa, metode penyelesaian yang telah digunakan, dan metode aliran daya tiga fasa yang diusulkan.

III. METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai bagaimana metode pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dan langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menampilkan program dan algoritma dari penembangan metode yang diusulkan dan juga menampilkan hasil simulasi dan analisa dari beban yang seimbang dan tidak seimbang aliran daya tiga fasa. Simulasi ini dibantu dengan menggunakan *software* Matlab 7.0.1 dan sebagai *software* pembanding yang digunakan adalah Digsilent PowerFactory 14.0.520.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran