



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMODELAN PENGENDALIAN
FREKUENSI SISTEM TENAGA LISTRIK PADA SIMULATOR
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR (PLTN)**

TESIS

DONNY NURMAYADY

08 06 42 43 20

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMODELAN PENGENDALIAN
FREKUENSI SISTEM TENAGA LISTRIK PADA SIMULATOR
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR (PLTN)**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Elektro**

DONNY NURMAYADY

08 06 42 43 20

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TENAGA LISTRIK DAN ENERGI
DEPOK
2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Donny Nurmayady

NPM : 0806424320

Tanda tangan :

Tanggal : 15 Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Donny Nurmayady
NPM : 0806424320
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Pemodelan Pengendalian Frekuensi Sistem Tenaga Listrik
pada Simulator PLTN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Ridwan Gunawan, M.T. (.....)

Penguji : Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo I.P.M. (.....)

Penguji : DR. Abdul Halim, M.Eng (.....)

Penguji : DR. Ir. Feri Yusivar, M. Eng (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, karena hanya dari-Nya-lah segala berkah dan rahmat yang membuat saya dapat menyelesaikan seminar ini. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk dapat memperoleh gelar Magister Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Elektro . Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Ridwan Gunawan, M.T, selaku pembimbing saya dan Dr.rer.nat. Usman Sudjadi, APU, selaku pembimbing instansi, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan seminar ini;
- (2) Istri saya Siti Mitasari Konstantin, yang selalu setia mendampingi saya dan memberikan dukungan penuh doa dan semangat mengiringi setiap langkah kehidupan saya, serta anak saya Maliki Jibrilian Akbar sebagai sumber semangat dan inspirasi saya.
- (3) Mamih, Papah , Vissa, Ruthe, Kak Indri, Mas Mufri, dan Reza yang selalu memberikan semangat kepada saya. Serta Syauqi dan Syadza yang selalu memberikan keceriaan setiap aku melihat kalian
- (4) Pimpinan serta rekan-rekan pengurus beasiswa Kementerian Riset dan Teknologi, yang telah memberi saya kesempatan emas dalam menimba ilmu.
- (5) Pimpinan BATAN dan rekan-rekan kerja Bidang Instrumentasi Reaktor dan Industri yang selalu memberikan bantuan dan fasilitas penelitian.
- (6) Teman-teman S2-GATRIK 2008 yang telah banyak mendukung dan memberi semangat;

Akhir kata, saya berharap ALLAH SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Seminar ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2009

Penulis

ABSTRAK

Nama : Donny Nurmayady
 Program Studi : Teknik Elektro
 Judul : Pemodelan Pengendalian Frekuensi Sistem Tenaga Listrik pada Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Pembelajaran PLTN masih terus dilakukan diantaranya pembelajaran melalui simulator PLTN. Pada seminar telah dibahas mengenai pemodelan putaran turbin dan generator. Pada tesis ini akan dibahas mengenai pengendalian frekuensi sistem tenaga listrik. Frekuensi sistem tenaga listrik erat kaitannya dengan putaran turbin generator, oleh karena itu penegdalian frekuensi pada tesis ini akan mengacu pada pengendalian putaran turbin dan generator. Persamaan matematis dari penelitian seminar yang lalu, dimanfaatkan untuk membentuk sistem pengendalian. Dengan memberikan input variasi beban dilihat karakteristik putaran turbin dan generator. Lalu dibuat sebuah pengendalian PID (*Proporsional Integral Diferential*) agar frekuensi cepat kembali ke posisi normalnya. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dalam rangka pembuatan simulator PLTN.

Kata kunci:
 Simulasi, Frekuensi, Turbin, Generator, Model.

ABSTRACT

Name : Donny Nurmayady
 Study Program : Electrical Engineering
 Title : Modelling of Control Frequency on Nuclear Power Plant Simulator (NPP)

Studies about NPP is still underway, including studies through nuclear power plant simulator. In the seminar research has been discussed about the turbine and generator modeling spin. This research will be discussing about the rotation and frequency control. Mathematical equations from the past research will be use to form the control system. By providing various input load, viewed from characteristic of the spin from turbine and generator. Then a control were made in order to make frequency and its fast spin, returned to its normal position. This research is a part of the research in order to manufacture nuclear power plant simulator.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
2. PEMODELAN PUTARAN TURBIN GENERATOR PLTN	5
2.1 Prinsip Kerja Pembangkit Tenaga Listrik Nuklir jenis PWR	6
2.2 Kestabilan Sistem Tenaga Listrik	8
2.2.1. Kestabilan <i>Steady state</i>	8
2.2.2. Kestabilan Transien	9
2.3 Generator	9
2.3.1. Pengaruh Beban terhadap Generator	13
2.3.2. Pengaruh Beban terhadap perubahan Frekuensi	15
2.4 Penggerak Mula	16
2.5 Governor	19
2.5.1 Sistem Katup CV	21
2.5.2 Sistem Katup IV	21
2.6 Perhitungan Konstanta	21
2.7 Data Pembangkit	23
3. PEMODELAN MATEMATIS DAN SISTEM PENGENDALIAN	25
3.1 Pemodelan Matematis Pembangkit	25
3.2 Sistem Pengendalian	31
3.2.1 Metode Zigler Nichols	33
3.4.2. Metode Osilasi atau <i>Ultimate Cycle</i>	34
3.4.3 Metode Quater Delay	35
3.4.4 Metode Heuristik	36
4. SIMULASI DAN ANALISA	38
4.1 Mencari Konstanta K_p , K_d , K_i	39
4.2 Persamaan Lingkaran Tertutup Pembangkit	43
5. KESIMPULAN	54
DAFTAR REFERENSI	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).....	8
Gambar 2.2	Fungsi Alih antara Kecepatan dan Torsi.....	14
Gambar 2.3	Fungsi Alih antara Kecepatan dan Perubahan Daya Beban.....	15
Gambar 2.4	Diagram Blok Persamaan Putaran Generator.....	15
Gambar 2.5	Konfigurasi Turbin untuk PLTN	17
Gambar 2.6	Diagram Blok Turbin PLTN.....	18
Gambar 2.7	Diagram Blok Penyederhanaan Turbin.....	19
Gambar 2.8	Generator dengan Beban Lokal	20
Gambar 2.9	Diagram Blok <i>Governor</i>	21
Gambar 2.10	Diagram Blok Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir.....	24
Gambar 2.11	Diagram Blok Simulink Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir.....	24
Gambar 3.1	Kurva Tanggapan Waktu Kecepatan Persamaan. Lingkaran Terbuka.....	26
Gambar 3.2	Kurva Tanggapan Waktu Kecepatan Penalaan <i>Speed droop</i>	28
Gambar 3.3	Diagram Blok Lingkaran Tertutup.....	29
Gambar 3.4	Kurva Tanggapan Waktu dengan Penambahan Konstanta AGC.....	30
Gambar 3.5	Kurva Respon Tangga Satuan. Memperlihatkan 25 % Kenaikan.....	34
Gambar 3.6	Sistem Untaian Tertutup dengan Alat Pengendali Proporsional.....	34
Gambar 3.7	Kurva Respon Sustain OScillation	35
Gambar 3.8	Kurva Respon Quarter Amplitudo Decay.....	36
Gambar 3.9	Diagram Blok model Pembangkit Kendali PID.....	39
Gambar 4.1	Diagram Blok Liingkar Terbuka Pembangkit.....	39
Gambar 4.2	Tanggapan Model Pembangkit terhadap Pengendali PID metode Ultimate Cycle.....	44
Gambar 4.3	Tanggapan Model Pembangkit terhadap Pengendali PID metode Pessen Integral Rule.....	46
Gambar 4.4	Tanggapan Model Pembangkit terhadap Pengendali PID metode <i>Some Overshoot</i>	48
Gambar 4.5	Tanggapan Model Pembangkit terhadap Pengendali PID metode <i>No Overshoot</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data Turbin dan Generator PLTN jenis AP1000.....	23
Tabel 2.2	Konstanta pada Poros Berputar	23
Tabel 3.1	Tanggapan Sistem Kendali PID terhadap Perubahan Parameter.....	33
Tabel 2.2	Penalaan Parameter PID dengan Metode Osilasi	35
Tabel 2.2	Penalaan Parameter PID dengan Beberapa Cara Metode Heuristic	37



