



THESIS

OPTIMASI EFISIENSI ENERGI MOTOR 3 FASA MENGGUNAKAN PID DAN GWO (GREY WOLF OPTIMIZATION)

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Pascasarjana
Program Studi Magister Teknik Elektro (S2)



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Panji Alatief

N.I.M. : 55423110013

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

2025

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Muhammad Panji Alatief**
NIM : **55423110013**
Program Studi : **Magister Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **OPTIMASI EFISIENSI ENERGI MOTOR 3 FASA
MENGUNAKAN PID DAN GWO (GREY WOLF
OPTIMIZATION)**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 23 Juni 2025** dengan hasil presentase sebesar **8 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 23 Juni 2025

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Panji Alatief
NIM : 55423110013
Fakultas : Teknik
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Thesis : Optimasi Efisiensi Energi Motor 3 Fasa
Menggunakan Pid Dan Gwo (Grey Wolf
Optimization)

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tesis yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keaslianya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tesis ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan

Penulis,



(Muhammad Panji Alatief)

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi / Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Panji Alatief
NIM : 55423110013
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Skripsi / Tesis : Optimasi Efisiensi Energi Motor 3 Fasa Menggunakan
PID DAN GWO (GREY WOLF OPTIMIZATION)

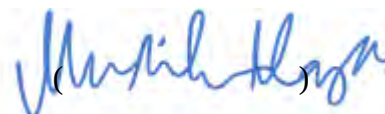
Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **Strata S2** pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Prof. Dr. Andi Andriansyah, M. Eng., SMEEE
NIDN : 0327027002
Ketua Penguji : Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus, IPU
NIDN : 0311057101
Anggota Penguji : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST., MT., IPU.
Asean-Eng., APEC-Eng
NIDN : 0312118206



()



()



()

Jakarta, 11 Juni 2025

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

Ketua Program Studi

Magister Teknik Elektro



(Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST., MT., IPU.
Asean-Eng., APEC-Eng)

KATA PENGANTAR

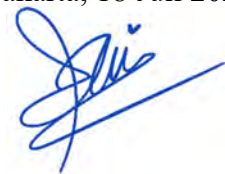
Puji dan syukur kehadiran Allah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul **“Optimasi Efisiensi Energi Motor 3 Fasa Menggunakan Pid Dan Gwo (Grey Wolf Optimization)”**. Tesis ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Keberhasilan dalam penulisan Tesis ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis juga ingin berterima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tesis ini, teristimewa kepada:

1. Bapak, Ibu, dan Istri, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungannya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Andriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana sekaligus dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulisan serta penyusunan Tesis ini
3. Bapak Prof. Dr. Setiyo Budiyo, M.T. selaku Kaprodi Magister Teknik Elektro.
4. Bapak Puji Adhari selaku Manager Produksi PT. Tirta Asasta Depok
5. Teman-teman penulis, baik yang berada di kampus serta diluar kampus yang telah berbagi pikiran serta memberikan dukungan secara moral.

Akhir kata, semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Sangat sekali penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun, karena penulis hanyalah manusia biasa. Dan semoga Tesis ini membawa manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 18 Juli 2025



Muhammad Panji Alatief

Optimasi Efisiensi Energi Motor 3 Fasa Menggunakan Pid Dan Gwo (Grey Wolf Optimization)

Muhammad Panji Alatief

Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jakarta

email : panjialatief@ymail.com, panjialatief@gmail.com

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi energi pada motor 3 fasa menggunakan metode PID (Proportional-Integral-Derivative) dan GWO (Grey Wolf Optimization). Motor 3 fasa sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena efisiensinya yang tinggi dan kemampuan untuk mengoperasikan beban berat. Namun, konsumsi energi yang tinggi tetap menjadi tantangan yang signifikan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang efektif untuk meningkatkan efisiensi energi.

Metode PID digunakan sebagai dasar pengendalian motor 3 fasa, di mana parameter PID dioptimalkan menggunakan algoritma GWO. GWO merupakan algoritma optimasi yang terinspirasi dari perilaku berburu serigala abu-abu, yang dikenal dengan kemampuannya dalam menemukan solusi optimal pada masalah optimasi non-linear dan multi-dimensional. Dalam penelitian ini, GWO digunakan untuk menemukan kombinasi parameter PID yang optimal untuk meminimalkan konsumsi energi motor 3 fasa.

Hasil simulasi dan lapangan menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi PID dan GWO mampu mengurangi penggunaan energi motor 3 fasa secara signifikan dibandingkan dengan metode sebelumnya dari 0.80 menjadi 0.92. Penggunaan algoritma GWO terbukti efektif dalam mengoptimalkan parameter PID, sehingga menghasilkan sistem pengendalian yang lebih baik yaitu 0.92 dengan uji coba pada motor dengan daya 150 kw dengan hasil penurunan ampere hingga 120 A. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknik optimasi penurunan energi pada motor listrik, yang dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi industri untuk mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional.

Kata Kunci : Kapasitor bank, *VSD*, *Inverter*, Motor, 3-fasa, Efisiensi Energi, PID, GWO

ABSTRACT

This study aims to enhance the energy efficiency of 3-phase motors by employing PID (Proportional-Integral-Derivative) and GWO (Grey Wolf Optimization) methods. Commonly used in various industrial applications for their high efficiency and capability to handle heavy loads, 3-phase motors still face the challenge of high energy consumption. Therefore, an effective strategy is required to improve their energy efficiency.

The PID method forms the basis for controlling 3-phase motors, with its parameters optimized using the GWO algorithm. Inspired by the hunting behavior of gray wolves, GWO is an optimization algorithm renowned for its effectiveness in solving non-linear and multi-dimensional optimization problems. In this study, GWO is utilized to determine the optimal combination of PID parameters to reduce the energy consumption of 3-phase motors.

Simulation and field test results demonstrate that integrating PID control with the Grey Wolf Optimization (GWO) algorithm significantly reduces energy consumption in three-phase motors, improving the power factor from 0.80 to 0.92. The application of GWO proved effective in fine-tuning PID parameters, leading to enhanced control system performance. Testing on a 150 kW motor showed a substantial current reduction, decreasing to 120 A. This research offers a valuable contribution to energy optimization strategies in electric motor systems and highlights the potential of such approaches in various industrial settings to lower energy usage and operational costs.

Keyword : *Capasitor Bank, VSD, Inverter, Motor, 3-phase, Efficiency Energy, PID, GWO*



DAFTAR ISI

COVER	i
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	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 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.1.1 Efisiensi Energi dan Motor 3 Fasa.....	6
2.2 Penelitian Terdahulu	8
2.2.1 Sliding Mode Control (SMC) + PID.....	9
2.2.2 Particle Swarm Optimization (PSO) + PID.	10
2.2.3 Grey Wolf Optimizer (GWO) + PID).....	11
2.3 Dasar Teori.....	13
2.3.1 Pengoptimal serigala abu-abu (GWO).....	13
2.3.2 VSD (PID) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor.	16
2.3.3 Peran penentuan Faktor Daya	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Gambaran Umum.....	23
3.1.1 Spesifikasi Komponen	23
3.2 Blok Diagram Sistem.....	24
3.3 <i>Wiring</i> Diagram Sistem.....	25
3.3.1 Design	25
3.4 <i>Flowchart</i> Tahap Penelitian.....	25
3.4.1 Cara Kerja Sistem	27
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 28
4.1 Pemodelan Motor Tiga Fasa	28
4.2 Perhitungan GWO.....	29
4.3 Pengukuran Cos Phi Sebelum Optimasi	32
4.4 Optimasi Parameter PID Menggunakan GWO.....	33
4.5 Pengaruh Optimasi terhadap Daya dan Arus	38
4.6 Efisiensi Energi dan Penghematan Biaya	44
4.7 Perbandingan Tabel di Tiap Frekuensi	44
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Implikasi Penelitian	51
5.3 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hirarki GWO.....	10
Gambar 2.2 Instalasi VSD terhadap Motor 3 fasa	13
Gambar 2.3 Blok Diagram PID.....	15
Gambar 2.4 Perbaikan Faktor Daya	18
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	21
Gambar 3.2 Wiring Diagram Sistem.....	22
Gambar 3.3 Model Sistem	22
Gambar 3.4 Wiring Diagram Sistem.....	22
Gambar 4.1 Cos phi sebelum optimasi	24
Gambar 4.2 Hasil PID yang dicari oleh metode GWO dengan MATLAB	28
Gambar 4.3 Hasil iterasi untuk mendapatkan target cos phi	29
Gambar 4.4 Setting PID pada VSD	29
Gambar 4.5 Setting PID pada VSD	29
Gambar 4.6 Setting PID pada VSD	30
Gambar 4.7 Setting PID pada VSD	30
Gambar 4.8 Cos phi setelah optimasi menjadi 0,92	30
Gambar 4.9 Arus tanpa PID dan sebelum dioptimasi oleh metode GWO	31
Gambar 4.10 Arus dengan PID tanpa algoritma GWO	32
Gambar 4.11 Arus dengan PID + GWO	33
Gambar 4.12 Hasil perbandingan menggunakan tang ampere	34
Gambar 4.13 Hasil perbandingan menggunakan HMI display	34
Gambar 4.14 Energi/Daya yang dihasilkan setelah dioptimasi	35
Gambar 4.15 Grafik perbandingan arus tanpa PID, dengan PID, dan PF	39
Gambar 4.16 Grafik perbandingan arus tanpa PID dengan PID + PF	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	8
Tabel 2.2 Kumpulan Rumus Motor AC menggunakan PID.....	14
Tabel 2.3 Blok Diagram PID	15
Tabel 3.1 Spesifikasi komponen	21
Tabel 4.1 Hasil pengukuran teori, alat ukur, dan HMI SCADA.....	37
Tabel 4.2 Perbandingan Faktor daya antar metode yang dihasilkan.....	41

