



**PID - ZIEGLER NICHLOS UNTUK PENGENDALIAN
LOAD FREQUENCY CONTROL PADA PLTU PAITON BARU**

SKRIPSI

Oleh

Diah Ayu Oktaviani

NIM 101910201078

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014



**PID - ZIEGLER NICHLOS UNTUK PENGENDALIAN
LOAD FREQUENCY CONTROL PADA PLTU PAITON BARU**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

SKRIPSI

Oleh

Diah Ayu Oktaviani

NIM 101910201078

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2014

PERSEMBAHAN

Ada banyak cerita dalam penyusunan skripsi ini. Namun cerita itu tidaklah lengkap tanpa kehadiran orang-orang hebat dibalik terselesaikannya skripsi ini. Dengan rasa syukur yang begitu besar akan nikmat dan karunia yang dilimpahkan Allah SWT dan Junjunganku Nabi Muhammad SAW atas syafaatnya , skripsi ini saya persembahkan untuk mereka yang telah memberikan sebagian besar waktu ,tenaga dan pikirannya menemani perjalanan saya selama ini:

1. Kedua orang tua saya (Alm)Bambang Hardjito dan (Almh) Dwi Arsiani Marhaeningrum yang telah menjadi orang tua hebat, cinta, kasih sayang dan doanya selalu menyertai setiap langkah dalam hidup saya.
2. Kedua saudara yang saya sayangi, Lestari Agustina dan Dita Nofita Sari yang selalu mendoakan dan menyemangati saya juga kakak ipar saya Yusa Harinanda.
3. Bapak dosen pembimbing , Bapak Dedy Kurnia Setiawan dan Bapak Triwahju Hardianto yang selalu sabar membimbing dalam penyelesaian skripsi saya,serta permohonan maaf apabila terdapat tutur kata dan perbuatan yang tidak berkenan dihati.
4. Sahabat-sahabat terbaik Rizdha Yusfik, Redia Irawan, Intan Mawardah , Ageng Widya Saputri yang sudah 4 tahun menemani susah dan senang.
5. Bapak ibu guru yang telah mendidik saya semenjak TK hingga SMA serta bapak ibu dosen, staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember serta Almamater saya Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Sahabat-sahabat Teknik Elektro Universitas Jember (Patek UJ 2010) yang mewarnai masa-masa kuliah di Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
7. Masdoni , yang selalu sabar membantu, mendukung dan menyemangati.
8. Rekan – rekan Project D , yang telah memberikan banyak inspirasi dan motivasi.

MOTO

*“Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh
selain apa yang telah diusahakannya”
(Qs An Najm :39)*

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan”
(Q.S. Al-Insyirah : 5-6)

“ Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga
mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri “
(QS. Ar Ra'd : 11)

Bersabarlah , anda tidak akan gagal selama anda tidak menyerah
(Mario Teguh)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Diah Ayu Oktaviani

NIM : 101910201078

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul **PID - Ziegler Nichlos Untuk Pengendalian Load Frequency Control Pada PLTUPaiton Baru** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan tersebut tidak benar.

Jember, 30 Juni 2014

Yang menyatakan,

Diah Ayu Oktaviani

NIM 101910201078

SKRIPSI

PID - ZIEGLER NICHLOS UNTUK PENGENDALIAN LOAD FREQUENCY CONTROL PADA PLTU PAITON BARU

Oleh

Diah Ayu Oktaviani
NIM 101910201078

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dedy Kurnia Setiawan, ST., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul **PID Ziegler - Nichlos Untuk Pengendalian Load Frequency Control Pada PLTU Paiton Baru** telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 30 Juni 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 19800610 200501 1 003

Penguji I,

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP. 19700826 199702 1 001

Penguji II,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.
NIP. 19710402 200312 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

PID – Ziegler Nicholz Untuk Pengendalian Load Frequency Control
Pada PLTU Paiton Baru

Diah Ayu Oktaviani

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Perubahan beban yang terjadi dapat mempengaruhi perubahan frekuensi pada pembangkit, termasuk PLTU Paiton Baru. Perubahan frekuensi yang terjadi akan menentukan mutu dan kehandalan penyediaan pasokan energi listrik pembangkit. Oleh sebab itu diperlukan *Load Frequency Control* (LFC) untuk menstabilkan frekuensi. Ada beberapa jenis pengendali pada LFC saat ini, salah satunya adalah PID. PID biasanya diterapkan dengan metode *trial and error* akan tetapi hasilnya kurang optimal. Pada sistem PLTU Paiton Baru masih digunakan pengendali PI konvensional. Oleh sebab itu pada penelitian ini PID dengan menggunakan aturan *Ziegler Nichols* berdasarkan "metode kurva reaksi" yang ditambahkan pada pemodelan LFC PLTU Paiton Baru. Dengan menggunakan aturan *Ziegler Nichols - Metode Kurva Reaksi* didapat nilai parameter $L=2$ dan $T=15$ dengan nilai konstanta $K_p=7.5$, $K_i=0.9375$ dan $K_d=3.75$. Saat diaplikasikan pada sistem dengan kondisi beban berfluktuatif, LFC PLTU Paiton Baru dengan "PID - *Ziegler Nichols* Metode Kurva Reaksi" mampu menjaga kestabilan frekuensi seiring dengan perubahan beban yang terjadi. Jika dibandingkan dengan PI konvensional, nilai *maximum overshoot* membaik dari 50,025 Hz menjadi 50,005 HZ dan *settling time*-nya lebih cepat 14 detik dibandingkan dengan PI konvensional. Selain itu pengendali PI konvensional yang sering mengalami osilasi frekuensi daripada PID – *Ziegler Nichols* yang cenderung lebih stabil menjaga frekuensi sistem.

Kata Kunci : Frekuensi, *Load Frequency Control*, PID, *Ziegler-Nichols*,

PID - Ziegler Nichols For The Controlling of Load Frequency Control

At PLTU Paiton Baru

Diah Ayu Oktaviani

Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Jember

ABSTRACT

Changes in load can affect the changes of frequency in the plant, including the PLTU Paiton Baru. Frequency changes that occur will determine the quality and reliability of electricity supply for plants. Therefore, power generation need a Load Frequency Control (LFC) to stabilize their frequency. There are several types of controllers at LFC, one of which is the PID like in PLTU Paiton Baru. PID is usually applied with a trial and error method, but the results are less than optimal. Therefore, in this study using a PID with Ziegler Nichols rules based "reaction curve method" is added to the modeling LFC PLTU Paiton Baru. By using Ziegler Nichols rules - Reaction Curve Method obtained parameter values $L = 2$ and $T = 15$ with a constant value of $K_p = 7.5$, $K_i = K_d = 0.9375$ and 3.75 . When applied to systems with fluctuating load conditions, LFC PLTU Paiton Baru with "PID - Ziegler Nichols reaction curve method" is able to maintain a stable frequency as the load changes that occur. When compared with the conventional PI, improved overshoot maximum value of 50,025 Hz and 50,005 Hz into its settling time 14 seconds faster than the conventional PI. In addition, a conventional PI controller is often experienced oscillation frequency than the PID - Ziegler Nichols who tend to be more stable to maintain system frequency.

Key Words : *Frequency, Load Frequency Control, Ziegler-Nichols, PID*

RINGKASAN

PID – Ziegler Nicholz Untuk Pengendalian Load Frequency Control Pada PLTU Paiton Baru; Diah Ayu Oktaviani; 101910201078; 2014:49 Halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sebuah pembangkit tenaga listrik sebagai produsen penghasil energi listrik dituntut untuk mampu menyediakan pasokan energi listrik yang bermutu dan handal bagi para konsumen. Tegangan, frekuensi dan jumlah gangguan menjadi tolak ukur dari mutu dan keandalan energi listrik. Jika daya yang dibangkitkan lebih kecil dibandingkan beban sistem maka kondisi frekuensi akan turun, berlaku pula untuk hal sebaliknya. Perubahan beban yang terjadi terus-menerus turut serta mempengaruhi perubahan frekuensi yang ada pada sistem sehingga diperlukan sistem pengaturan frekuensi atau dikenal dengan *Load Frequency Control (LFC)*. Penelitian ini diusulkan mengingat permasalahan yang terjadi pada PLTU Paiton Baru yaitu perubahan beban yang cukup drastis dan berpengaruh terhadap perubahan frekuensi pada sistem.

Penelitian ini merancang dan membuat pemodelan *Load Frequency Control* dengan menggunakan kontrol PID dan untuk mengetahui parameter PID ditentukan dengan menggunakan aturan *Ziegler Nichols - Kurva Reaksi*. Penelitian *Load Frequency Control* di PLTU Paiton Baru ini terkait dengan pengendalian sistem tenaga daerah tunggal yaitu sistem tenaga yang pada dasarnya terdiri dari governor, turbin dan generator. Pada penelitian ini setelah memperoleh data-data parameter seperti nilai konstanta waktu generator, governor dan turbin, kemudian dihubungkan menjadi blok-blok diagram LFC PLTU Paiton Baru dengan umpan balik regulasi konstan dan tambahan pengendali PID. Melalui blok pemodelan matematis LFC, maka dapat diketahui persamaan *closed loop*. Berdasarkan persamaan *closed loop* dari LFC PLTU Paiton Baru yang telah dihitung melalui persamaan matematis maka untuk mencari parameter pengendali PID dapat menggunakan aturan metode *Ziegler*

Nichols-Kurva Reaksi. besar nilai waktu delay antara sinyal kontrol dan sistem aksi (L) adalah 2 detik sementara waktu delay sistem mencapai swing mendekati *steady state*(T) yaitu 15 detik. Dengan menggunakan aturan *Ziegler Nichols* - Metode Kurva Reaksi didapat nilai konstanta $K_p=7.5$, $K_i=0.9375$ dan $K_d=3.75$ yang kemudian diaplikasikan pada blok pemodelan LFC PLTU Paiton Baru.

Pengendali PID yang diusulkan menunjukkan respon yang baik pada sistem dengan waktu *steady state* lebih cepat 19 detik dibandingkan dengan PI konvensional. Selain itu nilai *maximum over shoot* PID - *Ziegler Nichols* yaitu 50.005 Hz lebih baik dibandingkan PI konvensional yang nilainya lebih besar yaitu 50.025 Hz pada beban fluktuatif. Pengendali PID - *Ziegler Nichols* lebih handal menjaga frekuensi akibat adanya perubahan beban dibandingkan dengan PI konvensional yang juga kerap kali mengalami osilasi frekuensi. Osilasi frekuensi yang kerap terjadi menunjukkan bahwa kestabilan sistem tidak terjaga dengan baik.

Hasil pengujian LFC PLTU Paiton Baru dengan PID-*Ziegler Nichols* pada beban yang bervariasi , tanggapan respon yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. *Load Frequency Control* PLTU Paiton Baru mampu menjaga dan mengembalikan perubahan frekuensi yang terjadi akibat perubahan beban dengan sesegera mungkin. LFC PLTU Paiton Baru dengan pengendali PID – *Ziegler Nichols* mampu memberikan respon yang baik dalam menjaga kestabilan frekuensi sistem walaupun terjadi perubahan beban yang bervariasi.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah Swt, karena atas rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ''PID - *Ziegler Nichlos* Untuk Pengendalian *Load Frequency Control* Pada PLTU Paiton Baru''. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.
2. Bapak Sumardi, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah sabar membimbing dan memberikan banyak saran serta masukan demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah memberikan banyak tambahan pengetahuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
5. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. dan Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran, dalam memberikan pengarahan dan koreksi sehingga skripsi ini bisa lebih baik lagi.
6. Kedua orang tuaku (Alm) Bambang Hardjito dan (Almh) Dwi Arsiani Marhaeningrum yang kasih sayang dan doanya selalu menjadi penerang dalam setiap langkahku serta semangat bagiku untuk melangkah maju.
7. Kedua saudaraku yang kusayangi, Lestari Agustina dan Dita Nofita Sari yang menjadi semangat terbesarku dalam hidup.

8. Sahabat –sahabat terbaik (Redia, Rizdha,Intan, Ageng, dan Masdoni) serta teman-teman kost “Pondokku” yang menjadi keluarga kedua di tempat perantauan.
9. Sahabat-sahabat Teknik Elektro Universitas Jember (Patek UJ 2010) atas semangat, dukungan, dan motivasi, serta telah memberikan warna selama perjalanan kuliah di Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
10. Rekan-rekan Project D ,Elektro Angkatan 2013, 2012, 2011, 2009.
11. Seluruh staf dan karyawan PLTU Paiton Baru yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan penelitian dan pengambilan data pada penyusunan skripsi ini.
12. Semua pihak dan rekan-rekan yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini
Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan, kritik dan saran tetap diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Jember, Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Load Frequency Control	6
2.1.1 Model generator	8
2.1.2 Model beban.....	9
2.1.3 Model penggerak mula	9
2.1.4 Model governor.....	10

2.2	Sistem Kendali Loop Tertutup	11
2.3	Pengendali PID	12
2.3.1	Pengendali Proportional.....	12
2.3.2	Pengendali Integral	13
2.3.3	Pengendali Derivative	15
2.4	Penyepadanan Pengendalian PID	18
2.3.1	Metode Osilasi	18
2.3.2	Metode Kurva Reaksi	19
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1	Tempat Penelitian	22
3.2	Diagram Alir Penelitian	22
3.3	Blok Diagram Sistem	25
3.4	Algoritma PID Metode Ziegler Nichols- Kurva Reaksi	26
3.5	Data Single Area Power Sistem PLTU Paiton Baru	27
3.5.1	Data Parameter Generator PLTU Paiton Baru	28
3.5.1	Data Parameter Governor PLTU Paiton Baru	29
3.5.1	Data Parameter Turbin PLTU Paiton Baru	30
3.6	Blok Pemodelan Sistematis LFC PLTU Paiton Baru	31
BAB 4.	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Persamaan Closed Loop LFC PLTU Paiton Baru	32
4.1	Perhitungan Konstanta K_p, K_i dan K_d	33
4.3	Pengujian LFC PLTU Paiton Baru	35
4.3.1	LFC PLTU Paiton Baru dengan Perubahan Beban Tetap	36
4.3.2	LFC PLTU Paiton Baru dengan Perubahan Beban Naik	39
4.3.3	LFC PLTU Paiton Baru dengan Perubahan Beban Turun	43

4.3.4	LFC PLTU Paiton Baru dengan Perubahan Beban Fluktuatif.....	47
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
2.1	Diagram blok LFC pada sebuah generator.....	7
2.2	Diagram Blok Model Generator.....	8
2.3	Diagram Blok Model Beban	9
2.4	Diagram blok model penggerak mula / turbin uap.....	9
2.5	Diagram Blok Model Governor	10
2.6	Diagram blok sebagai representasi dari sebuah Load Frequency Control (LFC)	11
2.7	Blok Diagram Sistem Kendali <i>Loop</i> Tertutup	12
2.8	Diagram Blok Pengendali Proporsional.....	13
2.9	Diagram Blok Pengendali Integral.....	14
2.10	Diagram Blok Pengendali Differensial	15
2.11	Diagram Blok Pengendali PID.....	17
2.12	Respon Tangga Satuan Sebuah Sistem	20
3.1	Diagram Blok Tahapan Penelitian	22
3.2	Blok Diagram <i>Single Area Power Sistem</i> dengan Pengendali	25
3.3	Blok Pemodelan LFC PLTU Paiton Baru dengan Pengendali.....	31
4.1	Open loop LFC PLTU Paiton Baru dengan metode kurva reaksi	34
4.2	Respon Tanggapan LFC PLTU Paiton Baru dengan metode kurva reaksi	34
4.3	Perubahan Daya Output Pada Governor	36
4.4	Perubahan Daya Mekanis.....	37
4.5	Respon LFC PLTU Paiton Baru pada perubahan beban tetap.....	38
4.6	Perubahan Daya Output Pada Governor	41
4.7	Perubahan Daya Mekanis.....	42
4.8	Respon LFC PLTU Paiton Baru pada saat beban meningkat	42

4.9	Perubahan Daya Output Pada Governor	45
4.10	Perubahan Daya Mekanis.....	46
4.11	Respon LFC PLTU Paiton Baru pada saat beban turun.....	46
4.9	Perubahan Daya Output Pada Governor	48
4.10	Perubahan Daya Mekanis.....	49
4.11	Respon LFC PLTU Paiton Baru pada saat beban fluktuatif	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	Efek dari kontrol P, I dan D 18
2.2	Penalaan paramater PID dengan metode Osilasi 19
2.3	Penalaan paramater PID dengan metode Kurva Reaksi..... 20
3.1	Parameter Generator PLTU Paiton Baru..... 29
3.2	Parameter Turbin Uap PLTU Paiton Baru 30
4.1	Peningkatan Beban pada LFC PLTU Paiton Baru 40
4.2	Penurunan Beban pada LFC PLTU Paiton Baru..... 44
4.3	Beban Fluktuatif pada LFC PLTU Paiton Baru 47