

**Optimasi Load Frequency Control Pada PLTMH
Berbasis Fuzzy PID Dengan Metode DE dan CSA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi

Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun Oleh :

Mohammad Diky Dermawan

201810130311004

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

Optimasi Load Frequency Control Pada PLTMH Berbasis Fuzzy PID Dengan Metode DE dan CSA

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:

Mohammad Diky Dermawan

201810130311004

Tanggal Ujian : 08 November 2023

Periode Wisuda : 6

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Ir. Ermanu Azizul H., M.T.
NIDN: 0705056501

Pembimbing II



Khusrul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

LEMBAR PENGESAHAN

Optimasi Load Frequency Control Pada PLTMH Berbasis Fuzzy PID
Dengan Metode DE dan CSA


Tugas Akhir ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
(S1) Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:

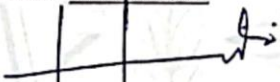
Mohammad Diky Dermawan
201810130311004

Tanggal Ujian : 08 November 2023
Periode Wisuda : 6


Disetujui Oleh:


Dr. Ir. Esmaru Azizul H., M.T.
NIDN: 0705056501


(Pembimbing I)


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

(Pembimbing II)


Ir. Nur Alif Mardiyah, MT.
NIDN: 0718036502

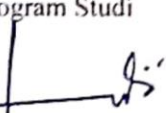
(Penguji I)


Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc.
NIDN: 0718069102

(Penguji II)



Mengetahui,
Kepala Program Studi


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Mohammad Diky Dermawan**
Tempat / Tgl. Lahir : **PASURUAN, 08 JANUARI 2000**
NIM : **201810130311004**
Fakultas / Jurusan : **TEKNIK / TEKNIK ELEKTRO**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul "*Optimasi Load Frequency Control Pada PLTMH Berbasis Fuzzy PID Dengan Metode DE dan CSA*" 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, 16 Oktober 2023

membuat pernyataan



Mohammad Diky Dermawan

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Ermanu Azizul H., M.T.
NIDN: 0705056501

Dosen Pembimbing II

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Nikmat-Nya, Rahmat-Nya, serta Hidayah-Nya. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad Shalallahu 'Alaihi Wassalam. Atas kehendak dan karunia Allah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

“Optimasi Load Frequency Control Pada PLTMH Berbasis Fuzzy PID Dengan Metode DE dan CSA”

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap skripsi ini dapat memperluas pustaka dan pengetahuan utamanya dalam bidang sistem tenaga listrik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi 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 tidak disengaja.

Malang, 16 Oktober 2023

Mohammad Diky Dermawan

DAFTAR ISI

Contents

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 PLTMH (Pembangkit Listrik Mikro Hidro)	4
2.2 Turbin Air	6
2.3 Generator	6
2.4 Motor Servo	7
2.5 Kestabilan Frekuensi	7
2.6 Kendali PID	8
2.7 Kendali Fuzzy	8
2.8 Pengendali Fuzzy PID	9
2.9 Differential Evolution (DE)	10
2.10 Cuckoo Search Algorithm (CSA)	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Diagram Blok	13
3.2 Pemodelan Sistem	15

3.2.1	Perancangan Model Sistem PLTMH.....	15
3.2.1	Perancangan Model Sistem PLTMH Dengan PID Tanpa Optimasi	17
3.2.2	Perancangan Model Sistem PLTMH Dengan PID Dengan Optimasi	18
3.2.3	Perancangan Model Sistem PLTMH Yang Telah Ada Penambahan Kontroller Fuzzy – PID	18
3.2.4	Perancangan Model Kontroller Fuzzy.....	19
3.2.4	Metode Penelitian.....	20
3.2.5	Differential Evolution (DE)	22
3.2.6	Cuckoo Search Algorithm (CSA)	23
3.2.5	Rencana Menguji.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil Percobaan Rangkaian PLTMH Dengan Kontroller PID Tanpa Optimasi	25
4.2	Hasil Percobaan Rangkaian PLTMH Dengan Dengan Optimasi CSA	26
4.3.1	Hasil Percobaan Rangkaian PLTMH Dengan Kontroller PID Yang Dituning dengan Metode CSA	26
4.3.2	Hasil Percobaan Rangkaian PLTMH Dengan Kontroller Fuzzy PID Yang Dituning dengan Metode CSA	27
4.3	Hasil Percobaan Rangkaian PLTMH Dengan Kontroller PID Yang Dituning Dengan Metode DE.....	28
4.3.1	Hasil Percobaan Rangkaian PLTMH Dengan Kontroller PID Yang Dituning dengan Metode DE.....	28
4.3.2	Hasil Percobaan Rangkaian PLTMH Dengan Kontroller Fuzzy PID Yang Dituning dengan Metode DE.....	29
4.3.3	Hasil Pengujian Semua Sistem.....	30
BAB V PENUTUP.....		31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran	31
DAFTAR PUSTAKA		32
LAMPIRAN.....		34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema PLTMH	4
Gambar 2. 2 Pengukuran Tinggi PLTMH	5
Gambar 2. 3 Frekuensi Listrik pada frekuensi 50 Hz dan 60 Hz.....	7
Gambar 2. 4 Diagram Blok Kendali PID.....	8
Gambar 2. 5 Diagram Blok Fuzzy Controller.....	9
Gambar 2. 6 Diagram Blok Pengendalian Fuzzy PID	10
Gambar 2. 7 Flowchart bagaimana DE mengoptimasi PID.....	11
Gambar 2. 8 Flowchart bagaimana CSA mengoptimasi PID	12
Gambar 2. 9 Flowchart Tahapan Penelitian.....	13
Gambar 3.1 Diagram Blok Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	13
Gambar 3.2 Diagram Blok PLTMH Dengan PID.....	14
Gambar 3.3 Diagram Blok PLTMH Dengan Fuzzy PID.....	14
Gambar 3. 4 Model PLTMH pada Software Simulink Matlab.....	16
Gambar 3.5 Model PLTMH Dengan Kontrol PID Tanpa Optimasi.....	17
Gambar 3. 6 Model PLTMH Dengan Kontroller PID Yang Dioptimasi Dengan DE dan CSA	18
Gambar 3.7 Model PLTMH Perancangan Model Sistem PLTMH Yang Telah Ada Penambahan Kontroller PID – Fuzzy	18
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Dari Input error.....	19
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Dari Input de_error.....	19
Gambar 3. 10 Fungsi Keanggotaan Dari Output Fuzzy Kontroller	20
Gambar 3. 11 Model Fuzzy Kontroller Pada Simulink.....	20
Gambar 3.12 Flowchart Tahapan Penelitian.....	21
Gambar 3.13 Diagram Flowchart Optimasi Pengendali PID Berbasis DE.....	22
Gambar 3.14 Diagram Flowchart Optimasi Pengendali PID Berbasis CSA ...	23
Gambar 4. 1 Hasil Respon Frekuensi Terhadap Perubahan Beban Dengan PID Tanpa Optimasi.....	25
Gambar 4. 2 Hasil Respon Frekuensi Terhadap Perubahan Beban Dengan PID Yang Dituning CSA.....	26
Gambar 4. 3 Hasil Respon Frekuensi Terhadap Perubahan Beban Dengan Fuzzy PID Yang Dituning CSA	27

Gambar 4. 4 Hasil Respon Frekuensi Terhadap Perubahan Beban Dengan PID
Yang Dituning DE 28

Gambar 4. 5 Hasil Respon Frekuensi Terhadap Perubahan Beban Dengan Fuzzy
PID Yang Dituning DE..... 29



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variabel Sistem PLTMH Refrensi (Rizky Zakaria, 2022) [14].....	17
Tabel 3. 2 Variabel DE.....	22
Tabel 3. 3 Variabel CSA	23
Table 4.1 Perbandingan nilai overshoot, undershot, settling time, dan steadystate	30



DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Dwiyanto, D. K. Indriana, and S. Tugiono, “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai),” 2016.
- [2] B. Kadaryono, Kadaryono; Rukslin, Rukslin; Ali, Machrus; Budiman, “Optimasi PID dan SMES pada Mikrohidro Berbasis Firefly Algorithm,” *J. Tecnoscienza*, vol. 3, no. 1, pp. 65–80, 2018.
- [3] T. Mustarin, “Desain Optimal Load Frequency Control (LFC) dengan Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES) pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Metode Firefly Algorithm”. Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [4] A. Dwi, R. Agus, “Desain Optimasi LFC Pada Micro-Hydro Menggunakan Metode Ant Colony Optimization (ACO),” pp. 79–84, 2017.
- [5] M. Effendy, M. Prambudi, and E. A. Hakim, “Analisa Perbandingan Pengaturan Frekuensi Pada PLTMH Dengan PID Berbasis PSO dan GA,” *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 39–47, 2021, doi: 10.33650/jeecom.v3i2.2107.
- [6] M. Andrik, M. Farul, I. Cahyono, and R. Rukslin, “Optimasi Load Frequency Control (LFC) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Berbasis PID-ANFIS,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 61–64, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.01.9.
- [7] M. Ali and M. Muhlasin, “Kontrol Kecepatan Putaran Permanent Magnet Synchronous Machine (PMSM) Menggunakan PID, FLC Dan ANFIS,” *J. Elektro*, vol. 4, no. 1, p. 253, 2019, doi: 10.30736/je.v4i1.302.
- [8] S. Sukamta and A. Kusmantoro, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur,” *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 2, pp. 58–63, 2013.
- [9] Setyo et al., “Perancangan electronic load controller (elc) sebagai penstabil frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh),” vol. 4, no. 2, pp. 0–5, 2018.
- [10] M. Irhas, I. Ifitah, and S. A. Azizah Ilham, “Penggunaan Kontrol Pid Dengan Berbagai Metode Untuk Analisis Pengaturan Kecepatan Motor Dc,”

- JFT J. Fis. dan Ter.*, vol. 7, no. 1, p. 78, 2020, doi: 10.24252/jft.v7i1.13846.
- [11] F. M. Riski Ekocahya, K. Sri Bambang, S. Dedy Kurnia, "SISTEM PENGATURAN LAJU ALIRAN AIR PADA PLANT WATER TREATMENT DENGAN KONTROL FUZZY-PID," *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*, pp 25-29, 2017.
- [12] M. R. Djalal, M. Ali, H. Nurohmah, and D. Ajiatmo, "Aplikasi Algoritma Differential Evolution untuk Desain Optimal Load Frequency Control pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Angin dan Diesel," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 5, p. 511, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201855430.
- [13] F. Yanuar, F. Hunaini, and G. Priyandoko, "Water Level Control Prototype Using Fuzzy Logic Control Optimized by the Cuckoo Search Algorithm Method," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 150–168, 2020, doi: 10.21070/jeeeu.v4i2.876.
- [14] Z. Rizky, "PENGENDALIAN FREKUENSI BEBAN PADA PLTMH BERBASIS FUZZY PID TERTALA IMPERIALIST COMPETITIVE ALGORITHM," Skripsi, Universitas Muhammadiyah Malang ,2022.
- [15] Sutikno, Waspada, Indra., "Perbandingan Metode Defuzzifikasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Model Mamdani Pada Motor Dc " *Jurnal Masyarakat Informatika*, Volume 2, Nomor 3, ISSN 2086 – 4930.
- [16] M. H. Samsul Bachri, "SISTEM KENDALI HYBRID PID - LOGIKA FUZZY PADA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC," *MAKARA, TEKNOLOGI*, VOL. 8, NO. 1, APRIL 2004: 25-34



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 : Mohammad Diky Dermawan
NIM : 201810130311004
Judul TA : Optimasi Load Frequency Control Pada PLTMH Berbasis Fuzzy PID Dengan Metode DE dan CSA

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	6 %
2.	Bab 2 – Tinjauan Pustaka	25 %	11 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	21 %
4.	Bab 4 – Hasil dan Pembahasan	15 %	8 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	4 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	14 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Dr. Ir. Ermanu Azizul H., M.T.)

Dosen Pembimbing II,

(Khusnul Hidayat, S.T., M.T.)