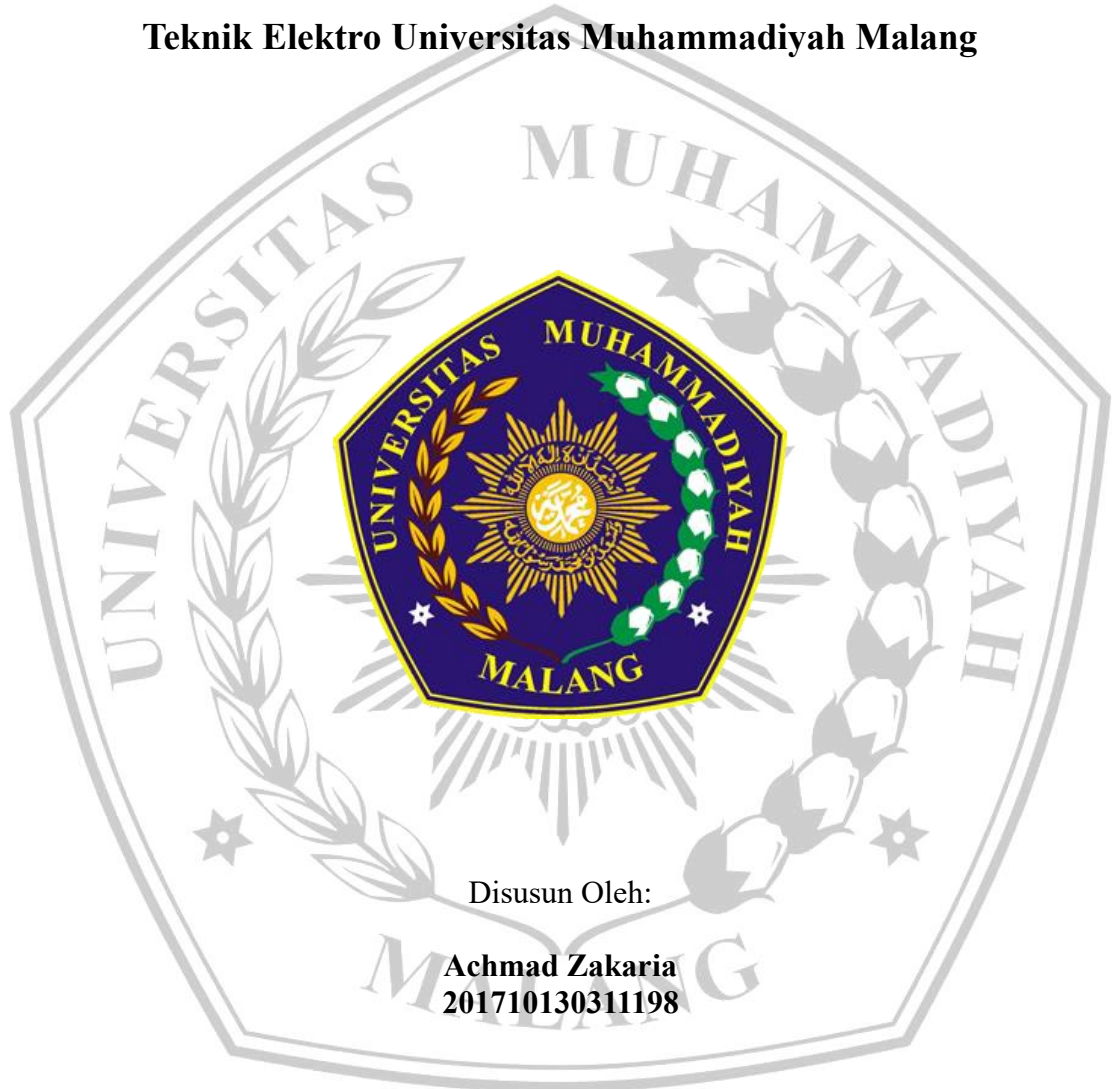


**DESAIN SISTEM PEREDAMAN ARUS *START* PADA
MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN
METODE PSO**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh:

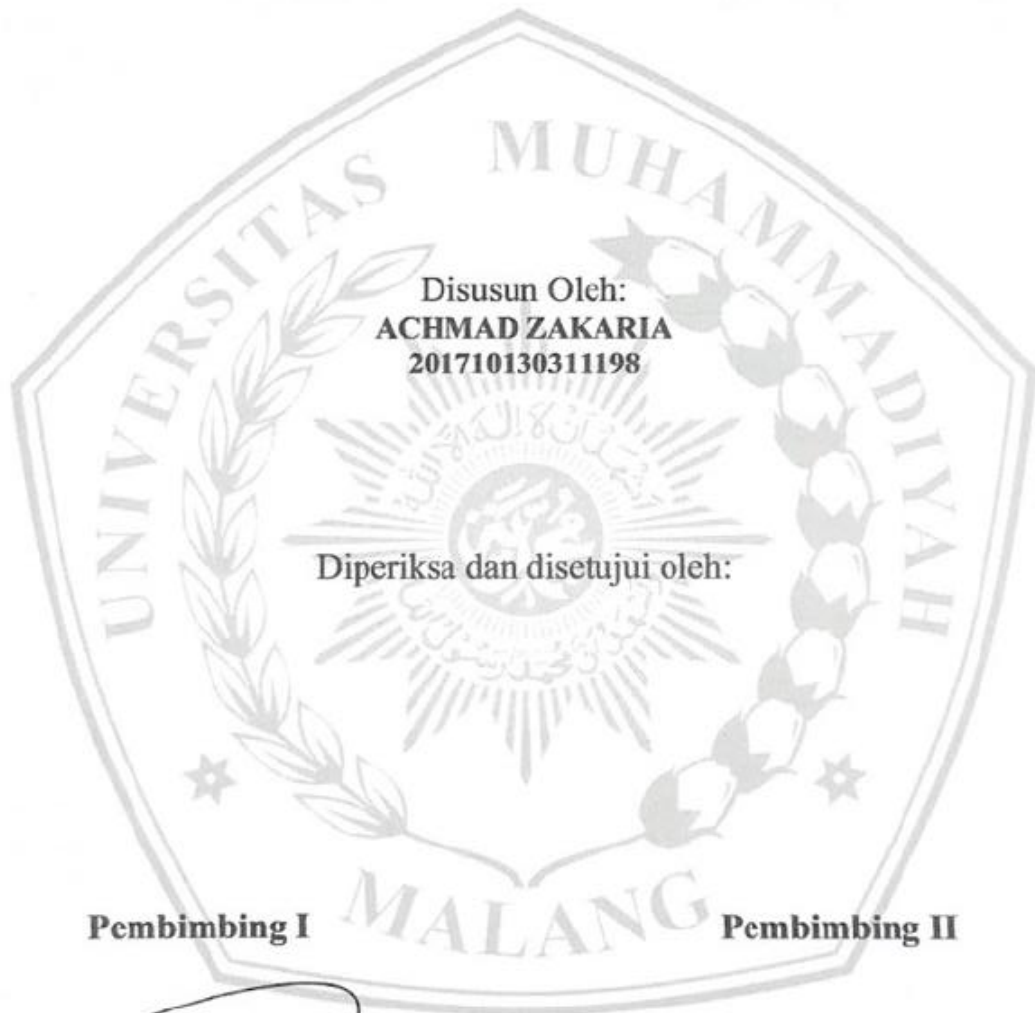
**Achmad Zakaria
201710130311198**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

DESAIN SISTEM PEREDAMAN ARUS *START* PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN METODE PSO

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



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

Novendra Setyawan S.T., M.T.
NIDN: 0719119201

LEMBAR PENGESAHAN

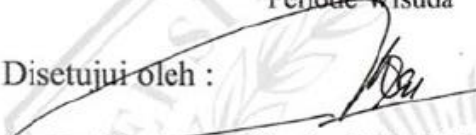
DESAIN SISTEM PEREDAMAN ARUS *START* PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN METODE PSO

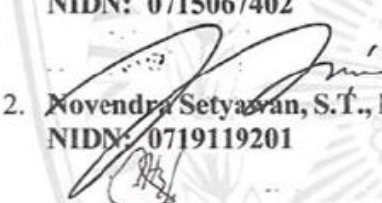
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :
Achmad Zakaria
201710130311198

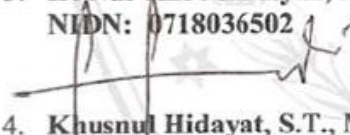
Tanggal Ujian : 13 Januari 2024
Periode Wisuda : Periode I 2024

Disetujui oleh :

1.  **Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.** (Pembimbing I)
NIDN: 0715067402

2.  **Novendra Setyawan, S.T., M.T.** (Pembimbing II)
NIDN: 0719119201


3.  **Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.** (Penguji I)
NIDN: 0718036502

4.  **Khusnul Hidayat, S.T., M.T.** (Penguji II)
NIDN: 0723108202

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik ELEktro




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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Achmad Zakaria
Tempat/Tgl Lahir : Malang, 10 September 1998
NIM : 201710130311198
FAK./JUR. : TEKNIK/ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul “Desain Sistem Peredaman Arus *Start* Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Metode PSO” 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, 18 Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan



Achmad Zakaria

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

(Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.)

NIDN: 0721106301

Dosen Pembimbing II

(Novendra Setyawan, S.T., M.T.)

NIDN: 0709117804

ABSTRAK

Motor tiga fasa, atau yang dikenal sebagai motor induksi, merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam industri, terutama motor induksi tipe sangkar tupai. Hal ini disebabkan oleh berbagai keunggulan teknis dan ekonomis yang dimilikinya. Meskipun demikian, motor induksi juga memiliki beberapa kekurangan, seperti kesulitan dalam pengaturan kecepatannya dan kebutuhan akan arus starting yang tinggi. Oleh karena itu, metode pengasutan soft starter digunakan untuk meredam arus awal. Metode ini menggunakan enam buah tiristor yang diatur secara anti-paralel dan kontroler PID yang dioptimalkan menggunakan algoritma PSO. Fungsinya adalah untuk mengurangi tegangan pada motor induksi dan secara bertahap meningkatkan tegangan hingga mencapai level penuh sehingga lonjakan arus awal dapat diredam serta mengurangi overshoot dan error steady state pada motor induksi. Berdasarkan hasil percobaan metode pengasutan soft starter dan penggunaan kontroler PID yang dioptimalkan menggunakan algoritma PSO, terlihat bahwa arus awal yang dihasilkan lebih rendah sebesar 21.92%. Selain itu, terdapat penurunan pada nilai overshoot dan error steady state yang tidak melebihi 1%, jika dibandingkan dengan metode pengasutan Direct On Line (DOL) yang tidak menggunakan kontroler PID. Melalui penelitian ini, risiko kerusakan pada motor induksi dapat dikurangi.

Kata Kunci*: *Motor Induksi, Soft Starter, Tiristor, PID, PSO*

ABSTRACT

Three-phase motors, otherwise known as induction motors, are the most commonly used type of motor in industry, especially squirrel cage type induction motors. This is due to its various technical and economic advantages. Nonetheless, induction motors also have some drawbacks, such as difficulty in speed regulation and the need for high starting currents. Therefore, the soft starter method is used to reduce the starting current. This method uses six thyristors arranged in anti-parallel and a PID controller optimized using the PSO algorithm. Its function is to reduce the voltage on the induction motor and gradually increase the voltage until it reaches the full level so that the initial current surge can be suppressed and reduce the overshoot and steady state error on the induction motor. based on the experimental results of the soft starter method and the use of a PID controller optimized using the PSO algorithm, it can be seen that the initial current generated is lower by 21.92%. In addition, there is a decrease in the overshoot value and steady state error that does not exceed 1%, if compared to the Direct On Line (DOL) starting method that does not use a PID controller. through this research, the risk of damage to the induction motor can be reduced.

Keywords*: *Induction Motor, Soft Starter, Thyristor, PID, PSO*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

”Desain Sistem Peredaman Arus *Start* Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Metode PSO”

Penulisan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Malang, Januari 2024

Achmad Zakaria

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSATAKA	6
2.1 Motor Induksi Tiga fasa.....	6
2.1.1 Struktur Motor Induksi Tiga Fasa.....	6
2.1.1.1 Stator	7
2.1.1.2 Rotor	7
2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi	9
2.2 Prinsip Kerja Direct on Line.....	9
2.3 Prinsip Kerja <i>Soft Starter</i>	10
2.3.1 Rangkaian Tiristor	11
2.3.2 Sudut Penyalaan	11
2.4 PID (Proportional Integral Derivative).....	12
2.4.1 Kontrol Proportional.....	13
2.4.2 Kontrol <i>Integral</i>	13
2.4.3 Kontrol Derivative.....	14
2.5 <i>Integral Time multiplied by Squared Error</i> (ITSE)	14
2.6 Metode Penyetelan Ziegler-Nichols	14
2.6.1 Ziegler-Nichols Metode Kurva Reaksi	14
2.6.2 Ziegler-Nichols Metode Osilasi.....	16
2.7 PSO (Particle Swarm Optimization).....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Pemodelan Motor Induksi Tiga Fasa	20

3.2	Pemodelan <i>Thyristor</i>	20
3.3	Pemodelan Rangkaian <i>Trigger</i>	21
3.4	Penyetelan PID	21
3.4.1	Penyetelan PID Menggunakan Ziegler-Nichols	22
3.4.2	Penyetelan PID Menggunakan PSO	23
3.5	Pemodelan Sistem.....	24
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS SISTEM	27
4.1	Pengujian Menggunakan Metode <i>Direct On Line (DOL)</i>	27
4.2	Pengujian Dengan Metode <i>Soft Starter</i>	29
4.3	Perbandingan Performa Antara Metode DOL dan <i>Soft Starter</i>	30
4.3.1	Perbedaan Arus	31
4.3.2	Perbandingan Kecepatan Rotor.....	31
BAB V	PENUTUP	33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran	33
	DAFTAR PUSTAKA.....	34
	LAMPIRAN.....	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penampang Stator dan Rotor Motor Induksi Tiga Fasa	6
Gambar 2. 2 Komponen Stator Motor Induksi.....	7
Gambar 2. 3 konstruksi Rotor Belitan Motor Induksi Tiga Fasa	8
Gambar 2. 4 Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan	8
Gambar 2. 5 Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar Tupai	9
Gambar 2. 6 Diagram Skematik Pengasutan DOL	10
Gambar 2. 7 Rangkaian Pengujian <i>Soft Starter</i>	11
Gambar 2. 8 Rangkaian Tiristor Anti-Parallel.....	11
Gambar 2. 9 Sudut Penyalaan	12
Gambar 2. 10 Diagram Blok Kontroler PID	13
Gambar 2. 11 Kurva Respon Sistem Dengan <i>Overshoot</i> Sebesar 25%	15
Gambar 2. 12 Sistem Ketika Diberikan <i>Input Step</i>	15
Gambar 2. 13 Kurva Respon Berbentuk "S"	15
Gambar 2. 14 Grafik Ziegler-Nichols Metode Osilasi	16
Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Penelitian Metode DOL	18
Gambar 3. 2 Flowchart Tahapan Penentuan Parameter PID Menggunakan Metode Kurva Reaksi Ziegler-Nichols.....	19
Gambar 3. 3 Flowchart Tahapan Penelitian Metode Soft Starter.....	19
Gambar 3. 4 Motor Induksi Tiga Fasa Pada Software Matlab	20
Gambar 3. 5 <i>Thyristor</i>	21
Gambar 3. 6 Rangkaian <i>Trigger</i>	21
Gambar 3. 7 Respon Sistem Loop Terbuka.....	22
Gambar 3. 8 Rangkaian ITSE	23
Gambar 3. 9 Flowchart Algoritma PSO	23
Gambar 3. 10 Diagram Blok Motor Induksi dengan Metode Direct On Line (DOL).....	24
Gambar 3. 11 Desain Simulasi Motor Induksi Menggunakan Metode Direct On Line (DOL).....	25
Gambar 3. 12 Diagram Blok Sistem Peredaman Arus <i>Start</i> Motor Induksi	25
Gambar 3. 13 Desain Simulasi Motor Induksi Menggunakan Metode Soft Starter	26
Gambar 4. 1 Arus Motor Induksi Metode <i>Direct On Line</i> (DOL).....	27
Gambar 4. 2 Grafik Kecepatan Rotor Menggunakan Metode <i>Direct On Line</i>	28
Gambar 4. 3 Arus Motor Induksi Dengan Metode <i>Soft Starter</i>	29
Gambar 4. 4 Grafik Kecepatan Rotor Menggunakan Metode <i>Soft Starter</i>	30
Gambar 4. 5 Perbandingan Arus Motor Induksi Antara Metode DOL dan Soft Starter	31
Gambar 4. 6 Perbandingan Kecepatan Rotor Antara Metode DOL dan Metode Soft Starter	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penyetelan Parameter PID Menggunakan Metode Kurva Reaksi.....	16
Tabel 2. 2 Penyetelan Parameter PID Menggunakan Metode Osilasi.....	16
Tabel 3. 1 Data Spesifikasi Motor Induksi Tiga Fasa	20
Tabel 3. 2 Parameter Tiristor	21
Tabel 4. 1 Arus Motor Induksi Menggunakan Metode <i>Direct On Line</i>	28
Tabel 4. 2 Kecepatan Rotor Motor Induksi Menggunakan Metode <i>Direct On Line</i>	28
Tabel 4. 3 Arus Motor Induksi Menggunakan Metode <i>Soft Starter</i>	29
Tabel 4. 4 Kecepatan Rotor Motor Induksi Menggunakan Metode <i>Soft Starter</i> ..	30
Tabel 4. 5 Perbandingan Arus Motor Induksi Antara Metode DOL dan Soft Starter	31
Tabel 4. 6 Perbandingan Kecepatan Rotor Antara Metode DOL dan Soft Starter	32



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. Priahutama, T. Sukmadi, and I. Setiawan, "Perancangan Modul Soft Starting Motor Induksi 3 Fasa dengan Atmega 8535," *Transmisi*, vol. 12, no. 4, pp. 160–167, 2010, [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi>.
- [2] A. Junaidi and S. Damayanti, "Analisis Efektifitas Penggunaan Metode Soft Starter saat Start awal pada pengoperasian Motor 220 kW," *Energi & Kelistrikan*, vol. 11, no. 2, pp. 55–65, 2019, doi: 10.33322/energi.v11i2.559.
- [3] Z. Abidin and E. Ihsanto, "Perancangan Kontroler PID Level Deaerator dan Kondensor pada Steam Power Plant Berbasis Algoritma Genetika," *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 153, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.009.
- [4] R. Ridwan, E. Purwanto, H. Oktavianto, M. R. Rusli, and H. Toar, "Desain Kontrol Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Fuzzy Pid Berbasis Idirect Field Oriented Control," *J. Integr.*, vol. 11, no. 2, pp. 146–155, 2019, doi: 10.30871/ji.v11i2.1356.
- [5] M. Lutfi Hakim and T. Wati, "Optimasi Pada Sistem Operasi PLTA Dengan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)," *Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 49–56, 2021, doi: 10.31284/p.snestik.2021.1723.
- [6] B. Muslim, "Kendali Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Kontroler Fuzzy-PID," *J. Tek. Elektro ITS*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [7] D. D. Suharso, H. Purnomo, S. Winardi, and A. Budijanto, "Desain Human Machine Interface Android Dengan Teknologi Internet Of Things Untuk Kontrol Star Delta Motor 3 Phase," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 7, no. 1, pp. 296–304, 2022, doi: 10.36277/jteuniba.v7i1.193.
- [8] S. R. Adhi kusmantoro, Theodora.Indriati W, "Soft Starter Untuk Pompa Submersible Satu Fasa Dengan Controller PID TK4S-T4SN," *Pros. SNATIF*, vol. 4, pp. 1–9, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1237>.
- [9] S. Wen, Q. Zhang, J. Deng, Y. Lan, X. Yin, and J. Shan, "Design and experiment of a variable spray system for unmanned aerial vehicles based on PID and PWM control," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 12, 2018, doi: 10.3390/app8122482.
- [10] M. Irhas, I. Iftitah, 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] D. Juharsyah, I. Setiawan, and W. Wahyudi, "Perbandingan Unjuk Kerja Kontroler PID Metode Pertama Ziegler-Nichols dan CMAC (Cerebellar Model Articulation Controller) pada Pengendalian Plant Suhu," *Univ.*

Diponegoro, vol. 043, 2011.

- [12] A. P. Afflin and E. Utami, "Tuning Control Aktual Temperatur Pada Reboiler Menggunakan Metode Ziegler-Nichols," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Energi dan Miner.*, vol. 2, no. 1, pp. 1288–1297, 2022, doi: 10.53026/sntem.v2i1.862.
- [13] M. García, P. Ponce, L. A. Soriano, A. Molina, B. MacCleery, and D. Romero, "Lifetime improved in power electronics for BLDC drives using fuzzy logic and PSO," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 13, pp. 2372–2377, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.11.561.
- [14] A. Sateria, I. D. Saputra, and Y. Dharta, "Penggunaan Metode Particle Swarm Optimization (PSO) pada Optimasi Multirespon Gaya Tekan dan Momen Torsi Penggurdian Material Komposit Glass Fiber Reinforce Polymer (GFRP) yang ditumpuk dengan Material Stainless Steel (SS)," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 10, no. 01, pp. 1–7, 2019, doi: 10.33504/manutech.v10i01.52.
- [15] A. Khuriati R.S., "Identifikasi dan Perancangan Pengendali PID Menggunakan Penduga ARX Sistem Pemanas Udara (Halaman 1 s.d. 5)," *J. Fis. Indones.*, vol. 17, no. 51, pp. 1–5, 2014, doi: 10.22146/jfi.24424.
- [16] M. G. M. Abdolrasol, M. A. Hannan, S. M. S. Hussain, and T. S. Ustun, "Optimal PI controller based PSO optimization for PV inverter using SPWM techniques," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 1003–1011, 2022, doi: 10.1016/j.egy.2021.11.180.



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 : Achmad Zakaria
NIM : 201710130311198
Judul TA : Desain Sistem Peredaman Arus *Start* Pada Motor Induksi Tiga Fasa
Menggunakan Metode PSO

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

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

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

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

Dosen Pembimbing II,

Novendra Setyawan, S.T., M.T.
NIDN: 0719119201