

**Sistem Pengaturan Katup Aliran Debit Air Pada Pembangkit  
Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis *Fuzzy Logic Control* dan  
PID-FPA**

**SKRIPSI**

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



**Disusun Oleh :**

**Berlyan Okza Merru**

**201810130311131**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2024**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## LEMBAR PERSETUJUAN

Sistem Pengaturan Katup Aliran Debit Air Pada Pembangkit  
Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis *Fuzzy Logic Control* dan  
PID-FPA

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

Disusun Oleh :

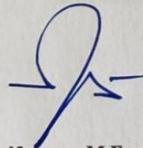
**BERLYAN OKZA MERRU**

**201810130311131**

Tanggal ujian : 28 Juni 2024  
Periode Wisuda : Periode IV

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

# LEMBAR PENGESAHAN

## LEMBAR PENGESAHAN

### Sistem Pengaturan Katup Aliran Debit Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis *Fuzzy Logic Control* dan PID-FPA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Strata I  
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

**BERLYAN OKZA MERRU**

**201810130311131**

Tanggal Ujian : 28 Juni 2024

Periode Wisuda : Periode IV

Disetujui Oleh:

1. Zulfatman, M.Eng., Ph.D. (Pembimbing I)  
NIDN. 0709117804
2. Dr. Ir. Erwan Azizul H., M.T. (Pembimbing II)  
NIDN. 0705056301
3. Dr. Ir. Lailis Syafa'ah, M.T. (Penguji I)  
NIDN. 0721106301
4. Dr. Drs. Imam Khambali, M.Si. (Penguji II)  
NIDN. 0729106701

Mengetahui  
Ketua Program Studi

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

# LEMBAR PERNYATAAN

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **BERLYAN OKZA MERRU**  
Tempat/Tgl.Lahir : **GUNUNG BATIN / 26 Oktober 1999**  
NIM : **201810130311131**  
Fakultas/Jurusan : **TEKNIK / ELEKTRO**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "**Sistem Pengaturan Katup Aliran Debit Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis *Fuzzy Logic Control* dan PID-FPA**" 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. Apabilakemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siapmenanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, 6 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



**BERLYAN OKZA MERRU**

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

**Zulfatman, M.Eng., Ph.D.**  
NIDN. 0709117804

Dosen Pembimbing II

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

## ABSTRAK

Perubahan frekuensi yang signifikan dapat membahayakan peralatan listrik konsumen. Tidak dapat dipungkiri, perubahan frekuensi disebabkan dari adanya beban listrik. PLTMH yang baik, harus mampu mengatasi permasalahan kestabilan frekuensi meski diberikan beban listrik dengan waktu yang cepat dan tanpa osilasi. Cara mengembalikan frekuensi listrik yang drop akibat beban listrik dapat di atasi dengan pengaturan katup debit air yang tidak lain terdapat pada *governor*. Sistem kerjanya sederhana. Ketika beban listrik yang disuplai cukup besar, maka *governor* harus mengizinkan debit air dalam jumlah yang cukup untuk masuk ke dalam turbin hingga *error* frekuensi mendekati 0 atau sama dengan 0. Oleh karena itu, diperlukan metode kontrol untuk membuat frekuensi bernilai 50 Hz setelah diberikan beban listrik pada waktu yang cepat. Pada penelitian ini, merancang sistem PLTMH yang disimulasikan dengan kontrol *Fuzzy Logic Control* (FLC) dan PID dengan optimasi FPA yang mendapatkan nilai *error* yang lebih kecil sehingga mampu mengatur katup untuk keluaran debit air dalam memutar turbin dan generator. Dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini telah berhasil dilakukan dan menghasilkan *transient response* frekuensi yang baik, cepat dan stabil tanpa ada osilasi.

**Kata Kunci :** PLTMH; PID; FLC; FPA

## ABSTRACT

*Significant frequency changes can harm consumers' electrical equipment. It cannot be denied that changes in frequency are caused by electrical loads. A good PLTMH must be able to overcome the problem of frequency stability even when given an electrical load quickly and without oscillations. How to restore the electrical frequency which has dropped due to electrical loads can be overcome by setting the water discharge valve which is none other than the governor. The working system is simple. When the electrical load supplied is large enough, the governor must allow a sufficient amount of water to enter the turbine until the frequency error is close to 0 or equal to 0. Therefore, a control method is needed to create a frequency of 50 Hz after the electrical load is applied. at a fast time. In this research, we designed a PLTMH system that is simulated with Fuzzy Logic Control (FLC) and PID control with FPA optimization which can reduce frequency errors so that it is able to regulate the valves for the water discharge output in rotating the turbine and generator. It can be concluded that this research has been successfully carried out and produced a good, fast and stable transient frequency response without any oscillations.*

**Keywords :** PLTMH; PID; FLC; FPA

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Ta'ala. yang telah memberikan banyak nikmat, terutama nikmat kesehatan dan kesempatan sehingga proses pembuatan skripsi ini dapat penulis laksanakan dengan baik. Begitupun atas rahmat Allah Swt skripsi dengan judul Sistem Pengaturan Katup Aliran Debit Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis *Fuzzy Logic Control* dan PID-FPA. Penulis menyadari banyak pihak yang membantu dan berkontribusi dalam terselesaikannya skripsi ini. Segala bentuk bantuan, baik berupa dukungan moril dan materil sangat membantu penulis dalam mengumpulkan semangat dan keinginan untuk menyelesaikan studi. Dengan demikian penulis ucapkan terima kasih dengan ketulusan hati kepada pihak-pihak yang telah membantu dan membimbing penulis selama menyusun skripsi ini, yakni kepada:

1. Prof.Ir. Ilyas Masudin, MLogSCM., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik,
2. Khusnul Hidayat, ST, MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro,
3. Amrul Faruq, ST, M.Eng., selaku Ketua Bidang Telematika,
4. Zulfatman, M.Eng., Ph.D.selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi,
5. Dr. Budhi Priyanto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi,
6. Bapak Seger dan Ibu Nurmanah, selaku orang tua yang tidak pernah lelah mendoakan dan memberi dukungan.
7. Teman-teman Angkatan di Jurusan Elektro yang selalu memberi dukungan,

Semoga Allah Ta'ala memberikan pahala yang berlimpah atas segala bentuk bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Selain itu penulis juga berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dari berbagai kalangan. Penulis kemudian mengucapkan permohonan maaf jika selama proses penyusunan skripsi banyak melakukan kesalahan, baik berbentuk lisan maupun tulisan, yang dilakukan secara disengaja maupun tidak disengaja. Salam.

Malang, 6 Juli 2024

Berlyan Okza Merru

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 PLTH .....	6
2.2 <i>Fuzzy Inference System</i> .....	8
2.3 <i>Flower Pollination Algorithm</i> .....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 Model <i>Microhydro</i> .....	15
3.2 <i>Fuzzy Logic Control</i> .....	17
3.3 <i>Flower Pollination Algorithm (FPA)</i> .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>24</b>

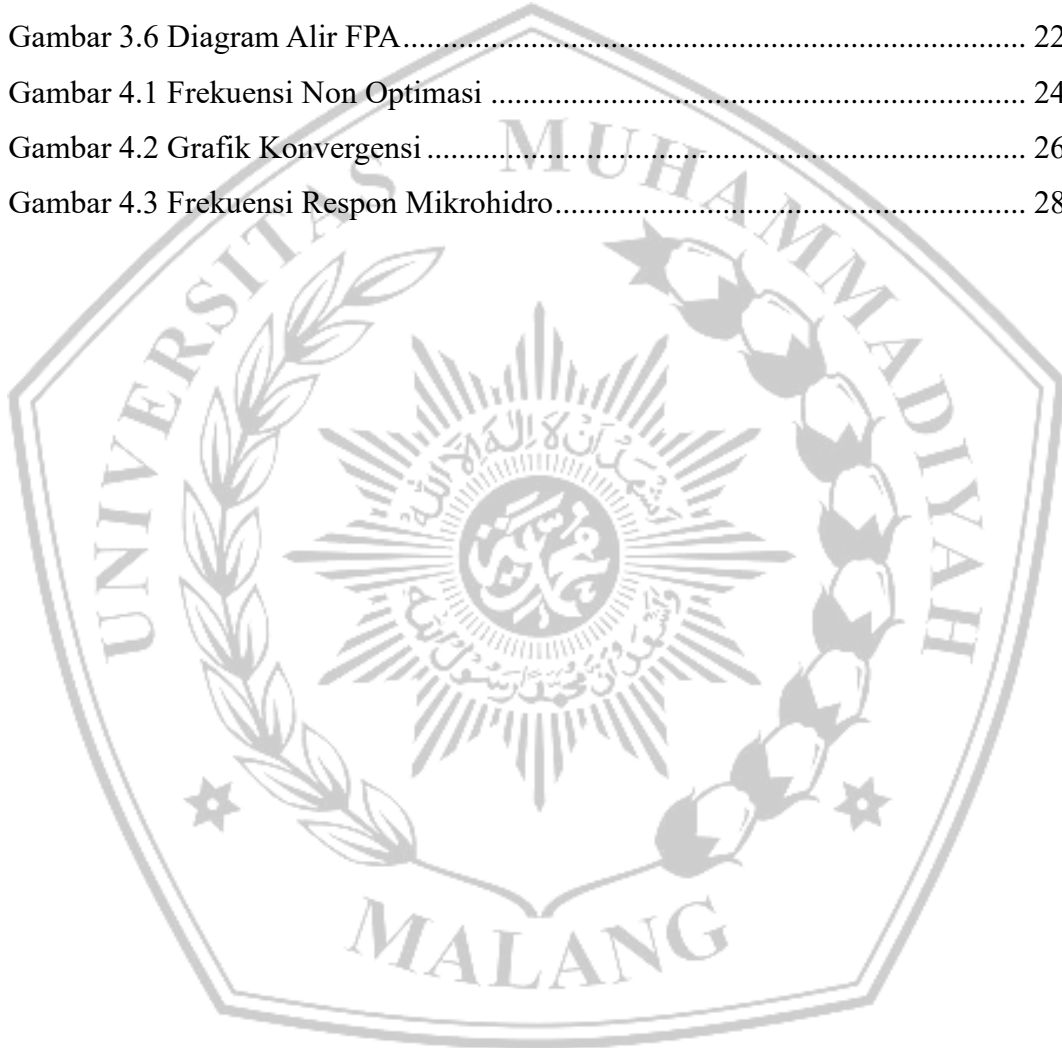


4.1 Non Optimasi Kontrol .....	24
4.2 Optimasi PID .....	26
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>



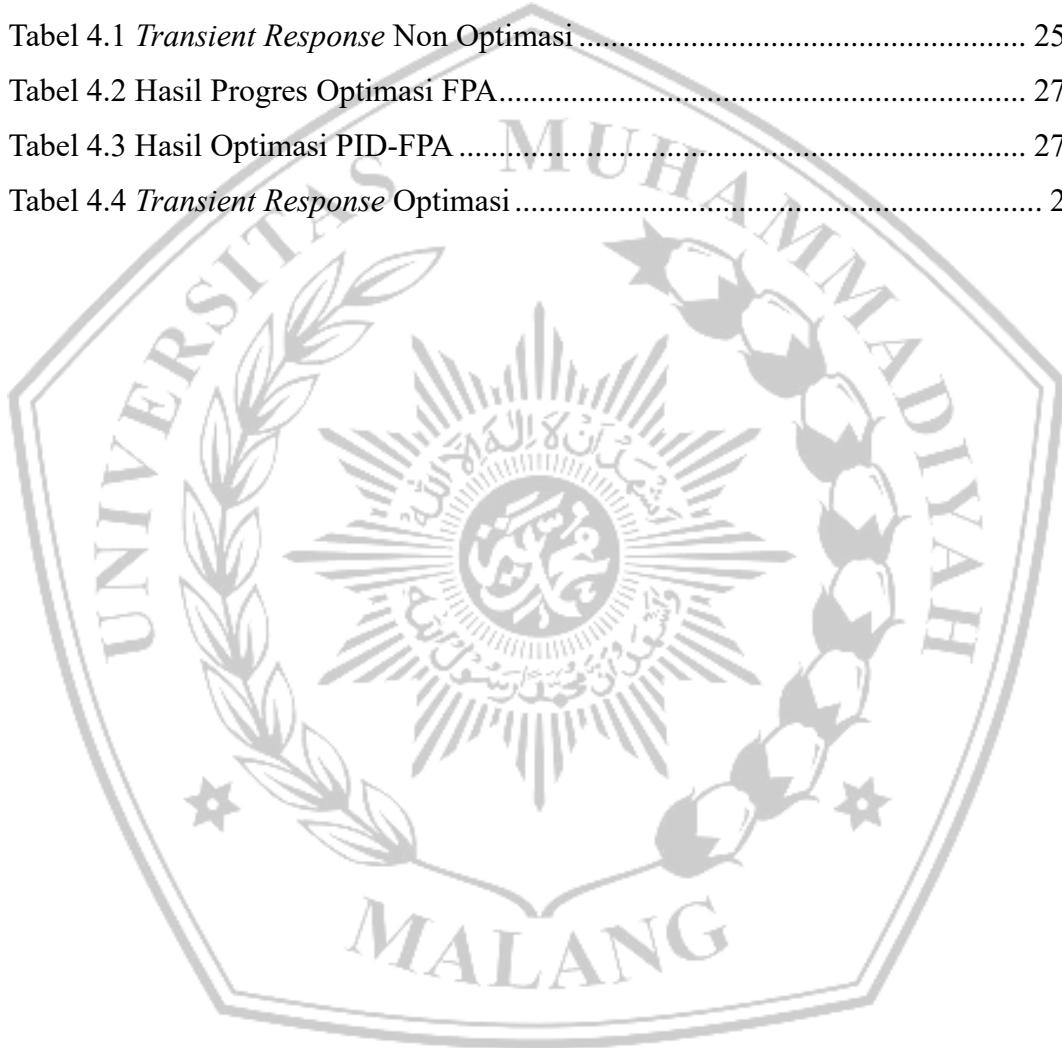
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Blok Diagram AGC System .....	14
Gambar 3.2 Diagram Alir <i>Fuzzy</i> .....	16
Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan Generator .....	17
Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan ACE .....	19
Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan <i>Output FLC</i> .....	20
Gambar 3.6 Diagram Alir FPA.....	22
Gambar 4.1 Frekuensi Non Optimasi .....	24
Gambar 4.2 Grafik Konvergensi .....	26
Gambar 4.3 Frekuensi Respon Mikrohidro.....	28



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkembangan Fuzzy .....	8
Tabel 3.1 Fungsi Keanggotaan Generator .....	18
Tabel 3.2 Fungsi Keanggotaan ACE .....	19
Tabel 3.3 Fungsi Keanggotaan <i>output</i> FLC .....	20
Tabel 3.4 <i>Rules</i> FLC.....	21
Tabel 4.1 <i>Transient Response</i> Non Optimasi .....	25
Tabel 4.2 Hasil Progres Optimasi FPA.....	27
Tabel 4.3 Hasil Optimasi PID-FPA .....	27
Tabel 4.4 <i>Transient Response</i> Optimasi .....	2



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hutabarat, J. L. (2019). Studi Analisis Eksitasi Dan Governor Untuk Mengatur Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator Pada Pltmh Aek Raisan I.
- [2] Purnomo, N., Tarigan, A. S. P., & Aryza, S. (2022). Peningkatan Pembangkit Listrik Untuk Daerah Terpencil Berbasis Turbin Cross-Flow 1kw. *Ensiklopedia Education Review*, 4(1), 107-109.
- [3] Hardi, S., Safitri, N., Yaman, Y., & Radhiah, R. (2022). Implementasi Kendali Proportional Integral Derivative pada Putaran Turbin dan Kestabilan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 6, No. 1, pp. 141-145).
- [4] Yuniahastuti, I. T., & Sari, C. (2020, December). Pengaturan Pada Pembangkit Mikrohidro Menggunakan PID-NBA (Novel Bat Algorithm). In *SEMASTER: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Ilmu Komputer* (Vol. 1, No. 1, pp. 75-82).
- [5] Albatriq, M. R. P. (2022). Analisis Peningkatan Efisiensi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Talang Dikun Dengan Penambahan Energy Storage Dan Adaptive Inverter Systems.
- [6] Rosyidi, A. Z., Zulfatman, Z., Pakaya, I., Mardiyah, N. A., & Effendy, M. (2018). Pengaturan Frekuensi PLTMH Menggunakan Flow Valve Control Berbasis Fuzzy-PI.
- [7] Ali, M., Hidayat, R., & Cahyono, I. (2020). Penggunaan ANFIS pada Pengaturan Debit Air Berdasarkan Volume Air Dalam Tangki. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 1(1), 24-32.
- [8] KALOKO, B. S., & SETIAWAN, D. K. Rancang Bangun Pengaturan Katup Aliran Debit Air (Water Flow Control) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berbasis Fuzzy Logic Control.
- [9] Farhandianto, M. R. E., Kaloko, B. S., & Setiawan, D. K. (2017). Sistem Pengaturan Laju Aliran Air Pada Plant Water Treatment Dengan Kontrol Fuzzy-PID. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 3(1), 25-30.
- [10] Parwanti, A., Siswanto, M., Hasyim, C., & Al Isbilly, H. (2018). Optimasi Kontrol Katup Aliran Debit Air Pada Mikro-Hidro Berbasis Ant Colony Optimization. *JURNAL INTAKE*, 9(2).

- [11] N. Rospriandana, P. J. Burke, A. Suryani, M. H. Mubarok, and M. A. Pangestu, "Over a century of small hydropower projects in Indonesia: a historical review," *Energy, Sustain. Soc.*, vol. 13, no. 30, pp. 1–18, 2023, doi: 0.1186/s13705-023-00408-1.
- [12] H. Bustince, E. Barrenechea, M. Pagola, J. Fernandez, and Z. Xu, "A Historical Account of Types of Fuzzy Sets and Their Relationships," *IEEE*, pp. 1–17, 2015, doi: 10.1109/TFUZZ.2015.2451692.
- [13] E. Pourjavad and S. Arash, "The Application of Mamdani Fuzzy Inference System in Evaluating Green Supply Chain Management Performance," *Springer*, pp. 1–12, 2017, doi: 10.1007/s40815-017-0378-y.
- [14] O. Cordon, "A Historical Review of Mamadani-Type Genetic Fuzzy System," *Int. J. Approx. Reason.*, p. 73, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-24666.
- [15] X.-S. Yang, "Flower Pollination Algorithm for Global Optimization," *Springer*, pp. 240–249, 2012, doi: 10.1007/978-3-642-32894-7\_27.
- [16] M. Abdel-Basset and L. A. Shawky, "Flower Pollination Algorithm: a Comprehensive Review," *Springer*, pp. 1–25, 2018, doi: 10.1007/s10462-018-9624-4.
- [17] A. Yogendra, D. Pankaj, C. Emre, and S. Gulshan, "AGC performance amelioration in multi-area interconnected thermal and thermal-hydro-gas power systems using a novel controller," *Eng. Sci. Technol.*, 2020, doi: 10.1016/j.jestch.2020.08.015.
- [18] I. A. Hameed, "Using Gaussian Membership Functions for Improving the Reliability and Robustness of Students' Evaluation Systems," *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, 2011, doi: 10.1016/j.eswa.2010.12.048.
- [19] O. A. M. Ali, A. Y. Ali, and B. S. Sumait, "Comparison Between the Effects of Different Types of Membership Functions on Fuzzy Logic Controller Performance," *Int. J. Emerg. Eng. Res. Technol.*, vol. 3, no. 3, 2015.
- [20] A. Barua, L. S. Mudunuri, and O. Kosheleva, "Why Trapezoidal and Triangular Membership Functions Work So Well: Towards a Theoretical Explanation," *J. Uncertain Syst.*, vol. 8, 2014.
- [21] M. H. Azam, M. H. Hasan, S. Hassan, and S. J. Abdulkadir, "A Novel Approach to Generate Type-1 Fuzzy Triangular and Trapezoidal Membership

Functions to Improve the Classification Accuracy,” *Symmetry (Basel)*, vol. 13, no. 10, 2021, doi: 10.3390/sym13101932.





**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 : Berlyan Okza Merru

NIM : 201810130311131

Judul TA : Sistem Pengaturan Katup Aliran Debit Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis *Fuzzy Logic Control* dan PID-FPA

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	10 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	11 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	10 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	2 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	12%

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

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

Dosen Pembimbing II,

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