



UNIVERSITAS INDONESIA

ANALISIS KESTABILAN PERALIHAN SISTEM TENAGA
LISTRIK DENGAN METODE LYAPUNOV

TESIS

ROSALINA
0706173244

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS INDONESIA
JULI 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

ANALISIS KESTABILAN PERALIHAN SISTEM TENAGA
LISTRIK DENGAN METODE LYAPUNOV

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master

ROSALINA
0706173244

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TEKNIK KONTROL INDUSTRI
UNIVERSITAS INDONESIA
JULI 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber yang baik yang dikutip dan dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rosalina
NPM : 0706173244
Tanda Tangan :

Tanggal : 8 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Rosalina
NPM : 0706173244
Program Studi : Teknik Elektro
Kekhususan : Teknik Kontrol Industri
Judul Tesis : ANALISIS KESTABILAN PERALIHAN SISTEM
TENAGA LISTRIK DENGAN METODE
LYAPUNOV.

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada program studi Teknik Elektro, kekhususan Teknik Kontrol Industri, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Dewan Penguji

Tanda Tangan

Pembimbing I : DR. Ir. Ridwan Gunawan, M.T. (.....)

Pembimbing II: DR. Abdul Halim, M.Eng (.....)

Penguji : Ir. Amien Rahardjo, MT. (.....)

Penguji : Ir. I. Made Ardita Y, MT. (.....)

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah Rabbil 'Alamina, saya doakan kehadiran Allah SWT, karena atas Rahmat dan Maghfirah dari-NYA saya dapat menyelesaikan makalah tesis ini. Penulisan makalah tesis ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Dalam hal ini, saya ucapkan terima kasih atas bantuan dan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak sehingga saya sampai pada penyelesaian penulisan makalah tesis ini, terutama kepada yth:

1. Bpk. DR.Ir. Ridwan Gunawan, M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan dukungan dan arahan dalam penulisan makalah tesis ini.
2. Bpk. DR. Abdul Halim, M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang bersedia meluangkan waktu dan pola pikir yang berharga bagi saya dalam penyusunan makalah tesis ini.
3. Seluruh dosen di Departemen Teknik Elektro yang telah mengajarkan ilmu teknologi yang bermanfaat.
4. Orang tua, Suami dan Anak-anakku yang tercinta atas doa dan kesabarannya.
5. Rekan-rekan di Teknik Elektro atas dukungannya.

Karena itulah, saya panjatkan doa kehadiran Allah SWT, semoga Allah berkenan memudahkan langkah dan pikiran kita dalam menapak hidup dan meraih satu kemakmuran yang setinggi-tingginya dalam ilmu pengetahuan dan teknologi yang diridhoiNYA, Amin.

Depok, Juli 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rosalina
NPM : 0706173244
Program studi : Teknik Kontrol Industri
Departemen : Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: *Analisa Kestabilan Peralihan Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Lyapunov*, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : Juli 2010
Yang menyatakan

(Rosalina)

ABSTRAK

Nama : Rosalina
Program Studi : Teknik Kontrol Industri
Judul : ANALISIS KESTABILAN PERALIHAN SISTEM TENAGA
LISTRIK DENGAN METODE LYAPUNOV

Dalam makalah tesis ini diangkat satu permasalahan gangguan mesin majemuk, yang akan ditentukan sudut daya dan waktu pemutusan kritisnya, sehingga dapat dicari tingkat kestabilan sistem tersebut.

Kestabilan sistem diartikan sebagai kemampuan sistem untuk kembali dalam kondisi normal setelah terjadi gangguan. Untuk menganalisis kestabilan sistem daya disini digunakan analisis kestabilan peralihan karena kisaran masalah yang dianalisis menyangkut gangguan yang lebih besar dan tidak memungkinkan menggunakan proses kelinearan. Dengan menggunakan model matematika persamaan fungsi Lyapunov akan dicari waktu pemutusan sistem dari gangguan.

Uji simulasi dilakukan terhadap kasus dengan bantuan perangkat lunak MatLab yang hasilnya nanti akan dibandingkan dengan simulasi metode konvensional..

Kata kunci : sistem tenaga listrik, mesin tunggal, kestabilan peralihan, fungsi Lyapunov, model tak linear.

ABSTRACT

Name : Rosalina

Study Program: Industrial Control Engineering

Title : ANALYSIS OF TRANSIENT STABILITY ELECTRIC
POWER SYSTEM USING LYAPUNOV METHOD FOR
MULTI MACHINE INFINITE BUS

In this thesis paper will appointed a problem with multi machine infinite bus, which will be determined power angle and critical clearing time, so you can search the system stability these.

Stability is defined as the ability of the system to return to normal conditions after the occurrence of some perturbations. To analyze the stability of power system, for solution here will used transient stability analysis because the range of problem analyzed a larger and does not allow using a linear process. With using a mathematical model equation Lyapunov function will be fine solution critical clearing time the system from interruption.

Which will be piloted to study the case with the help of MatLab software whose results will be compared with conventional simulation methods.

Keywords: Electric power system, multi machine infinite bus, transition stability, Lyapunov function, nonlinear model.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Susunan Penulisan.....	2
BAB 2 STABILITAS SISTEM TENAGA LISTRIK.....	4
2.1. Pengertian Stabilitas ¹⁾	4
2.1.1. Kestabilan keadaan tetap.....	5
2.1.2. Kestabilan Dinamis	5
2.1.3. Kestabilan Peralihan	6
2.2. Persamaan Ayunan (Swing Equation)	6
2.3. Persamaan Sudut Daya ^{1,8)}	10
2.4. Pemodelan Mesin Majemuk Studi Kestabilan Peralihan ^{1,2)}	13
2.5. Waktu pemutusan kritis ⁷⁾	14
2.6. Teori Kestabilan Lyapunov ^{2,3,6)}	16
BAB 3 ESTIMASI KESTABILAN DENGAN FUNGSI LYAPUNOV.....	18
3.1 Simulasi Model Matematika Sistem Tenaga Listrik ²⁾	18
3.2 Pembuatan Fungsi Lyapunov Dengan Algoritma <i>Energy Metric</i>	20
3.3 Penentuan Daerah Kestabilan	21
3.4 Proses Penentuan Kestabilan Sistem dan Penghitungan Waktu Pemutusan Kritis.....	22
BAB 4 PERHITUNGAN KESTABILAN PERALIHAN SISTEM TENAGA LISTRIK MESIN MAJEMUK	24
4.1. Penjelasan Sistem Secara Umum ^{1,4,5)}	24
4.2. Menentukan matriks jaringan.....	25
4.3. Persamaan Ayunan Sistem Sebelum, Ketika dan Sesudah Gangguan.....	32
4.4. Pembuatan Fungsi Lyapunov	33

4.5. Penentuan Batas Kestabilan V_{cr}	34
4.6. Penentuan Kestabilan Sistem dan Waktu Pemutusan kritis t_{cr}	35
4.7. Perbandingan hasil simulasi dengan metode konvensional	36
BAB 5 KESIMPULAN	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Representasi suatu rotor mesin yang membandingkan arah perputaran serta medan putar mekanis dan elektrik.	7
Gambar 2.2. Diagram fasor mesin serempak untuk studi kestabilan peralihan	10
Gambar 2.3. Skema jaringan untuk studi kestabilan.....	11
Gambar 2.4. Sistem multi machine infinite bus (MMIB).....	13
Gambar 2.5.Lengkung sudut daya yang menunjukkan sudut pemutusan kritis δ_{cr} , Luas A_1 dan A_2 adalah sama.	14
Gambar 3.1 Ilustrasi Metode Simulasi Sistem Peralihan.....	19
Gambar 3.2. <i>Flow Chart</i> Estimasi Aliran Fungsi Lyapunov	23
Gambar. 4.1. Diagram satu garis gangguan pada mesin majemuk	24
Gambar.4.2.Kurva ayunan dengan gangguan yang diputuskan.....	37
Pada 0,2detik	37
Gambar.4.3.Kurva ayunan dengan gangguan yang diputuskan.....	37
Pada 0,229detik	37
Gambar.4.4.Kurva ayunan dengan gangguan yang diputuskan.....	38
Pada 0,23detik	38
Gambar 4.5. <i>Flow Chart</i> Estimasi Aliran Fungsi Konvensional.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data Saluran dan Tranformator, semua nilai dalam pu,	25
dengan dasar 230 KV dan 100 MVA.....	25
Tabel 4.2. Data tentang rel dan nilai aliran beban pragangguan dalam pu,dengan dasar 230 KV dan 100 MVA	25
Tabel 4.3. Elemen matriks reaktansi sebelum gangguan	27
Tabel-4.4. Hasil Perhitungan Dengan Metode Lyapunov.....	35
Tabel-4.5 Hasil Perhitungan Dengan Metode Konvensional.....	38

