

**Pengaturan Automatic Voltage Regulator dan Load Frequency Control sebagai Penstabil Tegangan dan Frekuensi Berbasis PID-ABC pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap**

**SKRIPSI**

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana  
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang**



**Disusun Oleh :  
GERRY GERRAL PUTRA  
201810130311163**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
2023**

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

**Pengaturan Automatic Voltage Regulator dan Load Frequency Control sebagai  
Penstabil Tegangan dan Frekuensi Berbasis PID-ABC pada Pembangkit  
Listrik Tenaga Uap**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

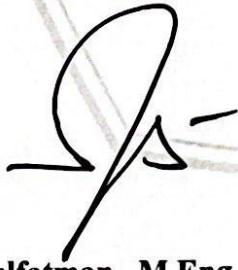
**GERRY GERRAL PUTRA**

**201810130311163**

Disetujui Oleh :

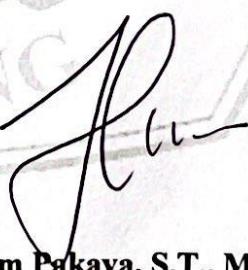
**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**Zulfatman., M.Eng., Ph.D.**

NIDN. 0709117804



**Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T.**

NIDN. 0717018801

## LEMBAR PENGESAHAN

Pengaturan *Automatic Voltage Regulator* dan *Load Frequency Control* sebagai  
Penstabil Tegangan dan Frekuensi Berbasis *PID-ABC* pada Pembangkit  
Listrik Tenaga Uap

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Gerry Gerral Putra

201810130311163

Tanggal Ujian : 26 Oktober 2023

Periode Wisuda : 6

Disetujui Oleh :

1. Zulfatman, M.Eng., Ph.D.  
NIDN: 0709117804

(Pembimbing I)

2. Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T.  
NIDN: 0717018801

(Pembimbing II)

3. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.  
NIDN: 0715067402

(Penguji I)

4. Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.  
NIDN: 0718036502

(Penguji II)

Mengetahui

Ketua Program Studi

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN: 0723108202

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Gerry Gerral Putra  
Tempat/Tgl Lahir : Lumajang/09 Maret 2000  
NIM : 201810130311163  
FAK./JUR. : TEKNIK/ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “**Pengaturan Automatic Voltage Regulator dan Load Frequency Control sebagai Penstabil Tegangan dan Frekuensi Berbasis PID-ABC pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap**” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik Sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang,  
Yang Membuat Pernyataan

(Gerry Gerral Putra)

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIDN: 0709117804

Dosen Pembimbing II

Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T.  
NIDN : 0717018801

## **ABSTRAK**

Kestabilan tegangan dan frekuensi PLTU harus dipertahankan dan ditingkatkan melalui generator. Oleh karena itu, ada dua jumlah *Control Loops* yang diberikan untuk generator yaitu *Automatic Voltage Regulator (AVR) Loop* mengontrol besarnya daya reaktif dan tegangan, sedangkan *Load Frequency Control (LFC) Loop* mengontrol daya dan frekuensi yang sebenarnya. Namun, AVR dan LFC adalah dua sistem yang berbeda dan memiliki fungsi yang berbeda juga. Pada kinerja sistem AVR memiliki kelemahan ketika terjadi gangguan atau perubahan beban di atas batas beban normal, yang dapat merusak generator. Sebaliknya, kinerja sistem LFC tidak optimal ketika terjadi gangguan beban kecil yang tiba-tiba dan terus menerus, sehingga akan mempengaruhi kinerja sistem tenaga. Sehingga untuk mengurangi permasalahan yang terjadi, maka penelitian ini merancang skema baru yaitu kombinasi AVR dan LFC dengan menggunakan kontrol PID dan dioptimasi menggunakan *Artificial Bee Colony (ABC)*. Pengembangan skema baru kombinasi AVR dan LFC ini agar menghasilkan tegangan dan frekuensi yang stabil, sehingga dapat meningkatkan performa tegangan dan frekuensi yang dihasilkan serta menjaga keamanan penggunaan generator.

### **KATA KUNCI :**

PLTU; Automatic Voltage Regulator; Load Frequency Control; Kestabilan Tegangan; Kestabilan Frekuensi; PID; ABC

## **ABSTRACT**

*The stability of the PLTU's voltage and frequency must be maintained and increased through generators. Therefore, there are two numbers of Control Loops given to generators, namely the Automatic Voltage Regulator (AVR) Loop controls the amount of reactive power and voltage, while the Load Frequency Control (LFC) Loop controls the actual power and frequency. However, AVR and LFC are two different systems and have different functions too. The performance of the AVR system has weaknesses when there is a disturbance or change in load above the normal load limit, which can damage the generator. On the other hand, the performance of the LFC system is not optimal when there is a sudden and continuous small load disturbance, which will affect the performance of the power system. So, to reduce the problems that occur, this research designed a new scheme, namely a combination of AVR and LFC using PID control and optimized using Artificial Bee Colony (ABC). Developing a new scheme combining AVR and LFC to produce stable voltage and frequency, so as to improve the performance of the voltage and frequency produced and maintain the safety of generator use.*

### **KEYWORDS :**

*PLTU; Automatic Voltage Regulator; Load Frequency Control; Voltage Stability; Frequency Stability; PID; ABC*

## **LEMBAR PERSEMPAHAN**

Dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, penulisan banyak dibantu, dibimbing dan didukung oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Alm. Mujiono dan Ibu Alm. Tuminah selaku Orang Tua tercinta, Kak Susanley Praptinintia dan Kak Yuanita Nailufa Kodia S.Pd. dan Kak Getshe Trywantara selaku Saudari-saudari yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan, baik material maupun moril selama menempuh pendidikan dan penulisan tugas akhir ini.
2. Ketua jurusan Teknik Elektro Khusnul Hidayat., S.T., M.T., berserta seluruh stafnya.
3. Bapak Prof. Zulfatman., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Ilham Pakaya., S.T., M.Tr.T. selaku dosen pembimbing 2, yang selalu senantiasa membantu dan memberikan pengarahan dalam penyusunan laporan ini.
4. Teman-teman Teknik Elektro baik Elektro kelas A Kelas B Kelas C dan Kelas D angkatan 2018 yang telah bersama-sama berjuang menuntut ilmu di kampus UMM.
5. Terakhir untuk semuanya yang telah membantu dan mendoakan penulis tanpa terkecuali.

Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat dalam mengembangkan ilmu untuk jurusan Teknik Elektro UMM, khususnya bagi penulis dan pembaca.

Malang, 12 Oktober 2023



Gerry Gerral Putra

## KATA PENGANTAR

Teriring salam dan do'a semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita sekalian dalam menjalankan aktifitas sehari-hari sebagai khalifah di muka bumi. Atas kehendak dan karunia Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir pada waktu yang tepat dengan judul :

**“Pengaturan Automatic Voltage Regulator dan Load Frequency Control sebagai Penstabil Tegangan dan Frekuensi Berbasis PID-ABC pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap”**

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis berharap saran yang membangun, agar kedepannya menjadi lebih baik dan bermanfaat. Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan baik yang sengaja maupun yang tidak disengaja.

Malang, 12 Oktober 2023

Gerry Gerral Putra

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) .....	6
2.2 Generator Sinkron .....	7
2.3 Prinsip Kerja Generator.....	7
2.4 Sistem Eksitasi.....	8
2.5 Automatic Voltage Regulator (AVR).....	8

2.6 Load Frequency Control (LFC) .....	9
2.7 AVR dan LFC <i>Control Loops</i> .....	9
2.8 PID <i>Controller</i> .....	10
2.9 Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm.....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Metodologi Penelitian .....	13
3.2 Studi Literatur.....	14
3.3 Pengumpulan Data.....	14
3.4 Pemodelan Sistem .....	15
3.5 Pemodelan Generator Sinkron.....	15
3.6 Perancang Automatic Voltage Regulator dengan PID Tunning ABC .....	16
3.7 Perancang <i>Load Frequency Control</i> dengan PID Tunning ABC .....	17
3.8 Perancang Automatic Voltage Regulator dan Load Frequency Control dengan PID Tunning ABC .....	18
3.8.1 Penalaan ABC <i>Algorithm Tunning</i> PID .....	18
3.9 Pengujian Sistem Penelitian .....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
4.1 Hasil Pengujian Model Sistem AVR dan LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> .....	22
4.2 Hasil Pengujian Model Sistem AVR dan LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> yang di <i>Tunning</i> dengan <i>Artificial Bee Colony Algorithm</i> .....	23
4.3 Hasil Perbandingan Pengujian Model Sistem AVR dan LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> dan PID <i>Controller</i> yang di <i>Tunning</i> dengan <i>Artificial Bee Colony Algorithm</i> .....	26
4.4 Hasil Perbandingan Pengujian Model Sistem PID Controller yang di <i>Tunning</i> dengan <i>Artificial Bee Colony Algorithm</i> dan <i>Cuckoo Search</i> .....	27

4.5 Hasil Pengujian Model Sistem AVR dan LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> yang di <i>Tunning</i> dengan <i>Artificial Bee Colony Algorithm</i> Ketika Perubahan Beban.....	30
BAB V KESIMPULAN .....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA .....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja PLTU.....	6
Gambar 2.2 Generator Sinkron .....	7
Gambar 2.3 Diagram Blok Model AVR .....	9
Gambar 2.4 Diagram Blok Model LFC .....	9
Gambar 2.5 Diagram skematik AVR dan LFC .....	10
Gambar 2.6 Diagram Blok Model PID .....	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	13
Gambar 3.2 Diagram Blok Skema Baru Kombinasi AVR dan LFC .....	15
Gambar 3.3 Diagram Blok Generator Sinkron Linearized .....	15
Gambar 3.4 Diagram Blok AVR dengan PID di <i>Tunning</i> ABC .....	17
Gambar 3.5 Diagram Blok LFC dengan PID di <i>Tunning</i> ABC .....	17
Gambar 3.6 Simulink AVR dan LFC dengan PID di <i>Tunning</i> ABC .....	18
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> bagaimana ABC mengoptimasi PID.....	19
Gambar 4.1 Respon Sistem Terminal Voltage AVR Menggunakan PID <i>Controller</i> .....	22
Gambar 4.2 Respon Sistem Deviasi Frekuensi LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> .....	23
Gambar 4.3 <i>Convergence Graph</i> ABC .....	24
Gambar 4.4 Respon Sistem Terminal Voltage AVR Menggunakan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC.....	24
Gambar 4.5 Respon Sistem Deviasi Frekuensi LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC.....	25
Gambar 4.6 Respon Sistem Terminal Voltage AVR Perbandingan PID <i>Controller</i> dan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC .....	26

Gambar 4.7 Respon Sistem Deviasi Frekuensi LFC Perbandingan PID <i>Controller</i> dan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC .....	27
Gambar 4.8 <i>Convergence Graph CS</i> .....	28
Gambar 4.9 Respon Sistem Terminal Voltage AVR Perbandingan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC dan CS .....	28
Gambar 4.10 Respon Sistem Deviasi Frekuensi LFC Perbandingan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC dan CS .....	29
Gambar 4.11 Signal Input Sistem AVR dan LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC.....	30
Gambar 4.12 Respon Sistem Terminal Voltage AVR Menggunakan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC Ketika Perubahan Beban.....	31
Gambar 4.13 Respon Sistem Deviasi Frekuensi LFC Menggunakan PID <i>Controller</i> di <i>Tunning</i> dengan ABC Ketika Perubahan Beban.....	32

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Parameter Kombinasi AVR dan LFC ..... 14

Tabel 3.2 Parameter Generator Sinkron Liniarized ..... 16



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] PPIPE BPPT, “Outlook Energi Indonesia 2018 : energi berkelanjutan untuk transportasi darat,” 2018
- [2] Dede, Moh. et al. 2020. “Estimasi Perubahan Kualitas Udara Berbasis Citra Satelit Penginderaan Jauh Di Sekitar PLTU Cirebon.” *Jambura Geoscience Review* 2(2): 78–87.
- [3] Lal, D. K., & Barisal, A. K. (2019). “Combined load frequency and terminal voltage control of power systems using moth flame optimization algorithm.” *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 6(1).
- [4] Patil, Priyanka Madanrao, and Dr S.K. Patil. 2020. “Automatic Voltage Regulator.” International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering, ic-ETITE 2020: 1–5.
- [5] R. Mohammadikia, A. Nikoofard, and M. Tavakoli-Kakkhi. (2020). “Application of MPC for an Automatic Voltage Regulator and Load Frequency Control of Interconnected Power System.” ICEE : Iranian Conference on Electrical Engineering.
- [6] Gozde, Haluk, M. Cengiz Taplamacioglu, and Murat Ari. 2017. “Simulation Study for Global Neighborhood Algorithm Based Optimal Automatic Voltage Regulator (AVR) System.” *ICSG 2017 - 5th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair*: 46–50.
- [7] Pamungkas, Tri Dedi, Muhamad Haddin, and Estiko Rijanto. 2017. “Modifikasi Topologi Pengendali PID Untuk Automatic Voltage Regulator Generator Sinkron.” *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 6(3): 380–85.
- [8] Gupta, Tripti, and D. K. Sambariya. 2017. “Optimal Design of Fuzzy Logic Controller for Automatic Voltage Regulator.” *IEEE International Conference on Information, Communication, Instrumentation and Control, ICICIC 2017* 2018-Janua: 1–6.

- [9] Siswanto, Agus. 2017. “Design Load Frequency Control (Lfc) Untuk Sistem Dua Area Menggunakan Fuzzy Logic Controller (Flc).” *ILTEK : Jurnal Teknologi* 12(01): 1677–84.
- [10] Mu, Chaoxu, Yufei Tang, and Haibo He. 2017. “Improved Sliding Mode Design for Load Frequency Control of Power System Integrated an Adaptive Learning Strategy.” *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 64(8): 6742–51.
- [11] Rahmalia, Dinita. (2017). “Optimasi Masalah Transportasi Distribusi Semen Menggunakan Algoritma Artificial Bee Colony.” Multitek Indonesia Jurnal Ilmiah, Vol. 11, No. 2.
- [12] Lewerissa, Yolanda J. 2018. “Analisis Energi pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan Cycle Tempo.” *Jurnal Voering* Vol. 3.
- [13] Farhan, Miftah. 2021. “Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 PLTMH Curug.” *Jurnal Simetrik* Vol. 11 No.1.
- [14] Nurdin, Alimin. (2018). “Peran Automatic Voltage Regulator sebagai Pengendali Tegangan Generator Sinkron.” *Jurnal Ampere* Vol. 3 No.1.
- [15] Renate, Mita. 2020. “Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Rugi Daya pada Stator dan Rotor Generator PT. Indonesia Power UPJB Kamojang.” Publikasi Ilmiah : Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik-Ums.
- [16] Rimbawati. (2019). “Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu).” *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro* Vol. 2 No. 1.
- [17] Eteruddin, Hamzah. (2021). “Studi Perubahan Beban Terhadap Kinerja AVR pada Generator Sinkron Unit 2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT. Ubjom Tenayan Raya.” SENKIM : Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin Vol. 1 No. 1
- [18] Novizon. 2022. “Analisa Sistem Load Frequency Control dengan Metode

- Linear Quadratic Gaussian (LQC) dan Linear Quadratic Gaussian-Loop Transfer Recovery (LQC-LTR).” *Jurnal Amplifier* Vol. 12 No. 2.
- [19] Singh, Gurjit. 2017. “Design and Performance Analysis of PID Controller for Automatic Generation Control of an Autonomous Power System.” *International Jurnal of Engineering Research & Technology (IJERT)* Vol. 5. Issue. 05.
- [20] Hakim, M Lukman. 2016. “Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sardin Berbasis PID (Proportional Integral Derivative Controller).” Skripsi Teknik Elektro-UNEJ.
- [21] Surya, Irma. 2019. “Optimasi Pendistribusian Barang Menggunakan Algortima Artificial Bee Colony.” *Jurnal Informatika Upgris* Vol. 5 No. 2.





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

**FAKULTAS TEKNIK**

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

**FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Gerry Gerral Putra

NIM : 201810130311163

Judul TA : Pengaturan *Automatic Voltage Regulator* dan *Load Frequency Control* sebagai Penstabil Tegangan dan Frekuensi Berbasis *PID-ABC* pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap.

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	0 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	2 %
3.	Bab 3 – Metodelogi Penelitian	35 %	6 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	5 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	3 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	9 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.)

Dosen Pembimbing II,

(Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T.)