



LAPORAN TUGAS AKHIR

SANDRA REGITA CAHYANI GUNAWAN
41420010036

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024



**PENGEMBANGAN ALGORITMA *WALL FOLLOWING* PADA
ROBOT *HEXAPOD* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY
LOGIC CONTROLLER – PARTICLE SWARM OPTIMIZATION***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : Sandra Regita Cahyani Gunawan
NIM : 41420010036
PEMBIMBING : Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sandra Regita Cahyani Gunawan
NIM : 41420010036
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Pengembangan Algoritma *Wall following* Pada Robot
Hexapod Menggunakan Metode *Fuzzy Logic Controller* –
Particle Swarm Optimization

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.
NIDN/NIDK/NIK : 0314089201



Ketua Penguji : Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0301028903



Anggota Penguji : Julpri Andika, S.T., M.Sc.
NIDN/NIDK/NIK : 0323079102



Jakarta, 31 Juli 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.
NIDN: 0314089201

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 : SANDRA REGITA CAHYANI GUNAWAN
NIM : 41420010036
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : PENGEMBANGAN ALGORITMA WALL
FOLLOWING PADA ROBOT HEXAPOD
MENGUNAKAN ALGORITMA FUZZY LOGIC
CONTROLLER - PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 10 Agustus 2024** dengan hasil presentase sebesar **28%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

Jakarta, 12 Agustus 2024

Administrator Turnitin,



Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sandra Regita Cahyani Gunawan
N.I.M : 41420010036
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Algoritma *Wall following* Pada Robot
Hexapod Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*
Controller – Particle Swarm Optimization

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 29 Juli 2024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Sandra Regita Cahyani Gunawan

ABSTRAK

Tugas akhir ini membahas pengembangan algoritma *wall following* pada robot *Hexapod* menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) yang dioptimalkan dengan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Dengan melakukan 12 kali pengujian pada empat arena berbeda, dan tiga metode yang digunakan yaitu metode konvensional, metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) dan metode *Fuzzy Logic Controller-Particle Swarm Optimization* (PLC-PSO), penelitian ini menemukan bahwa kombinasi FLC-PSO memberikan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) terkecil, yaitu 0.29241204, 1.83679693, 5.07664081, dan 3.92535257. Nilai RMSE yang rendah menunjukkan bahwa algoritma ini mampu mengendalikan robot dengan akurasi tinggi dalam mengikuti dinding.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa robot dengan FLC-PSO berhasil mencapai pose akhir yang lebih optimal dan menempuh jalur yang lebih jauh dibandingkan dengan metode lainnya. PSO membantu dalam mengoptimalkan parameter FLC, sehingga robot tidak hanya lebih akurat dalam mengikuti dinding, tetapi juga mencapai posisi akhir yang lebih baik. Efisiensi dan adaptivitas robot meningkat secara signifikan dengan kombinasi ini.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi FLC dan PSO adalah metode yang efektif untuk meningkatkan kemampuan *wall following* pada robot *Hexapod*. Robot menjadi lebih efisien dalam menavigasi berbagai jenis dinding dan menghadapi berbagai tantangan di setiap arena. Implementasi algoritma ini dapat digunakan dalam aplikasi robotika yang memerlukan kontrol navigasi yang presisi dan adaptif.

Kata Kunci : Robot *Hexapod*, Fuzzy, PSO, Wal Following, Algoritma

ABSTRACT

This study focuses on the development of a wall-following algorithm for a Hexapod robot using the Fuzzy Logic Controller (FLC) method optimized by Particle Swarm Optimization (PSO). Conducting 12 tests in four different arenas, and the three methods used are the conventional method, the Fuzzy Logic Controller (FLC) method and the Fuzzy Logic Controller-Particle Swarm Optimization (FLC-PSO) method, the study found that the FLC-PSO combination achieved the smallest Root Mean Square Error (RMSE) values of 0.29241204, 1.83679693, 5.07664081, and 3.92535257, respectively. The low RMSE values indicate that the algorithm can control the robot with high accuracy in following walls.

The test results also showed that the robot with FLC-PSO achieved a more optimal final pose and traveled the farthest path compared to other methods. PSO aids in optimizing FLC parameters, ensuring that the robot is not only more accurate in wall-following but also reaches a better final position. The efficiency and adaptability of the robot are significantly improved with this combination.

Overall, this study demonstrates that the combination of FLC and PSO is an effective method to enhance the wall-following capability of a Hexapod robot. The robot becomes more efficient in navigating various types of walls and tackling different challenges in each arena. The implementation of this algorithm can be applied in robotics applications that require precise and adaptive navigation control.

Keywords : Hexapod Robot, Fuzzy, PSO, Wal Following, Algorithm

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kemampuan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “Pengembangan Algoritma *Wall following* pada Robot *Hexapod* Menggunakan Metode Fuzzy Logic – *Particle Swarm Optimization*”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat lulus program strata 1 pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Dengan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ibu Juaningsih dan Alm. Bapak Gunawan Candra selaku orang tua penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku rektor Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc., selaku kepala program studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana dan dosen pembimbing tugas akhir.
5. Ibu Ketty Siti Salamah, S.T., M.T. selaku sekretaris Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Kampus Warung Buncit.
6. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc. selaku koordinator tugas akhir.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	iii
HALAMAN JUDUL.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	16
1.2. Rumusan Masalah	18
1.3. Tujuan.....	19
1.4 Batasan Masalah.....	19
1.5 Metodologi Penelitian	20
1.6 Sistematika Penulisan.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1. Kajian Literatur	21
2.2. Robot <i>Hexapod</i>	28
2.3. <i>Wall following</i>	29
2.4. <i>Fuzzy Logic Controller</i>	30
2.4.1. Himpunan Fuzzy	31
2.4.2. Fungsi Keanggotaan.....	31

2.4.3. Tahap Pengendalian Fuzzy	32
2.5. <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO)	34
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	37
3.1. Gambaran Umum Sistem	37
3.2. Spesifikasi Robot	38
3.3. Pola Tripod Gait	39
3.4. Arena Simulasi Robot.....	40
3.5. Robot <i>Hexapod</i> dalam melakukan <i>wall following</i> dengan metode konvensional.....	41
3.5.1. Pengujian metode konvensional.....	42
3.6. Robot <i>Hexapod</i> dalam melakukan <i>wall following</i> dengan metode FLC	42
3.6.1. Fuzzifikasi	43
Gambar 3.5. Fungsi Keanggotaan Output	43
3.6.2. Sistem Inferensi Fuzzy	44
3.6.3 Defuzifikasi	44
3.6.4. Pengujian metode FLC	44
3.7. Robot <i>Hexapod</i> dalam melakukan <i>wall following</i> dengan menggunakan metode <i>Fuzzy Logic Controller – Particle Swarm Optimization</i> (FLC-PSO)...	45
3.7.1 Inisialisasi Populasi PSO.....	46
3.7.2. Loop Optimasi PSO	46
3.7.3. Pengujian FLC-PSO.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASA	48
4.1. Hasil Pengujian Pada Arena 1	48
4.1.1. Hasil Pengujian Menggunakan Metode Konvensional.....	48
4.1.2. Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i>	49

4.1.3.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> <i>Particle Swarm Optimization</i>	50
4.1.4.	Analisa Hasil Pengujian	51
4.2.	Hasil Pengujian Pada Arena 2	52
4.2.1.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode Konvensional	53
4.2.2.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i>	53
4.2.3.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> <i>Particle Swarm Optimzation</i>	54
4.2.5.	Analisa Hasil Pengujian	56
4.3.	Hasil Pengujian Pada Arena 3	57
4.3.1.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode Konvensional	57
4.3.2.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i>	57
4.3.3.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> <i>Particle Swarm Optimzation</i>	59
4.3.4.	Analisa Hasil Pengujian	60
4.4.	Hasil Pengujian Pada Arena 4	61
4.4.1.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode Konvensional	62
4.4.2.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i>	62
4.4.3.	Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i> - <i>Particle Swarm Optimization</i>	63
4.4.4.	Analisa Hasil Pengujian	65
4.5.	Hasil Pengujian Secara Keseluruhan	66
4.5.1.	Nilai Error tiap Iterasi pada Arena 1	66
4.5.2.	Nilai Error tiap Iterasi pada Arena 2	67
4.5.3.	Nilai Error tiap Iterasi pada Arena 3	68

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	724



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mekanik Alat Robot <i>Hexapod</i>	29
Gambar 2.2. Diagram Alir PSO	36
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian	36
Gambar 3.2. Visualisasi Robot <i>Hexapod</i>	39
Gambar 3.3. Konfigurasi Kaki Robot <i>Hexapod</i>	364
Gambar 3.4. Arena Simulasi.....	396
Gambar 3.5. <i>Wall following</i> dengan metode konvensional	397
Gambar 3.6. Fungsi Keanggotaan Output	43
Gambar 3.7. <i>Wall following</i> dengan FLC	45
Gambar 3.8. <i>Wall following</i> dengan FLC-PSO	47
Gambar 4.1. Pengujian Metode Konvensional di Arena 1	49
Gambar 4.2. Fungsi Keanggotaan Input pada Arena 1 Sebelum dioptimasi	49
Gambar 4.3. Pengujian Metode FLC di Arena 1	50
Gambar 4.4. Hasil Optimasi Fungsi Keanggotaan Input pada Arena 1	50
Gambar 4.5. Pengujian Metode FLC-PSO di Arena 1	51
Gambar 4.6. Grafik Nilai RMSE pada Arena 1	52
Gambar 4.7. Pengujian Metode Konvensional di Arena 2	53
Gambar 4.8. Fungsi Keanggotaan Input pada Arena 2 Sebelum dioptimasi	54
Gambar 4.9. Pengujian FLC di Arena 2	54
Gambar 4.10. Hasil Optimasi Fungsi Keanggotaan Input di Arena 2	55
Gambar 4.11. Pengujian Metode FLC-PSO di Arena 2	55
Gambar 4.12. Grafik nilai RMSE pada Arena 2	56
Gambar 4.13. Pengujian Metode Konvensional di Arena 3	57

Gambar 4.14. Fungsi Keanggotaan Input pada Arena 3 Sebelum dioptimasi...	58
Gambar 4.15. Pengujian FLC di Arena 3	58
Gambar 4.16. Hasil Optimasi Fungsi Keanggotaan Input di Arena 3	59
Gambar 4.17. Pengujian Metode FLC-PSO di Arena 3	60
Gambar 4.18. Grafik nilai RMSE pada Arena 3	61
Gambar 4.19. Pengujian Metode Konvensional di Arena 4	62
Gambar 4.20. Fungsi Keanggotaan Input pada Arena 4 Sebelum dioptimasi...	63
Gambar 4.21. Pengujian FLC di Arena 4	63
Gambar 4.22. Hasil Optimasi Fungsi Keanggotaan Input di Arena 3	64
Gambar 4.23. Pengujian Metode FLC-PSO di Arena 4	65
Gambar 4.24 Grafik nilai RMSE pada Arena 4.....	65
Gambar 4.25 Grafik Nilai Error Tiap Iterasi pada Arena 1	66
Gambar 4.26 Grafik Nilai Error Tiap Iterasi pada Arena 2	67
Gambar 4.27. Grafik Nilai Error Tiap Iterasi pada Arena 3	68
Gambar 4.28 Grafik Nilai Error Tiap Iterasi pada Arena 4	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Referensi Penelitian.....	29
--------------------------------------	----

