I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan industrialisasi dan pemukiman penduduk mengakibatkan peningkatan akan kebutuhan energi listrik. Hal ini menyebabkan cepatnya pertumbuhan sistem tenaga listrik. Gangguan tenaga listrik (*power disruptions*) dan gangguan tenaga listrik individu (*individual power outage*) adalah masalah utama yang dapat mempengaruhi keadaan ekonomi suatu daerah. Pertumbuhan sistem tenaga listrik yang cepat, mengakibatkan sistem transmisi dipaksa beroperasi pada batas stabilitasnya dan pada saat yang bersamaan saluran transmisi mencapai batas termalnya karena meningkatnya daya yang harus dikirim. Jika pertukaran daya ini tidak di kontrol, beberapa saluran tertentu mengalami kelebihan beban. Masalah utama yang dihadapi dalam pembangkit energi listrik dalam menentukan kesesuaian antara jumlah permintaan dan pembangkitan adalah [1]:

a. Transmisi dan distribusi menyalurkan permintaan energi listrik tanpa melebihi batas termal.
b. Pada sistem energi listrik yang besar, permasalahan stabilitas menyebabkan gangguan energi listrik (*power disruptions*), ketidakstabilan

tegangan (*voltage instability*) dan pemadaman total (*blackouts*) mengakibatkan rugi-rugi yang besar.

Batasan-batasan ini mempengaruhi kualitas dari daya yang terkirim. Namun, batasan-batasan ini dapat ditekan dengan meningkatkan kontrol energi listrik tersebut [1].

Penggunaan devais *Flexible Alternating Current Transmission System* (FACTS) secara efektif dapat meningkatkan stabilitas tegangan, stabilitas *steady state* dan transien pada kondisi sistem tenaga listrik yang tertekan (*stress*). Jaringan sistem tenaga listrik dapat dimodifikasi untuk meningkatkan stabilitas dengan penambahan devais FACTS pada lokasi yang tepat.

Devais FACTS dapat menggontrol daya aktif dan reaktif sekaligus magnitudo tegangan secara bersamaan, karena fleksibilitas dan karakteristik pengontrolannya yang cepat. Devais FACTS sebagian besar digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk meningkatkan kapabilitas saluran transmisi, meningkatkan stabilitas statik dan dinamik dan mengurangi rugi-rugi saluran transmisi. Devais FACTS juga mempunyai kemampuan untuk mengontrol parameter dan variabel saluran transmisi, seperti impedansi saluran, tegangan terminal dan sudut tegangan dengan cepat dan efektif.

Devais FACTS terdiri dari *Static Var Compensator* (SVC), *Static Synchronous Compensator* (STATCOM), *Thyristor Controlled Series Capacitor* (TCSC), *Thyristor Controlled Phase Shifter* (TCPS), *Static Synchronous Series Compensator* (SSSC) dan *Unified Power Flow Controller* (UPFC). UPFC digunakan untuk aplikasi pengontrolan tegangan. UPFC membantu menjaga

sebuah tegangan bus pada nilai yang diinginkan selama terjadi variasi tegangan pada bus. UPFC dapat menghasilkan atau menyerap daya reaktif dengan mengatur sudut penyalaan (*firing angle*). Permasalahan utama dalam pengontrolan FACTS adalah mengindentifikasi lokasi dan jumlah tegangan dan sudut yang akan diinjeksikan. Dengan mempertimbangkan permasalahan yang disebutkan diatas maka digunakan metode algoritma stokastik (*stochastic algorithm*).

Terdapat beberapa metode algoritma stokastik seperti Algoritma Genetika (AG), *Differential Evolution*, *Tabu Search*, *Simulated Annealing*, *Ant Colony Optimization*, *Particle Swarm Optimization* and *Bees Algorithm*. Metode stokastik yang digunakan di dalam penelitian ini adalah AG.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Mengetahui pengaruh pemasangan UPFC pada keamanan sistem tenaga listrik khususnya dalam meningkatkan stabilitas tegangan.
b. Mengetahui penggunaan AG dalam proses mencari letak dan parameter UPFC.
c. Membandingkan dan menganalisis pengaruh sebelum dan sesudah pemasangan UPFC.
d. Mengetahui pengaruh kontingensi pada sistem tenaga listrik yang berkaitan dengan pelanggaran tegangan dan kelebihan beban pada saluran.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

a. Memberikan informasi tentang fungsi kerja UPFC dan penggunaannya pada sistem transmisi 150 KV.
b. Mengetahui lokasi dan parameter pemasangan UPFC menggunakan AG dalam memperbaiki profil tegangan tiap-tiap bus, dan meningkatkan kapasitas kemampuan pembebanan tiap saluran pada sistem tenaga listrik.
c. Megetahui mekanisme dan tahapan dalam pencarian lokasi dan parameter UPFC optimal pada AG.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, dirumuskan beberapa masalah yang berhubungan dengan dengan penelitian ini, antara lain:

a. Bagaimana pengaruh penggunaan AG dalam mencari lokasi dan parameter yang optimal UPFC?
b. Bagaimana pengaruh pemasangan UPFC pada saat operasi normal dan kontingensi terhadap keamanan sistem tenaga listrik?
c. Bagaimana pengaruh kontingensi dan penambahan beban seragam pada jaringan transmisi?
d. Bagaimana pengaruh pemasangan UPFC pada kestabilan tegangan pada sistem?

1.5. Batasan Masalah

Untuk tidak meluasnya pembahasan masalah pada penelitian ini dibatasi oleh asumsi sebagai berikut:

a. Peralatan kontrol yang digunakan adalah UPFC.
b. Program simulasi menggunakan program Matlab R2013b.
c. Sistem yang ditinjau adalah sistem jaringan transmisi 150 KV Lampung.
d. Jumlah UPFC yang dipasang pada jaringan transmisi Lampung dibatasi dengan jumlah 1 unit.
e. Program optimasi untuk mencari lokasi dan parameter yang optimal menggunakan AG.

1.6. Hipotesis

Peningkatan kompleksitas jaringan listrik membutuhkan performansi tinggi sistem pengontrol aliran daya agar dapat memenuhi kebutuhan aliran daya yang diinginkan dan untuk meningkatkan stabilitas statis dan dinamis. Salah satu kontrol aliran daya yang paling efisien untuk memenuhi kebutuhan ini adalah UPFC. UPFC menggunakan konverter komutasi sendiri (*self-commutated converters*). Kelayakan ekonomi (*economical viability*) pengontrol ini dapat dilihat dari banyaknya manfaat yang dimilikinya, dibandingkan dengan penggontrol aliran daya konvensional. Teknologi UPFC mampu meningkatkan kapabilitas transfer aliran daya dengan cara meningkatkan fleksibilitas sistem tenaga listrik. Interkoneksi aliran listrik menjadi lebih mudah dan efektif menggunakan pengontrol ini.

1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun dengan pembagian masing-masing bagian per-bab. Sistematika penulisan skripsi ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan garis besar tentang teori dasar yang digunakan dan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan, yaitu: keamanan sistem tenaga listrik, FACTS, UPFC dan AG.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang dilakukan dalam penelitian, waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan, langkah-langkah dalam menyelesaikan penelitian ini perancangan simulasi AG serta pemodelan UPFC.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil dari simulasi AG dan pembahasan data-data yang diperoleh dari hasil simulasi tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memberikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.