

**PID – ZIEGLER NICHOLS UNTUK PENGENDALIAN LOAD FREQUENCY
CONTROL DI PLTU PAITON BARU**
(PID – ZIEGLER NICHOLS FOR CONTROL LOAD FREQUENCY CONTROL
IN PLTU PAITON BARU)

Diah Ayu Oktaviani, Dedy Kurnia Setiawan, Triwahju Hardianto
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: diah.ayu@gmail.com

Abstrak

Perubahan beban yang terjadi terus-menerus akan mempengaruhi perubahan frekuensi di PLTU Paiton Baru sehingga diperlukan sistem pengaturan frekuensi atau *Load Frequency Control* (LFC). Pada penelitian ini PID dengan menggunakan aturan Ziegler-Nichols berdasarkan metode kurva reaksi ditambahkan pada pemodelan LFC PLTU Paiton Baru yang diaplikasikan pada MATLAB 2009. Dari hasil pengujian menggunakan aturan Ziegler Nichols-Metode Kurva Reaksi didapat nilai parameter $L=2$ dan $T=15$ sehingga pada saat pengujian, hasil terbaik didapat dengan menggunakan pengendali PID dengan nilai $K_p=7.5$ $K_i=0.9375$ dan $K_d=3.75$ dengan nilai Settling Time=19 detik dan Maximum Overshoot= 50.0023 Hz. Berdasarkan hasil pengujian beban yang bervariasi yaitu beban, naik, turun dan fluktuatif, LFC PLTU Paiton Baru dengan PID-Ziegler Nichols Metode Kurva Reaksi mampu menjaga kestabilan frekuensi seiring dengan perubahan beban yang terjadi.

Kata Kunci : Perubahan Beban, Load Frequency Control, Metode Kurva Reaksi Ziegler-Nicholz, Kontrol PID, Frekuensi

Abstract

The change of load that occurs continuously will affect the change of frequency at Steam Power Plant "Paiton Baru" so that required the Load Frequency Control (LFC). In this research, the PID using Ziegler-Nichols rule based reaction curve method added to LFC model of Steam Power Plant "Paiton Baru" that applied to Matlab 2009. From test result using Ziegler-Nichols rule based reaction curve method obtained the parameter value are $L = 2$ and $T = 15$ so that when its testing, the best result obtained using PID control with $K_p = 7,5$ and $K_i = 0,9375$ and $K_d = 3,75$ with setting time = 19 seconds and maximum overshoot = 50,0023 Hz. Based on the test result of the varying load, they are rise, down and fluctuate load, LFC of Steam Power Plant "Paiton Baru" with PID-Ziegler Nichols rule based reaction curve method is able to maintain the stable frequency along with the change of load that occurs.

Key Word : The change of load, Load Frequency Control, Curve Reaction Methode, Ziegler-Nicholz, PID Control, Frequency,

PENDAHULUAN

Sebuah Pembangkit Tenaga Listrik sebagai produsen penghasil energy listrik dituntut untuk mampu menyediakan pasokan energy listrik yang bermutu dan handal bagi para konsumen. Tegangan, Frekuensi dan jumlah gangguan menjadi tolak ukur dari mutu dan keandalan energy listrik. [1]. Jika daya yang dibangkitkan lebih kecil dibandingkan beban sistem maka kondisi frekuensi akan turun, berlaku pula untuk hal sebaliknya. Jika daya yang dibangkitkan lebih besar dibandingkan dengan beban sistem maka frekuensi sistemnya pun akan besar pula [2]. 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).

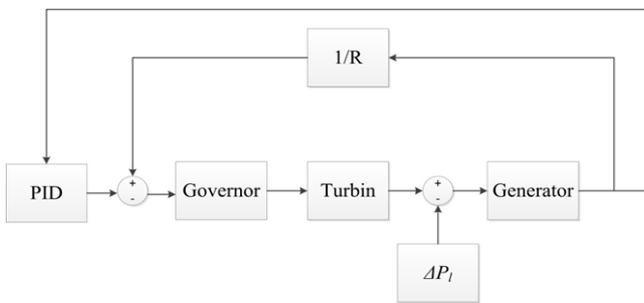
Penelitian terdahulu yang dilakukan C. S. Chang and W. H. Fu [3] menyebutkan pada umumnya LFC dirancang dengan menggunakan kontrol PI (Proporsional-Integral) tidak lagi mampu menghaikan performa yang baik dan dinamis dari sebuah sistem baik pada saat perubahan beban maupun skenario perubahan sistem. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Jawad Talaq and Fadel Al-Basri [4]. berusaha memodifikasi Adaptive Fuzzy Gain Scheduling. Hasil dari penelitian ini cukuplah efektif untuk meningkatkan kinerja dari LFC hanya saja sistem kontrol yang digunakan hanya dapat digunakan dalam kondisi operasi off.

Penelitian ini berkaitan dengan implementasi pengendali PID dengan menggunakan aturan Zieger-Niechols untuk pengendalian *Load Frekuensi Control* pada PLTU Paiton Baru. Penelitian ini diusulkan mengingat permasalahan yang terjadi pada PLTU Paiton Baru yaitu perubahan beban

yang cukup drastis dan berpengaruh terhadap perubahan frekuensi pada sistem. Dalam penelitian ini pengendali yang diusulkan yaitu PID – Ziegler Nichols diharapkan mampu menjaga stabilitas frekuensi dalam sebuah power system. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat dan pemodelan *Load Frequency Control single area power system* dengan menggunakan kontrol PID dan untuk mengetahui parameter PID ditentukan dengan menggunakan aturan Ziegler Nichols untuk pemodelan LFC *single area power sistem*. Sehingga saat pengendali tambahan ini digunakan pada pemodelan LFC PLTU Paiton Baru dapat diketahui hasil performa LFC dalam menjaga kestabilan frekuensi

METODE PENELITIAN

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. Blok diagram sederhana untuk *single area power system* dengan menggunakan kontrol PID seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Keterangan :

- a. Governor , Turbin dan Generator merupakan tiga komponen utama *Load Frequency Control*
- b. Pengendali PID , untuk memperoleh nilai-nilai parameter dari konstanta PID akan dilakukan menggunakan aturan Ziegler Nichols dengan metode Kurva Reaksi.
- c. ΔP_L merupakan variable yang perubahan beban yang terjadi pada sebuah LFC seperti yang diketahui bahwa perubahan beban yang terjadi berpengaruh terhadap perubahan frekuensi.
- d. $1/R$ atau Regulasi konstan ini menjadi umpan balik padasebuah pengaturan Load Frequency Control PLTU Paiton Baru

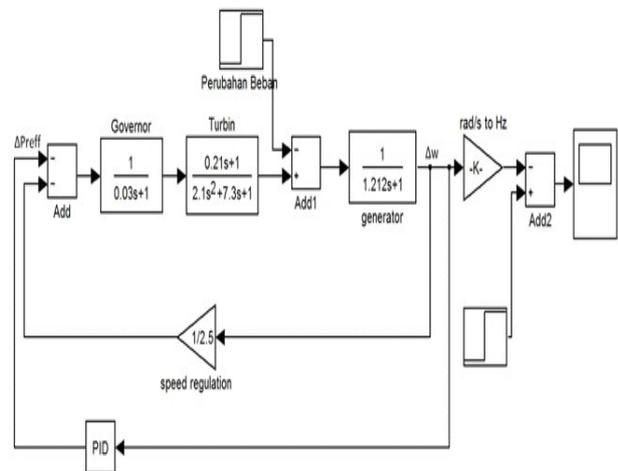
Pada penelitian ini pengendali tambahan yang digunakan untuk kontrol LFC PLTU Paiton Baru adalah PID-Ziegler Nichols dengan Menggunakan Metode Kurva Reaksi. Adapun tahapan-tahapan untuk mengetahui parameter K_p , K_i dan K_d dengan menggunakan metode ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemodelan Blok Diagram Closed Loop LFC
Untuk dapat mengetahui nilai parameter konstanta PID dengan menggunakan metode Ziegler-Nichols maka memodelkan sistem LFC PLTU Paiton Baru dalam

- bentuk closed loop dengan tujuan untuk mempermudah dalam pencarian maupun perhitungan konstanta PID.
- b. Pemodelan Open Loop LFC dengan menggunakan Ziegler Nichols
Setelah memperoleh nilai fungsi alih closed loop dari sistem LFC PLTU Paiton Baru , maka untuk mengetahui nilai konstanta K_p , K_i dan K_d adalah dengan memodelkan sistem dalam kondisi Open Loop sesuai dengan aturan Ziegler Nichols melalui metode Kurva Reaksi.
- c. Perhitungan Matematis Konstanta PID Berdasarkan Aturan Ziegler Nichols

Nilai yang diperoleh melalui kurva reaksi pada persamaan open loop sistem yaitu nilai dead time (L) dan waktu delay (T) akan menjadi acuan untuk mencari nilai konstanta PID berdasarkan perhitungan matematis yang mengikuti aturan pada Ziegler Nichols. Nilai konstanta K_p , K_i dan K_d inilah yang kemudian diterapkan pada LFC PLTU Paiton Baru sebagai pengendali tambahan pada sistem untuk memperoleh performa yang terbaik pada sistem.

Pada penelitian ini setelah memperoleh data-data parameter yang dibutuhkan dan berdasarkan nilai-nilai fungsi alih yang diperoleh melalui perhitungan matematis seperti nilai konstanta waktu generator, governor dan turbin yang tercantum pada tabel , kemudian dihubungkan menjadi blok-blok diagram LFC PLTU Paiton Baru dengan umpan balik regulasi konstan yaitu $1/2.5$ dan tambahan pengendali PID seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok pemodelan LFC PLTU Paiton Baru dengan Pengendali

HASIL PERHITUNGAN PARAMETER PID

Pemodelan sistematis pembangkit yang telah dibangun ditambahkan dengan sebuah pengendali yaitu pengendali PID dengan Metode Ziegler Nichols – Kurva Reaksi . Melalui blok pemodelan matematis Load Frequency Control yang tercantum pada gambar 2, maka dapat diketahui persamaan Closed-Loop dari Load Frequency Control pada LFC PLTU Paiton Baru. Berdasarkan persamaan closed loop dari LFC PLTU Paiton Baru yang telah dihitung melalui persamaan matematis maka untuk mencari parameter pengendali PID dapat melalui aturan metode Ziegler Nichols-Kurva Reaksi. besar nilai waktu delay antara sinyal

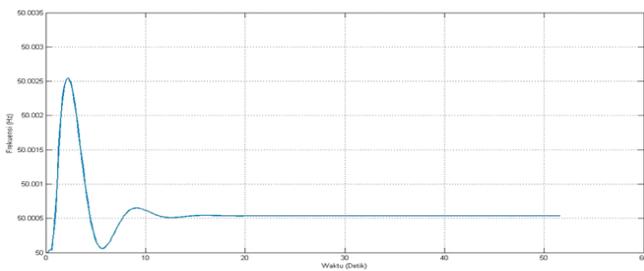
kontrol dan sistem aksi (L) adalah 2 detik sementara waktu delay sistem mencapai swing mendekati steady state(T) yaitu 15 detik. Sesuai yang tercantum pada tabel 2.2 maka perhitungan matematis nilai Kp, Ki dan Kd untuk masing-masing pengendali seperti yang tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Data Parameter PID Tiap Pengendali

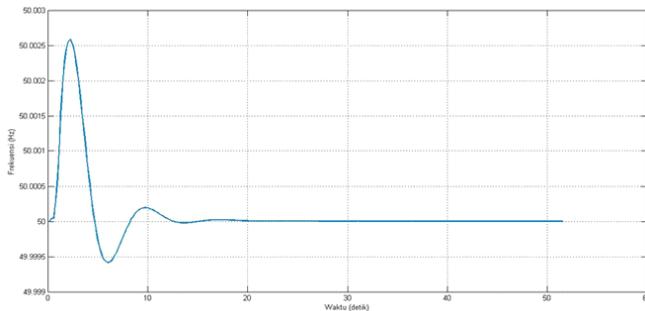
Tipe Pengendali	Kp	Ki	Kd
P	7,5	-	-
PI	6,75	0.9	-
PID	7,5	0.9375	01/03/75

RESPON TANGGAPAN LFC PLTU PAITON BARU

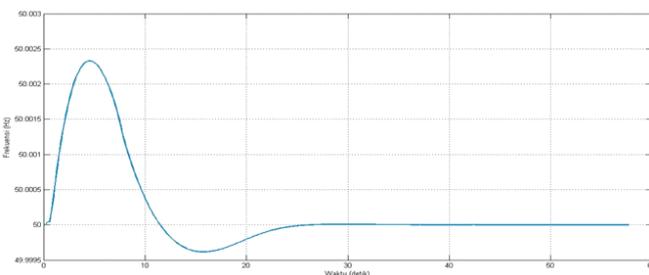
Berdasarkan data parameter Kp, Ki dan Kd yang tercantum pada tabel maka tanggapan respon perubahan frekuensi yang terjadi pada masing-masing pengendali.



Gambar 3. Respon Tanggapan LFC PLTU Paiton Baru dengan pengendali P



Gambar 4. Respon Tanggapan LFC PLTU Paiton Baru dengan pengendali PI



Gambar 5. Respon Tanggapan LFC PLTU Paiton Baru dengan pengendali PID

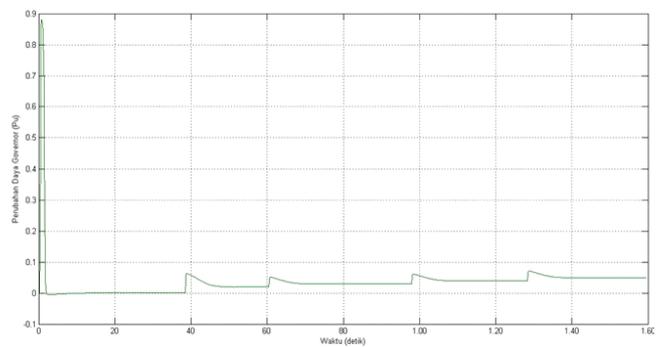
Dari hasil percobaan LFC PLTU Paiton Baru menggunakan beberapa tipe pengendali PID disusun dalam bentuk tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Tanggapan LFC PLTU Paiton Baru dengan Beberapa Tipe Pengendali

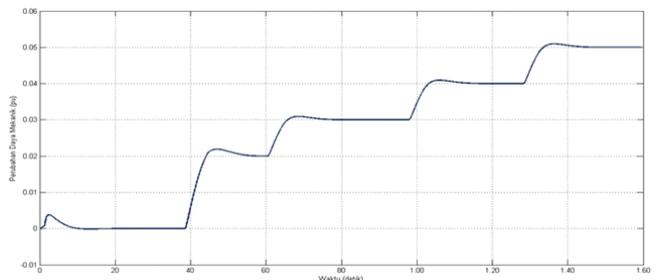
Tipe Pengendali	Settling Time (detik)	Maximum Overshoot(Hz)
P	20	50.0026
PI	19	50.0026
PID	19	50.0023

PENGUJIAN LFC PLTU PAITON BARU DENGAN PID PADA BEBAN BERVARIASI

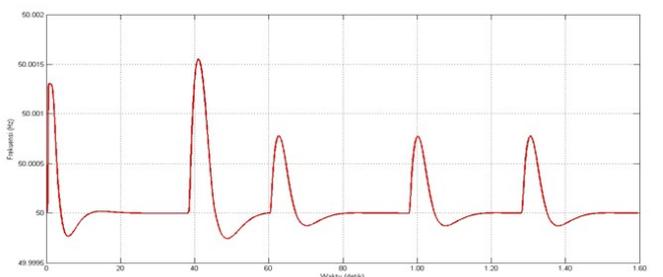
a. LFC PLTU Paiton Baru dengan Perubahan Beban Naik



Gambar 6. Perubahan Daya Output Pada Governor

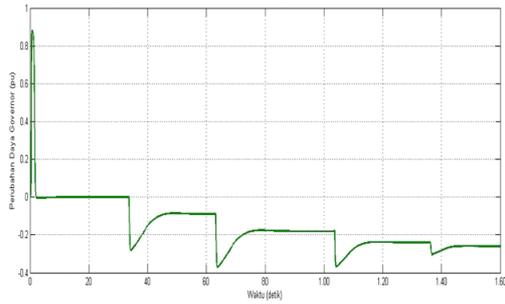


Gambar 7. Perubahan Daya Mekanis

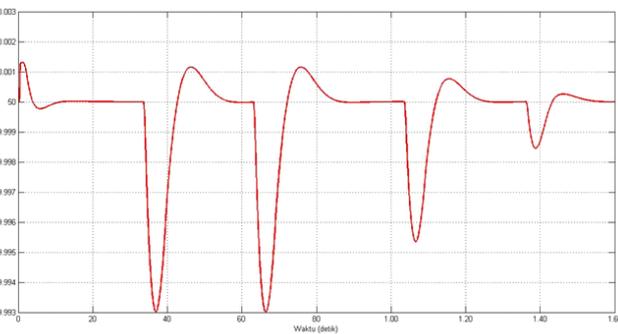
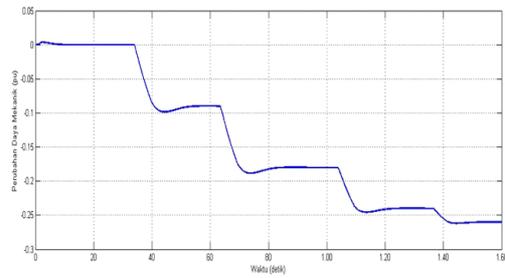


Gambar 8. Respon LFC PLTU Paiton Baru dengan pengendali PID- Ziegler Nichols pada saat beban meningkat

b. LFC PLTU Paiton Baru dengan Perubahan Beban Turun



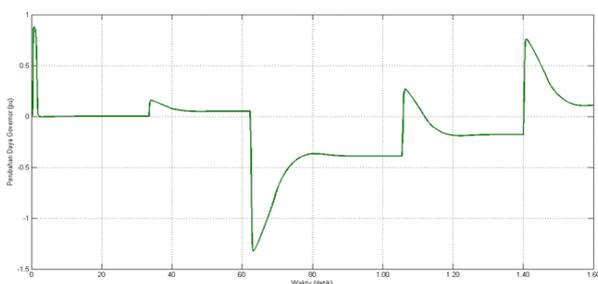
Gambar 9. Perubahan Daya Output Pada Governor



Gambar 10. Perubahan Daya Mekanis

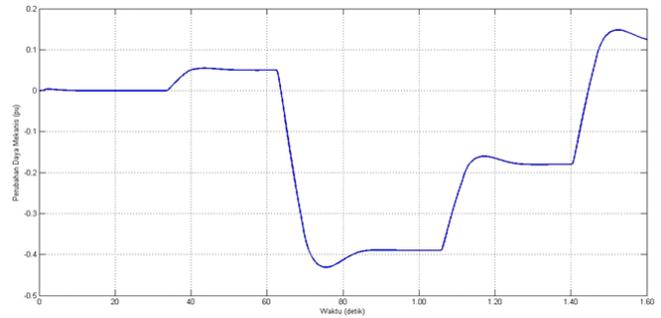
Gambar 11. Respon LFC PLTU Paiton Baru dengan pengendali PID- Ziegler Nichols pada saat beban menurun

b. LFC PLTU Paiton Baru dengan Perubahan Beban

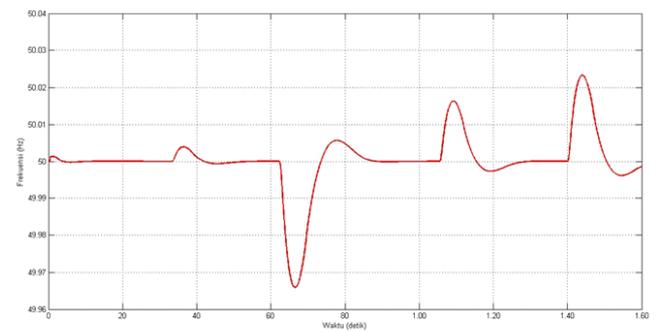


Fluktuatif

Gambar 12.Perubahan Daya Output Pada Governor



Gambar 13. Perubahan Daya Mekanis



Gambar 14. Respon LFC PLTU Paiton Baru dengan pengendali PID- Ziegler Nichols pada saat beban Fluktuatif

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian seperti yang tercantum pada tabel 2 terlihat bahwa dengan menggunakan pengendali PID berdasarkan aturan Ziegler Nichols LFC PLTU Paiton Baru mampu memberikan hasil sesuai yang yang diinginkan yaitu mampu menjaga kestabilan frekuensi dan osilasi serta penyimpangan frekuensi yang terjadi tidak begitu besar dan masih dalam batas yang ditolerir. Pengendali PID yang diterapkan pada pemodelan LFC PLTU Paiton Baru menunjukkan respon yang baik pada sistem dengan waktu steady state tercepat yaitu pada detik ke 19 dan maximum over shoot paling kecil yaitu 50.0023 Hz.

Dari hasil pengujian LFC PLTU Paiton Baru dengan menggunakan pengendali tambahan PID-Ziegler Nichols dengan beban yang bervariasi, tanggapan respon yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan yaitu perubahan beban yang terjadi tidak membawa dampak yang cukup besar bagi perubahan frekuensi pada sistem. Load Frequency Control PLTU Paiton Baru mampu menjaga dan mengembalikan perubahan frekuensi yang terjadi akibat perubahan beban dengan sesegera mungkin, mengingat kestabilan sistem tenaga listrik sangatlah penting. Perubahan daya yang terjadi akibat suplay permintaan daya pada konsumen harus tetap dapat terpenuhi tanpa mempengaruhi kestabilan frekuensi. Sementara itu karakteristik peralatan

listrik pada sebuah pembangkit tidak dapat diubah-ubah begitu saja, oleh karena itu melalui penelitian ini telah dibuktikan dengan menggunakan pengendali tambahan pada LFC PLTU Paiton Baru yang dalam hal ini menggunakan PID-Ziegler Nichol dengan menggunakan kurva reaksi mampu menghasilkan performa yang baik dalam menjaga kestabilan frekuensi.

KESIMPULAN

Perancangan dan pembuatan pemodelan LFC PLTU Paiton Baru dengan menggunakan kendali PID berdasarkan metode Zieger Niechols dengan metode kurva reaksi menunjukkan nilai waktu reaksi 2 detik dan waktu delay 15 detik. Berdasarkan perhitungan matematis dan penerapan PID dengan metode Ziegler Niechols pada LFC PLTU Paiton Baru nilai konstanta K_p yaitu 7.5 , K_i yaitu 0.9375 dan K_d yaitu 3.75 dengan tipe pengendali PID mampu memberikan hasil yang terbaik pada sistem LFC PLTU Paiton Baru. Pengendali PID yang diterapkan pada pemodelan LFC PLTU Paiton Baru menunjukkan respon yang baik pada sistem dengan waktu steady state tercepat yaitu pada detik ke 19 dan maximum over shoot paling kecil yaitu 50.0023 Hz. Melalui pengendali PID dengan nilai maximum overshoot terkecil dan steady state tercepat dibandingkan dengan dua tipe pengendali lainnya yaitu P dan PI menunjukkan bahwa pengendali PID mampu menjaga kestabilan sistem serta mampu menjaga frekuensi secara konstan akibat perubahan beban. Perubahan beban yang meningkat , menurun dan fluktuatif pada sistem akan berpengaruh pada daya output governor , peningkatan daya mekanis , frekuensi pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marsudi, Djiteng. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Graha Ilmu : Yogyakarta. 2006.
- [2] Marsudi, Djiteng. *Pembangkit Energi Listrik*. Erlangga : Surabaya. 2005.
- [3] C.S., Chang, Weihui Fu, Area load frequency control using fuzzy gain scheduling of PI controllers, *Electric Power systems Research*, 42, pp. 145-152, 1997.
- [4] Jawad Talaq and Fadel Al-Basri, Adaptive Fuzzy Gain Scheduling for Load Frequency Control. University of Bahrain.
- [5] Robandi, Imam. *Rekayasa Kontrol Sistem Tenaga Listrik*. Surabaya. 2007.
- [6] Robandi, Imam. *Desain Sistem Tenaga Modern*. Andi: Jogjakarta. 2006.
- [7] Saadat. Hadi. *Power Sistem Analisis*. 1999.
- [8] Ogata. Katsuhito. *Teknik Kontrol Automatik*. Erlangga: Jakarta. 1997.