

**Studi Stabilitas Transien Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi Sumatra  
Bagian Tengah & Sumatra Bagian Selatan**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Jenjang Pendidikan Stratum-1 di  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas*

Oleh :

Syahrizal  
03 175 029

Pembimbing I :

Adrianti, MT  
NIP. 132 211 623

Pembimbing II :

M.Nasir Sonni, MT  
NIP. 132 210 772



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2008**

## Abstrak

Suatu sistem tenaga listrik seyogyanya harus dapat menjamin ketersediaan penyaluran tenaga listrik tanpa adanya pemutusan terhadap setiap beban yang terhubung ke sistem tersebut. Dikarenakan banyak dan panjangnya proses pengiriman tenaga listrik sampai kepada konsumen, maka kemungkinan terjadinya gangguan pada sistem tenaga listrik sangatlah besar. Gangguan-gangguan yang terjadi dapat berupa gangguan-gangguan kecil ataupun gangguan besar, dimana gangguan ini ada yang bersifat sementara (*temporary*), dan ada yang bersifat permanen. Gangguan yang besar seperti kehilangan pembangkit, gangguan pada saluran transmisi, dan gangguan hubung singkat, besar pengaruhnya pada sistem, dimana bila ini bersifat permanen akhirnya dapat menyebabkan sistem menjadi padam total (*Blackout*), dan akan sangat merugikan konsumen terutama konsumen-konsumen industri. Stabilitas transien berkaitan dengan gangguan besar. Stabilitas transien menyangkut seberapa jauh rotor suatu generator bergerak relatif menjauhi rotor generator lainnya yang dijadikan sebagai referensi. Bila ayunan keluar (*outward swing*) adalah terbatas, sehingga rotor berayun balik (*backward swing*), maka sistem dikatakan stabil secara transien. Sebaliknya, apabila ayunan keluar adalah terus membesar hingga tak terbatas, maka sistem akan kehilangan keserempakannya, dan dikatakan sistem tidak stabil secara transien. Penelitian ini menggunakan *software Power System Simulator for Engineer (PSS/E)* buatan Siemens Power Technology International-USA, yang digunakan oleh PT.PLN (Persero) P3B Sumatra. Hasil simulasi menunjukkan bahwa secara umum semua generator pada sistem Sumbagselteng adalah pada kondisi stabil untuk tipe gangguan hubung singkat tiga fasa selama 145 ms di Bus 150 KV dekat pembangkit besar, dan didapat juga dari hasil simulasi bahwa *critical clearing time* untuk sistem Sumatra Bagian Tengah & Sumatra Bagian Selatan adalah berbeda-beda tergantung pada lokasi gangguan besar itu terjadi.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Suatu sistem tenaga listrik seyogyanya harus dapat menjamin ketersediaan penyaluran tenaga listrik tanpa adanya pemutusan terhadap setiap beban yang terhubung ke sistem tersebut. Pusat-pusat beban menerima suplai tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkit melalui jaringan distribusi yang banyak melibatkan berbagai komponen sistem distribusi. Kemungkinan terjadinya gangguan pada mesin-mesin pembangkit, jaringan transmisi, jaringan distribusi, dan pemakai beban tidak dapat diabaikan begitu saja, karena selain dapat merusak peralatan yang terganggu, juga dapat mempengaruhi stabilitas pada sistem tersebut.

Gangguan-gangguan yang terjadi dapat berupa gangguan-gangguan kecil ataupun gangguan besar, dimana gangguan ini ada yang bersifat sementara (*temporary*), dan ada yang bersifat permanen. Gangguan yang kecil tidak begitu mempengaruhi kondisi sistem, biasanya sistem langsung bekerja normal kembali setelah terjadi gangguan. Gangguan yang besar seperti gangguan pada pembangkit, gangguan pada saluran transmisi, dan gangguan hubung singkat, besar pengaruhnya pada sistem, dimana bila ini bersifat permanen akhirnya dapat menyebabkan sistem menjadi padam total (*Blackout*), dan akan sangat merugikan konsumen terutama konsumen-konsumen industri.

Terjadinya gangguan-gangguan pada sistem tenaga listrik dapat mengakibatkan terjadinya perubahan parameter-parameter listrik yang berperan penting. Parameter-parameter listrik tersebut antara lain: tegangan, arus, daya, kecepatan rotor, frekuensi, dan

sudut daya. Perubahan parameter-parameter tersebut bisa menyebabkan sistem tersebut keluar dari kondisi normalnya atau dengan kata lain kehilangan keserempakannya.

Kestabilan transien adalah kemampuan dari sistem tenaga untuk dapat menjaga kondisi keserempakannya ketika terjadinya gangguan-gangguan besar pada sistem tersebut. Ini erat kaitannya dengan perubahan daya yang ditransfer ke sistem dan posisi sudut rotor terhadap waktu. Jika ia masih berada dalam batas-batas tertentu, maka sistem dikatakan berada dalam kondisi serempaknya [1]. Pada studi ini akan dilihat perubahan parameter-parameter sistem tersebut terhadap lamanya gangguan, mulai dari kondisi awal saat sistem normal, kemudian diawali dengan saat terjadinya gangguan, sampai sistem menjadi stabil kembali setelah gangguan-gangguan besar tersebut dibersihkan. Dikarenakan oleh banyaknya mesin-mesin dan bus yang terhubung pada sistem tenaga listrik interkoneksi Sumatra Bagian Tengah & Sumatra Bagian Selatan ini, maka tidak memungkinkan untuk melakukan perhitungan secara manual, oleh karena itu pada penelitian ini digunakan *software Power System Simulator for Engineering* buatan SIEMENS POWER TECHNOLOGY INTERNATIONAL-USA yang digunakan oleh PT.PLN (Persero) Pusat Penyaluran & Pengaturan Beban Sumatra dan juga oleh PLN se-Indonesia.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Adanya gangguan-gangguan besar yang terjadi pada sistem, maka akan menyebabkan perubahan-perubahan pada parameter sistem. Adanya perubahan tersebut maka akan menyebabkan sistem menjadi kehilangan keserempakannya. Melihat apakah sistem stabil atau dengan kata lain sistem berada dalam kondisi serempaknya setelah

terjadinya gangguan-gangguan besar, maka kita bisa melihatnya dengan melihat ayunan sudut rotor terhadap waktu, dan juga dengan menentukan waktu pemutusan kritis, yaitu waktu maksimum yang diizinkan dimana gangguan tersebut dapat ditahan tanpa membuat generator kehilangan keserempakannya. Pada tugas akhir ini, kita akan melihat ayunan sudut rotor terhadap waktu, mulai dari saat kondisi awal sistem yang normal sebelum terjadinya gangguan, kemudian terjadinya gangguan, sampai gangguan tadi dibersihkan, yang merupakan penentu kestabilan transien sistem tersebut, dan menentukan setting waktu pemutusan terbaik agar sistem tersebut senantiasa stabil walaupun setelah terjadinya gangguan besar sekalipun.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem tenaga listrik pada interkoneksi Sumatra Bagian Tengah & Sumatra Bagian Selatan tetap stabil terhadap gangguan besar khususnya gangguan hubung singkat tiga fasa, serta menentukan batasan waktu kerja relai proteksi terlama, sehingga sistem tetap masih stabil bila terjadi gangguan besar.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui waktu pembersihan kritis (*critical clearing time*), yaitu waktu maksimum yang diizinkan dimana gangguan dapat ditahan tanpa membuat generator sinkron kehilangan keserempakannya.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- Secara umum dapat dikatakan bahwa semua generator adalah dalam kondisi stabil secara transien untuk tipe gangguan hubung singkat tiga fasa selama 145 ms di gardu induk bus 150 KV.
- Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa besarnya amplitudo ayunan sudut rotor tergantung pada tingkat energi akselerasi yang dialami oleh generator sesuai dengan kedekatannya pada titik gangguan. Semakin dekat jaraknya ke titik gangguan, maka akan semakin besar amplitudo ayunan sudut rotornya, dan sebaliknya.
- Durasi waktu terjadinya gangguan hubung singkat sangat mempengaruhi pada kestabilan semua mesin-mesin pembangkit.
- *Critical Clearing Time* untuk system Sumatra Bagian Tengah & Sumatra Bagian Selatan adalah 145 ms ketika terjadi gangguan di Bus 150 KV Ombilin, 260 ms di Koto Panjang, 300 ms di Musi, 455 ms di IPP Borang, dan 200 ms di New Tarahan.

### 5.2 Saran

- Agar sistem senantiasa stabil, maka sebaiknya relai bekerja secepat mungkin agar memerintahkan PMT segera trip, sesuai waktu yang telah di setting sebelumnya dan jangan sampai terlambat membuka.
- Penelitian selanjutnya sebaiknya memasukkan semua gangguan besar tidak hanya pada Bus pembangkit, tetapi juga pada saluran Tie-Line, terutama yang menjadi

penghubung antara sistem Sumbagteng dan Sumbagsel dan juga pada saluran penghubung antar propinsi.

- Agar studi stabilitas transien yang dilakukan juga diterapkan pada saat beban rendah, sehingga kita bisa membandingkannya dengan pada saat kondisi beban puncak.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kundur, Prabha. *Power System Stability and Control*. California: McGraw-Hill
- [2] Grainger dan Stevenson. *Power System Analysis*. Singapore: McGraw-Hill
- [3] Cekdin, cekmas. *Sistem Tenaga Listrik, Contoh Soal dan Penyelesaiannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [4] Sofian, Aris dan Furqon, Munawwar. *Tutorial Stability menggunakan PSS/E*.
- [5] PT.PLN (Persero) Udiklat Semarang, 2006. *Diklat Berbasis Kompetensi, Analisa Sistem Tenaga Listrik*. Semarang: PT.PLN (Persero).
- [6] Natarajan, Ramasamy. *Computer Aided Power System Analysis*. North Carolina: Marcel Dekker, inc.
- [7] *User manual PSS/E*. Siemens Power Technology International USA
- [8] Beaty, Wayne. *Handbook of Electric Power Calculation*. New York: McGraw-Hill.
- [9] Falanu, Satri. 2006. *Studi Stabilitas Transien dan Transfer Daya Maksimum Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi Sumatra*. Departemen LitBang PT.PLN (Persero).