

**IR. KADARYONO, M.T.
MUALIFI USMAN, ST., M.T.**



OPTIMASI LOAD FREQUENCY CONTROL (LFC)

**Pada Sistem Pembangkit Listrik
Tenaga Mikrohidro di Kabupaten Jombang
Menggunakan Metode Firefly Algorithm (FA)**

OPTIMASI LOAD FREQUENCY CONTROL (LFC)
Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di
Kabupaten Jombang Menggunakan Metode Firefly
Algorithm (FA)

Copyright © Desember 2022

Penulis : **IR. Kadaryono, M.T.**
Mualifi Usman, ST., M.T
Desain Sampul : **Muzammil Akbar**
Editor : **Machrus Ali, ST., MT., IPM.**

Ukuran: 14.8 x 21 cm; Hal: vii + 45 (52)

Cetakan I, Desember 2022

ISBN 978-623-5451-61-9



Penerbit

Insight Mediatama

Anggota IKAPI No. 338/JTI/2022

Watesnegoro No. 6 (61385) Mojokerto

Whatsapp 081234880343

Email: insightmediatama@gmail.com

© **All Rights Reserved** Ketentuan Pidana Pasal 112-119 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Alloh SWT karena atas rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku dengan judul: Optimasi *Load Frequency Control* (LFC) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kabupaten Jombang Menggunakan Metode *Firefly Algorithm* (FA).

Kami menyadari bahwa buku ini jauh dari kesempurnaan, namun kami berharap semoga buku ini bermanfaat didunia ilmu pengetahuan dan teknologi.

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.....	1
1.2 Manfaat	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Kajian Pustaka.....	8
2.2 Pemodelan Sistem	10
2.2.1 SistemPembangkit Listrik Tenaga Micro Hidro ..	10
2.2.2 Diagram Skematik LFC pada Generator.....	12
2.2.3 PID (Proportional Integral Derivative)	15
2.2.4 Variabel Penelitian.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Metode Optimasi.....	17
3.2 Tahapan Penelitian.....	19
3.3 Lokasi Penelitian.....	20
3.4 Variabel Penelitian.....	20
3.5 Pengumpulan Data	21
3.6 Firefly Algorithm	21
3.6.1 Penggunaan FA dalam Penelaan PID	24

BAB IV SIMULASI DAN ANALISA	28
4.1 Model PLTMH.....	28
4.2 Load Frequency Control (LFC)	30
4.3 Parameter PLTMH.....	30
4.4 Model Kontrol.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	42
BIODATA PENULIS.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Parameter FA	27
Tabel 4.1. Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hidro	32
Tabel 4.2. Konstanta K_p , K_i , dan K_d PLTMH	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Blog Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hidro.....	11
Gambar 2.2. Diagram Skematik LFC pada Generator.....	14
Gambar 2.3. Blok Diagram PID Controller	15
Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Langkah-langkah Penelitian	17
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengaturan Frekuensi pada sistem PLTMH	18
Gambar 3.3. Diagram Alir Penalaan FA pada PID.....	26
Gambar 4.1. Diagram Blok Sistem PLTMH.....	29
Gambar 4.2. Pengaturan Frekuensi pada PLTMH.....	33
Gambar 4.3. Blok Diagram Load Frequency Control (LFC)	34
Gambar 4.4. Model Simulasi Beberapa Macam Kontrol.....	35
Gambar 4.5. Hasil Respon LFC	36
Gambar 4.6. Hasil Reson Sistem PLTMH.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Mikro hidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikro hidro memiliki tiga komponen utama yaitu air(sumber energi), turbin dan generator (Tsabit Mustarin. 2015).

Buku ini dikembangkan dengan menggunakan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Kundur, P, *Power System Stability and Control*, dibahas tentang kesetabilan dan control generator, teori tentang generator, karakteristik generator, turbin air, governor, kesetabilan frekuensi, daya dan tegangan generator, sistem kerja kontroler.

Imam Robandi, *Desain Sistem Tenaga Modern: Optimasi, Logika Fuzzy, dan Algoritma Genetika*; membahas tentang desain turbin, AVR, LFC, generator dan algoritma *Artificial Intelligence*.

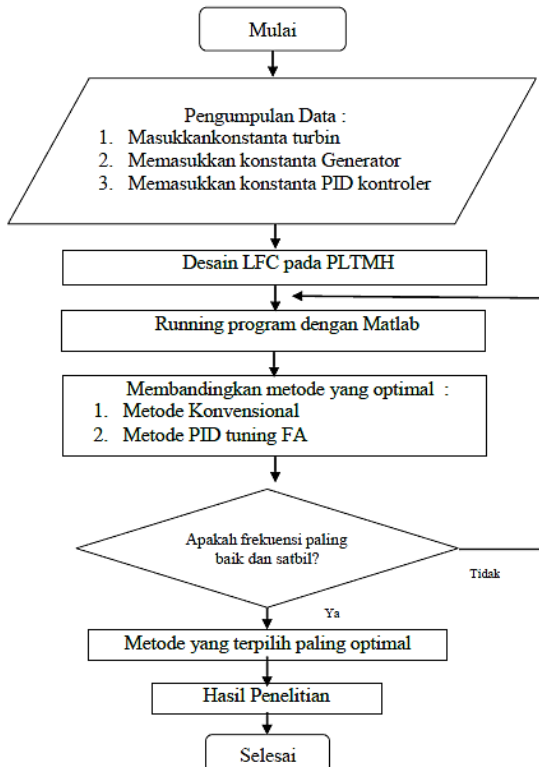
DS.Henderson, *An advanced electronic load governor for control of Micro hydroelectric power generation*; membahas tentang governor untuk mengontrol pembangkit listrik tenaga air. Muh Budi R

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 METODE OPTIMASI

1. Kerangka Konsep Penelitian

Diagram alir proses langkah-langkah penelitian terlihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir proses langkah-langkah penelitian

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 KESIMPULAN

Dari perbandingan hasil penelitian, sistem PLTMH dapat disimpulkan bahwa kontroler terbaik pada buku ini adalah PID-FA yaitu didapatkan undershoots = $-1,18 \times 10^{-5}$ (49.9994 Hz) pada saat $t = 0,45$ dengan settling time 4,22 detik. Ini berarti bahwa range frekuensi pada PID-FA adalah antara 49,9994 sampai 50.000 Hz. Dengan waktu perubahan maksimum 4,22 detik. Ini berarti lebih baik dari frekuensi yang diperbolehkan pada sistem, yaitu 49 – 50 Hz dengan perubahan 3 sampai 5 detik untuk gejala transien dan 10 sampai 20 detik untuk interkoneksi.

DAFTAR PUSTAKA

DS. Henderson, "*An advanced electronic load governor for control of Micro hydroelectric power generation*", IEEE Transactions Energy Conversion, Vol.13, No.3, September 1998.

Dwaraka S. Padimiti and Badrul H. Chowdhury, "*Superconducting Magnetic Energy Storage System (SMES) for Improved Dynamic System Performance*", Power Engineering Society General Meeting, 2007. IEEE

Imam Robandi, "*Desain Sistem Tenaga Modern: Optimasi, Logika Fuzzy, dan Algoritma Genetika*", Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2006.

Imam Robandi, "*Modern Power System Control*", Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2009

J. Kennedy and R. C. Eberhart. Particle swarm optimization.

In Proceed-ings of the 1995 IEEE International Conference on Neural Networks. IEEE Service Center, Piscataway, 1995.

Kundur, P, (1994), *Power System Stability and Control*, EPRI, Mc.Graw Hill, Inc, NewYork.

Muh Budi R Widodo, Soediby, Ali Musyafa, dan Imam robandi “*Aplikasi Fuzzy PIPD pada Pengendali Wicket Gate pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*” Prosiding Seminar Nasional Basic Science 7, Malang, 2010

M. Hammandlu, H. Goyal, “*Proposing a new advanced control technique for micro hydro power plants*”, Electrical power and Energy System, 2008

Saadat, H, (1999), *Power System Analysis*, Mc. Graw Hill Book Co, Singapore

Tsabit Mustarin, Teguh Yuwono, Imam Robandi,

“Desain Optimal Load Frequency Control (LFC) dengan Superconducting Magnetic Energy Storage(SMES) pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Firefly Algorithm(FA)”, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, (2015) 1-6

Yang, X. S. (2009). "***Firefly algorithms for multimodal optimization'***". ***Stochastic Algorithms: Foundations and Applications***, SAGA 2009. Lecture Notes in Computer Sciences 5792. pp. 169–178. Ar Xiv: 1003. 1466

Rizqi Nafiardli, Nasrul Fatkhur, Muhlasin, Askan, Machrus Ali, ***Optimasi Kontroller CES dan ANFIS Untuk Meredam Osilasi Frekuensi Pada Mikrohidro Berbasis Ant Colony Optimization***, SinarFe-1 7, ISSN (Print) : 2621-3540, ISSN (Online) : 2621-5551

BIODATA PENULIS



Kadaryono, Lahir di Jombang, 11 April 1966. Lulus S1 pada program studi Teknik Mesin pada tahun 1992 di Universitas Darul ‘Ulum Jombang. Lulus S2 pada program studi Magister Teknik Mesin pada tahun 2013 di Institut Teknologi Sepuluh Novemver Surabaya. Meniti karir sebagai dosen di Universitas Darul ‘Ulum Jombang sejak tahun Februari 1994 sampai sekarang. Aktif meneliti dan menulis di bidang Microhidro, Statika Struktur dan Kinematika Teknik



Mualifi Usman, Lahir di Jombang, 10 September 1984. Lulus S1 pada program studi Teknik Mesin pada tahun 2008 di Universitas Darul ‘Ulum Jombang. Lulus S2 pada program studi Magister Teknik Industri pada tahun 2016 di Institut Teknologi Nasional Malang. Meniti karir sebagai dosen di Universitas Darul ‘Ulum Jombang sejak tahun Februari 2016 sampai sekarang. Aktif meneliti dan menulis di bidang Proses Manufaktur I, Proses Manufaktur II dan Elektronika.