

**IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC TERHADAP AKSELERASI
PERGERAKAN ROBOT SAR QUADRUPED**



LAPORAN AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Diploma III (D3) Teknik Elektronika pada Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

Novendra Farhan

0619 3032 0522

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2021/2022

**IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC FOR MOVEMENT
ACCELERATION ON QUADRUPEL SAR ROBOT**



FINAL REPORT

**Submitted to Comply with Terms of Completion
Study Program of Electronics Engineering
Department of Electrical Engineering State
Polytechnic of Sriwijaya**

**By :
Novendra Farhan
0619 3032 0522**

**STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021/2022**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC TERHADAP AKSELERASI PERGERAKAN ROBOT SAR QUADRUPED

LAPORAN AKHIR

Telah disetujui dan disahkan sebagai Laporan Akhir Pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Elektronika pada Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh

NOVENDRA FARHAN

0619 3032 0522

Palembang, Agustus 2022

Pembimbing I

Menyetujui,

Pembimbing II

Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom
NIP 197409022005011003

Amperawan, S.T., M.T
NIP 196705231993031002

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Teknik Elektronika

Ir. Iskandar Lutfi, M.T
NIP 196501291991031002

Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom
NIP 197612132000032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Pada akhirnya, takdir Allah selalu baik walau terkadang perlu air mata untuk menerimanya” - Umar bin Khattab

“Onmogelijk is maar een mening, je enige limiet is je geest. Wat je ook bent, wees een goeie (mustahil hanyalah sebuah opini, satu-satunya batasanmu adalah pikiranmu; apapun dirimu, jadilah yang terbaik)” - weet niet

Persembahan :

Laporan akhir ini ku persembahkan untuk

- **Diri sendiri**, sebagai bentuk rasa tanggung jawab dan rasa syukur atas rahmat dan rizki-Nya karena dapat mengenyam pendidikan lebih lanjut.
- **Orang tua, Saudara, dan Keluarga besarku**; sebagai penyokong dasar untuk hidup, dimana nilai-nilai kehidupan dimulai dari ruang lingkup keluarga dengan harapan menjadi generasi penerus yang berbakti, berguna, dan bermanfaat bagi Nusa dan Bangsa
- **Politeknik Negeri Sriwijaya**, sebagai almamater yang memberikan beragam pengetahuan disiplin keilmuan dan pengalaman yang sangat tidak bisa didapatkan di tempat manapun.
- **Dosen Pembimbing**, sebagai orangtua dalam memberikan pelajaran dan pengajaran serta melatih *softskill-hardskill* keilmuan dibidang elektronika dengan harapan menjadi *Engineer* yang handal
- **Teman serta kerabat**, Kelas Elektronika-B ‘2019, J-NPRW, NgayoO’k, FHM2N2T, Komunitas/Organisasi ARCoS, dan GenBI Sumsel
- **Masyarakat Umum dan Sahabat Literasi.**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC TERHADAP AKSELERASI PERGERAKAN ROBOT SAR QUADRUPED

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Akhir, 1 Agustus 2022

Novendra Farhan (061930320522); dibimbing oleh Sabilal Rasyad, S.T.,M.Kom,
dan Amperawan, S.T.,M.T

Implementation of Fuzzy Logic for Movement Acceleration on Quadruped SAR
Robot

xiii + 88 halaman, 21 tabel, 49 gambar, 14 lampiran

Robot SAR Quadruped adalah robot berkaki empat dengan 12 motor servo penggerak dan dilengkapi kamera yang dirancang sebagai alat bantu Tim pencarian dan pertolongan serta digunakan sebagai simulasi pembelajaran penanggulangan bencana dan dalam inovasi terhadap perkembangan bentuk dan fungsinya biasa diikutsertakan kedalam Kontes Robot Indonesia (KRI) tiap tahunnya. Dalam menghadapi hal tersebut, maka diperlukan riset berbagai metode pada robot *quadruped* baik dari segi pengembangan *hardware* dan *software*. Salah satunya pengembangan *software* yang diadopsi pada robot ini adalah penggunaan algoritma metode *fuzzy logic* dalam hal bernavigasi, dengan metode ini robot dapat mengolah data jarak (sangat dekat, dekat, sedang, jauh, dan sangat jauh) yang didapat dan menyesuaikan kecepatan (sangat lambat, lambat, sedang, cepat, dan sangat cepat) dalam pergerakannya.

Kata kunci : *Robot Quadruped, Jarak, Kecepatan, Fuzzy Logic.*

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC FOR MOVEMENT ACCELERATION ON QUADRUPED SAR ROBOT

Scientific Paper in the form of Final Report; August 1st, 2022

Novendra Farhan (061930320522); supervised by Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom,
and Amperawan, S.T., M.T

Implementasi Fuzzy Logic Terhadap Akselerasi Pergerakan Robot SAR
Quadruped

xiii + 88 pages, 21 tables, 49 pictures, 14 attachments

Quadruped SAR robot is a four-legged robot with 12 servo motors and equipped with a camera designed as a tool for the search and rescue team and used as a disaster management learning simulation and in innovations on the development of its form and function, it is usually entered every year into the Indonesian Robot Contest (IRC). In dealing with this, it is necessary to research various methods on quadruped robots both in terms of hardware and software development. One of the software developments adopted for this robot is the use of fuzzy logic method algorithms in terms of navigation, with this method the robot can process distance data (very close, close, medium, far, and very far) obtained and adjust the speed (very slow, slow, medium, fast, and very fast) in movement.

Keywords : *Quadruped Robot, Distance, Speed, Fuzzy Logic.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT berkat nikmat, karunia dan hidayah-Nya penulis masih diberikan kesehatan, keselamatan dan kesempatan untuk dapat menyusun dan menyelesaikan laporan akhir tepat pada waktunya. Laporan Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika, dengan judul “**Implementasi Fuzzy Logic Terhadap Akselerasi Pergerakan Robot SAR Quadruped**”. Kelancaran proses pembuatan alat dan penulisan proposal laporan akhir ini tak luput berkat bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, perancangan, penyusunan, hingga selesainya alat dan laporan akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Amperawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II

Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T. selaku Seketaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Diploma III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Seluruh Staf Teknisi Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Bank Indonesia dan Komunitas Generasi Baru Indonesia (GenBI) yang telah memberikan beasiswa pendidikan dan tempat organisasi untuk meningkatkan kemampuan dan menjadi inspirasi bagi bangsa dan negara.
8. Kepada Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan untuk kesuksesan kepada saya selama pembuatan alat dan penulisan laporan akhir.
9. Kepada Kak Parni Handayani, dan rekan-rekan projek alat lainnya di laboratorium sebagai partner yang telah membantu dan bekerja sama dalam proses penyelesaian alat dan laporan akhir ini.
10. Kepada kakak-kakak, rekan-rekan, dan adik-adik Tim Robot Polsri atau Komunitas ARCoS (*Automation and Robotic Club of Sriwijaya*)
11. Kepada Tim J-NPRW, NgayoO^ok dan FHM2N2T serta Teman-teman seperjuangan Kelas D3 Elektronika B '2019.
12. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga laporan akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal di hadapan Allah SWT. Akhir kata penulis berharap agar laporan akhir ini dapat berguna bagi pembaca umumnya dan mahasiswa jurusan teknik elektronika.

Dalam penyusunan laporan akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kesalahan dan kekurangan. Hal ini disebabkan masih terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna kebaikan bersama dimasa yang akan datang.

Palembang, Agustus 2022

Novendra Farhan
0619 3032 0522

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	2
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Robot Berkaki	5
2.1.1 Kinematika Gerak	6
2.1.2 <i>Body Kinematic</i>	6
2.1.3 Trayektori Langkah.....	7
2.1.4 Pola Langkah (<i>Gait</i>).....	7
2.2 <i>Fuzzy Logic</i>	7
2.2.1 Teori Dasar Fuzzy	7
2.2.2 Fungsi Keanggotaan.....	8
2.2.3 Sistem Inferensi Fuzzy	10
2.2.4 Metode Fuzzy Sugeno	11
2.3 Sistem Kendali	13
2.3.1 Arduino Mega 2560	15
2.3.2 Open CM9.04.....	18
2.3.3 Komunikasi Data Serial	19
2.4 Definisi Sensor	20

2.4.1 Sensor Jarak	22
2.4.2 Sensor Sharp GP2Y0A02YK0F.....	23
2.5 Motor Servo	25
2.5.1 Motor Servo Dynamixel AX-12.....	25
2.6 OLED (<i>Organic Light Emitting Diode</i>)	27
27. Catu Daya.....	27
2.7.1 Baterai LiPo	28
2.7.2 Regulator <i>Stepdown</i>	28
2.8 <i>Software</i> Aplikasi	29
2.8.1 Arduino IDE.....	30
2.8.2 Matlab	30
BAB III RANCANG BANGUN	32
3.1 Skema Perancangan	32
3.2 Pengembangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	32
3.2.1 Perancangan Mekanikal	32
3.2.2 Perancangan Elektrikal.....	35
3.3 Pengembangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	43
3.3.1 Blok Diagram	43
3.3.2 Flowchart.....	44
3.4 Perancangan Sistem Fuzzy.....	45
3.5 Perancangan Sistem <i>Fuzzy Logic</i> dengan Matlab	54
BAB IV PEMBAHASAN	58
4.1 Skema Pengujian.....	58
4.2 Pengukuran Sensor Jarak	58
4.3 Pengukuran Kecepatan Motor Servo	66
4.4 Pengujian dan Analisa Robot dengan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	68
4.4.1 Gerakan Maju.....	68
4.4.2 Gerakan Mundur	73
4.4.3 Gerakan Geser Kanan	78
4.4.4 Gerakan Geser Kiri	82
4.5 Perbandingan Perhitungan Data Metode <i>Fuzzy Logic</i>	86
BAB V PENUTUP	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 – (a) Robot Quadruped.....	5
Gambar 2.1 – (b) Struktur Kaki Robot Quadruped.....	6
Gambar 2.2 – Himpunan Fuzzy pada Variabel Kecepatan	7
Gambar 2.3 – (a) Representasi Segitiga	9
Gambar 2.3 – (b) Representasi Trapesium.....	10
Gambar 2.4 – Sistem Inferensi Fuzzy Logic.....	10
Gambar 2.5 – (a) Sistem <i>open loop</i>	14
Gambar 2.5 – (b) Sistem <i>close loop</i>	14
Gambar 2.6 – (a) Arduino Mega2560 Rev3.....	15
Gambar 2.6 – (a) Arduino Mega2560 Rev3.....	16
Gambar 2.7 – (a) OpenCM 9.04.....	18
Gambar 2.7 – (b) Konfigurasi Pin Data	18
Gambar 2.8 – (a) Sharp GP2Y0A02YK0F	24
Gambar 2.8 – (b) Rangkaian Sistem Komparator Sensor	24
Gambar 2.8 – (c) Pin Out pada Sensor Sharp GP2Y0A02YK0F	24
Gambar 2.9 – (a) Motor Servo Dynamixel AX-12	25
Gambar 2.9 – (b) Pin Data Servo	25
Gambar 2.10 – OLED 128x64	27
Gambar 2.11 – Baterai LiPo.....	28
Gambar 2.12 – Regulator Stepdown	29
Gambar 2.13 – Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE	30
Gambar 2.14 – Tampilan <i>Software</i> Matlab.....	31
Gambar 3.1 – (a) Desain Robot SAR Quadruped.....	33
Gambar 3.1 – (b) Presisi Desain Robot SAR Quadruped.....	34
Gambar 3.2 – (a) Konfigurasi Sensor Sharp-GP dan Arduino Mega	35
Gambar 3.2 – (b) Konfigurasi Sensor GPS dan Raspberry Pi	36
Gambar 3.2 – (c) Konfigurasi Kamera dan Raspberry Pi	36
Gambar 3.2 – (d) Konfigurasi Motor Servo Dynamixel dan Open CM9.04 ..	37
Gambar 3.2 – (e) Konfigurasi Komunikasi OpenCM dan Raspberry Pi	37
Gambar 3.2 – (f) Konfigurasi Komunikasi OpenCM dan Arduino Mega	38
Gambar 3.2 – (g) Konfigurasi OLED dan Arduino Mega	39
Gambar 3.2 – (h) Konfigurasi Power supply Arduino Mega, OpenCM, dan Raspberry Pi	40
Gambar 3.2 – (i) Konfigurasi Rangkaian Robot SAR Quadruped.....	41
Gambar 3.3 – Blok Diagram Sistem Kendali Robot SAR.....	43
Gambar 3.4 – Flowchart Sistem Kendali Robot SAR.....	44
Gambar 3.5 – Blok Diagram Sistem Kendali Fuzzy Robot SAR	45

Gambar 3.6 – Flowchart Sistem Kendali Fuzzy Robot SAR.....	46
Gambar 3.7 – Fungsi Keanggotaan Variabel Jarak.....	47
Gambar 3.8 – Fungsi Keanggotaan Singleton Variabel Kecepatan.....	48
Gambar 3.9 – (a) Tampilan Awal Program Matlab	54
Gambar 3.9 – (b) Tampilan Desain Fuzzy Program Matlab	54
Gambar 3.9 – (c) Tampilan Desain FIS Program Matlab	55
Gambar 3.9 – (d) Tampilan Variabel Fuzzy Program Matlab	55
Gambar 3.9 – (e) Tampilan Himpunan Jarak Fuzzy Program Matlab.....	56
Gambar 3.9 – (f) Tampilan Himpunan Kecepatan Fuzzy Program Matlab	56
Gambar 3.9 – (g) Tampilan Pembuatan Rules Fuzzy Program Matlab	57
Gambar 3.9 – (h) Tampilan Output Rules Fuzzy Program Matlab.....	57
Gambar 4.1 – Pengukuran Sensor Infrared dengan Objek.....	59
Gambar 4.2 – Grafik Perubahan Waktu Berdasarkan Kecepatan Robot	67

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1 – Konfigurasi Komponen Robot SAR Quadruped	42
Tabel 3.2 – Himpunan Variabel Fuzzy	46
Tabel 3.3 – Fungsi Keanggotaan Input Jarak.....	47
Tabel 3.4 – Fungsi Keanggotaan Output Fuzzy Sugeno Orde-0	48
Tabel 3.5 – (a) Rule Base Gerakan Maju dan Mundur	49
Tabel 3.5 – (b) Rule Base Gerakan Geser Kanan dan Kiri	52
Tabel 4.1 – Pengukuran Sensor Infrared Jarak 5 cm	59
Tabel 4.2 – Pengukuran Sensor Infrared Jarak 10 cm	60
Tabel 4.3 – Pengukuran Sensor Infrared Jarak 15 cm	60
Tabel 4.4 – Pengukuran Sensor Infrared Jarak 20 cm	61
Tabel 4.5 – Pengukuran Sensor Infrared Jarak 25 cm	61
Tabel 4.6 – Pengukuran Sensor Infrared Jarak 30 cm	62
Tabel 4.7 – Pengukuran Sensor Infrared Jarak 35 cm	62
Tabel 4.8 – Rata-Rata Pengukuran Sensor Infrared.....	63
Tabel 4.9 – Pengukuran Kecepatan Motor Servo	66
Tabel 4.10 – Hasil Pengujian Metode Fuzzy Gerakan Maju	68
Tabel 4.11 – Hasil Pengujian Metode Fuzzy Gerakan Mundur.....	73
Tabel 4.12 – Hasil Pengujian Metode Fuzzy Gerakan Geser Kanan	78
Tabel 4.13 – Hasil Pengujian Metode Fuzzy Gerakan Geser Kiri	82
Tabel 4.14 – Perbandingan Data Metode Fuzzy 125 Rules	86
Tabel 4.15 – Perbandingan Data Metode Fuzzy 25 Rules	86