

SKRIPSI
IMPLEMENTASI SERVO 5 *DEGREE OF FREEDOM* PADA SISTEM
LENGAN *HUMANOID ROBOT* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*
LOGIC



Disusun Untuk Memenuhi Syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Univeristas Sriwijaya

Oleh:
DARMA SANDI
03041381823085

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN
IMPLEMENTASI SERVO 5 DEGREE OF FREEDOM PADA SISTEM
LENGAN HUMANOID ROBOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY
LOGIC





SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :
DARMA SANDI
03041381823085

Palembang, 22 Juni 2022
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.
NIP : 197502112003121002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Darma Sandi
NIM : 03041381823085
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Skripsi

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 7 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul "Implementasi Servo 5 Degree Of Freedom Pada Sistem Lengan Humanoid Robot Menggunakan Metode Fuzzy Logic". merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan

Dibuat di Palembang
Palembang, 21 Juni 2022
Yang menyatakan,

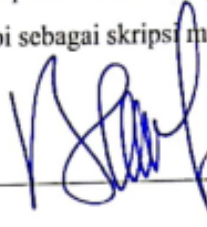


Darma Sandi
NIM. 03041381823085

PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

:  _____

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.

Tanggal

: 22 / Juni / 2022

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. Serta shalawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT. penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Servo 5 *Degree Of Freedom* pada Sistem Lengan *Humanoid Robot* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*”.

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kepada kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan do'a, kasih sayang, motivasi, nasihat, serta dukungan baik secara moral maupun finansial.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. selaku pembimbing utama tugas akhir ini yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan ilmu selama proses penulisan skripsi.
4. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng., dan Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc. sebagai dosen Teknik Kendali dan Komputer yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan serta memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
5. Dosen pembimbing akademik, Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng. yang telah memberi arahan serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
7. Teman satu tim *humanoid robot* dan satu Angkatan 2018 serta pihak lain yang ikut membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas ahir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi dan berguna untuk penulis dimasa yang akan datang.

Palembang, 27 April 2022



Darma Sandi
NIM. 03041381823085

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Darma Sandi
NIM : 03041381823085
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

IMPLEMENTASI SERVO 5 DEGREE OF FREEDOM PADA SISTEM LENGAN HUMANOID ROBOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Palembang, 21 Juni 2022
Yang menyatakan,



Darma Sandi
NIM. 03041381823085

ABSTRAK

IMPLEMENTASI SERVO 5 *DEGREE OF FREEDOM* PADA SISTEM LENGAN *HUMANOID ROBOT* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY* *LOGIC*

(Darma Sandi, 03041381823085, 2022, 65 halaman)7

Humanoid robot merupakan salah satu bukti semakin pesatnya kemajuan teknologi pada bidang robotika. *Humanoid robot* yang semakin canggih telah menggantikan pekerjaan yang membutuhkan banyak tenaga manusia salah satunya yaitu penggunaan lengan robot. Lengan robot pada umumnya belum dapat melakukan interaksi dengan manusia secara langsung, kurangnya efektif dan efisien mulai dari bahan yang digunakan hingga jangkauan dari lengan robot yang terlalu dekat. Oleh karena itu, penelitian lengan robot ini dibuat menggunakan bahan *filamen* sebagai kerangka dari lengan robot, mengimplementasikan lengan robot dengan 5 DOF (*Degree Of Freedom*) yang dirancang menggunakan sensor jarak dan kamera sebagai inputan pada lengan robot dengan menggunakan metode *fuzzy logic* Sugeno sebagai kendali dari pergerakan lengan robot dalam pengambilan keputusan untuk memindahkan benda. Pada penelitian ini lengan *humanoid robot* sudah mampu menggrip dan memindahkan benda dari satu tempat ke tempat yang lain dalam waktu yang bervariasi sesuai dari jenis benda seperti botol air mineral dengan waktu 70 detik, aqua gelas 47 detik, lama waktu yang diperoleh tersebut tergantung dari pembacaan sensor jarak pada bagian *gripper*. Pada penelitian ini lengan *humanoid robot* sudah mampu berjabat tangan dengan manusia secara *real time* dengan waktu dari 36 detik. Hal ini membuktikan bahwa metode *fuzzy* Sugeno bekerja dengan baik.

Kata kunci: Servo Hitec hs-805MG, Lengan robot 5 DOF, Lengan Humanoid Robot, Humanoid Robot, Logic Fuzzy.

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF SERVO 5 DEGREE OF FREEDOM ON THE ROBOT'S HUMANOID ARM SYSTEM USING FUZZY LOGIC METHOD

(Darma Sandi, 03041381823085, 2022, 65 pages)

Humanoid robots are evidence of the rapidly advancing technology in the field of robotics. Humanoid robots that are increasingly sophisticated have replaced jobs that require a lot of human labor, one of which is the use of robotic arms. Robot arms in general have not been able to interact with humans directly, the lack of effective and efficient starting from the materials used to the reach of the robot arm that is too close. Therefore, this research robot arm was made using filament material as the framework of the robot arm, implemented a robotic arm with 5 DOF (Degree Of Freedom) which was designed using a proximity sensor and camera as input to the robot arm using the Sugeno fuzzy logic method as control of the robot arm. movement of the robot arm in making decisions to move objects. In this study, the humanoid robot arm has been able to grip and move objects from one place to another in a time that varies according to the type of object such as a mineral water bottle with a time of 70 seconds, aqua glass 47 seconds, the length of time obtained depends on the sensor reading. distance on the gripper. In this study, the humanoid robot arm was able to shake hands with humans in real time with a time of 36 seconds. This proves that the Sugeno fuzzy method works well.

Keyword: Servo Hitec HS-805MG, Robotic arm 5 DOF, Robot Humanoid Arm, Robot Humanoid, Robot Humanoid, Fuzzy Logic.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
PERNYATAAN DOSEN	iv
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 <i>Humanoid Robot</i>	10
2.3 <i>Robotic Arms (Lengan Robot)</i>	11
2.3.1 Lengan Robot 2 DOF	11
2.3.2 Lengan Robot 3 DOF	11
2.3.3 Lengan Robot 4 DOF	12
2.3.4 Lengan Robot 5 DOF	13
2.4 Sistem Kendali <i>Fuzzy Logic</i>	13
2.4.1 Fungsi Keanggotaan	14
2.4.2 Himpunan <i>Fuzzy</i>	16
2.4.3 Metode Takagi Sugeno Kang	18

BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Tahap Studi Literatur	19
3.2 Perancangan Sistem	20
3.2.1 Perancangan Pemrograman	21
3.2.2 Perancangan <i>Hardware</i>	21
3.2.2.1 Desain Lengan <i>Humanoid Robot</i>	21
3.2.2.2 Mikrokontroler	22
3.2.2.3 <i>Worm</i> Motor DC	23
3.2.2.4 Servo HD-805MG	23
3.2.2.5 Sensor Sharp	24
3.2.2.6 <i>Filament</i>	24
3.2.2.7 Modul <i>Rotary Encoder</i> KY-040.....	25
3.2.2.8 Modul <i>Micro SD Card</i>	25
3.3 Pengujian Sistem	26
3.3.1 Pengujian Sistem Kendali <i>Fuzzy Logic</i> Sugeno	26
3.3.2 Pengujian Kemampuan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Dalam Memindahkan Suatu Objek.....	28
3.3.3 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Dalam Berjabat Tangan Dengan Manusia.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Perancangan Lengan <i>Humanoid Robot</i>	29
4.2 Penerapan Sistem <i>Fuzzy</i> Sugeno Orde Nol	30
4.2.1 Keanggotaan Sistem <i>Fuzzy Logic</i> (<i>Fuzzy Membership</i>).....	30
4.2.1.1 Variabel Jarak Benda dan manusia	30
4.2.1.2 Variabel Jarak X.....	32
4.2.1.3 Variabel Jarak Sharp	33
4.2.1.4 Fuzzifikasi	35
4.2.2 <i>Fuzzy Rule</i>	35
4.2.3 Defuzzifikasi	37
4.3 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i>	41
4.3.1 Pengujian Motor Servo Pada Lengan <i>Humanoid Robot</i>	41
4.3.1.1 Pengujian <i>Gripper</i> Menggenggam.....	41

4.3.1.2 Pengujian <i>Gripper</i> Terbuka.....	42
4.3.2 Pengujian Sensor jarak	42
4.4 Pengujian Algoritma <i>Fuzzy Logic</i> Sugeno Orde Nol Pada Lengan <i>Humanoid Robot</i>	43
4.4.1 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Posisi <i>Standby</i>	50
4.4.2 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Telur	51
4.4.3 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral	52
4.4.3.1 Botol Air Mineral Kosong	52
4.4.3.2 Botol Air Mineral Berisi Air	54
4.4.4 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Aqua Gelas ...	55
4.4.5 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Berjabat Tangan Dengan Manusia	57
4.5 Pengujian Dengan 3 jenis <i>Membership Function</i>	58
4.5.1 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan 3 <i>Membership Function</i>	58
4.5.2 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan 5 <i>Membership Function</i>	60
4.5.3 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan 7 <i>Membership Function</i>	61
4.6 Analisa Hasil Pengujian.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Kontrol Dua Sendi Lengan Robot	5
Gambar 2.2 Sistem Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> dari Dua Sendi Lengan Robot	6
Gambar 2.3 <i>Fuzzy Neural Network Controller</i>	6
Gambar 2.4 Kurva Pelacakan Jejak dari Kontrol Jaringan Syaraf <i>Fuzzy</i>	7
Gambar 2.5 Pelacakan Kurva Kesalahan Kontrol Jaringan Syaraf <i>Fuzzy</i>	7
Gambar 2.6 Susunan Lengan Robot	8
Gambar 2.7 <i>Gripper</i> dari Lengan Robot	8
Gambar 2.8 Tampilan GUI pada Lengan Robot	9
Gambar 2.9 Simulasi Ketika Gain $K_p=4.14$, $K_i=0.075$, $K_d=0.056$ dengan Sudut Keinginan 90°	9
Gambar 2.10 Desain <i>Humanoid Robot</i>	11
Gambar 2.11 Implementasi Lengan Robot 2 DOF	11
Gambar 2.12 Desain <i>Link</i> dan <i>Joint</i> Lengan Robot 3 DOF	12
Gambar 2.13 Implementasi Lengan Robot 3 DOF	12
Gambar 2.14 Desain <i>Link</i> dan <i>Joint</i> Lengan Robot 4 DOF	12
Gambar 2.15 Desain <i>Gripper</i> Pada Lengan Robot	13
Gambar 2.16 Implementasi Lengan Robot 5 DOF	13
Gambar 2.17 Blok Diagram Sistem Aturan <i>Fuzzy</i>	14
Gambar 2.18 Tipe Representasi Kurva Linear.....	15
Gambar 2.19 Representasi Kurva Segitiga	15
Gambar 2.20 Representasi Kurva Trapesium	16
Gambar 2.21 Proses Dalam <i>Fuzzy Logic</i>	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Langkah Penelitian	19
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Perancangan Alat.....	20
Gambar 3.3 (a-f) Desain Lengan Robot.....	22
Gambar 3.4 Arduino Mega	23
Gambar 3.5 <i>Worm</i> Motor DC	23
Gambar 3.6 Servo HS-805MG.....	24
Gambar 3.7 Sensor Sharp.....	24
Gambar 3.8 <i>Filament</i>	25

Gambar 3.9 Potensiometer	25
Gambar 3.10 Modul <i>Micro SD Card</i>	25
Gambar 4.1 Tampak Depa Lengan <i>Humanoid Robot</i>	29
Gambar 4.2 Tampak Samping Lengan <i>Humanoid Robot</i>	29
Gambar 4.3 <i>Humanoid Robot</i>	30
Gambar 4.4 Kurva Bahu Variabel Jarak Benda dan Manusia	31
Gambar 4.5 kurva bahu Variabel jarak X	32
Gambar 4.6 Kurva Bahu Variabel jarak Sharp	34
Gambar 4.7 Hasil Fuzzifikasi Pada Arduino	35
Gambar 4.8 <i>Output Fuzzy Rule</i> Pada Matlab	36
Gambar 4.9 Komunikasi Data Serial Arduino	40
Gambar 4.10 Pengujian <i>Gripper</i> Menggenggam	42
Gambar 4.11 Pengujian <i>Gripper</i> Terbuka	42
Gambar 4.12 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Posisi <i>Standby</i>	50
Gambar 4.13 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Telur	51
Gambar 4.14 Grafik Pergerakan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Telur ...	51
Gambar 4.15 Grafik Pergerakan <i>Gripper</i> untuk Telur.....	52
Gambar 4.16 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Kosong	53
Gambar 4.17 Grafik Pergerakan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Kosong	53
Gambar 4.18 Grafik Pergerakan <i>Gripper</i> untuk Botol Air Mineral Kosong	53
Gambar 4.19 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Berisi Air	54
Gambar 4.20 Grafik Pergerakan Kedua Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral	54
Gambar 4.21 Grafik pergerakan Kedua <i>Gripper</i> untuk Botol Air Mineral Berisi Air	55
Gambar 4.22 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Aqua Gelas	56
Gambar 4.23 Grafik Pergerakan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Aqua Gelas	56
Gambar 4.24 Grafik Pergerakan <i>Gripper</i> untuk Aqua Gelas	56

Gambar 4.25 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Berjabat Tangan Dengan Manusia	57
Gambar 4.26 Grafik Pergerakan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Berjabat Tangan Dengan Manusia	57
Gambar 4.27 Grafik Pergerakan <i>Gripper</i> untuk Berjabat Tangan Dengan Manusia	58
Gambar 4.28 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Tiga <i>Membership Function</i>	59
Gambar 4.29 Grafik Pergerakan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Tiga <i>Membership Function</i>	59
Gambar 4.30 Grafik Pergerakan <i>Gripper</i> untuk Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Tiga <i>Membership Function</i>	59
Gambar 4.31 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Lima <i>Membership Function</i>	60
Gambar 4.32 Grafik Pergerakan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Lima <i>Membership Function</i>	60
Gambar 4.33 Grafik Pergerakan <i>Gripper</i> untuk Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Lima <i>Membership Function</i>	61
Gambar 4.34 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Tujuh <i>Membership Function</i>	62
Gambar 4.35 Grafik Pergerakan Lengan <i>Humanoid Robot</i> Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Tujuh <i>Membership Function</i>	62
Gambar 4.36 Grafik Pergerakan <i>Gripper</i> untuk Mengangkat Botol Air Mineral Dengan Tujuh <i>Membership Function</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter untuk Model Dinamik	6
Tabel 2.2 Sistem Pengaturan Lengan Robot	10
Tabel 3.1 Fungsi Keanggotaan Jarak Benda dan Manusia	26
Tabel 3.2 Fungsi Keanggotaan Jarak X	27
Tabel 3.3 Fungsi Keanggotaan Jarak Sharp	27
Tabel 3.4 Fungsi Keanggotaan <i>Output</i> Gerak Lengan <i>Humanoid Robot</i>	27
Tabel 4.1 Aturan-Aturan pada <i>Fuzzy</i>	35
Tabel 4.2 <i>Output</i> Gerak Lengan <i>Humanoid Robot</i>	37
Tabel 4.3 Data Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i>	38
Tabel 4.4 Data Pengujian <i>Gripper</i> Lengan <i>Humanoid Robot</i>	39
Tabel 4.5 Data Pengujian Tiga Jenis <i>Membership Function</i>	41
Tabel 4.6 Pengujian Sensor Jarak	43
Tabel 4.7 Pengujian Lengan <i>Humanoid Robot</i> Secara <i>Real Time</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rule *Fuzzy* dengan 5 Fungsi Keanggotaan

Lampiran 2. Pengujian Lengan *Humanoid Robot* Secara *Real Time*

Lampiran 3. Program Mikrokontroler Pengujian Motor Servo

Lampiran 4. Aturan *Fuzzy* dengan 3 Fungsi Keanggotaan pada Arduino IDE

Lampiran 5. Aturan *Fuzzy* dengan 5 Fungsi Keanggotaan pada Arduino IDE

Lampiran 6. Aturan *Fuzzy* dengan 7 Fungsi Keanggotaan pada Arduino IDE

Lampiran 7. Defuzzifikasi dengan 3 Fungsi Keanggotaan pada Arduino IDE

Lampiran 8. Defuzzifikasi dengan 5 Fungsi Keanggotaan pada Arduino IDE

Lampiran 9. Defuzzifikasi dengan 7 Fungsi Keanggotaan pada Arduino IDE

Lampiran 10. Aturan Fuzzy pada Matlab

Lampiran Khusus

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era teknologi industri sudah semakin berkembang dari masa-kemasa, mulai dari revolusi industri 1.0 dengan penemuan pertamanya adalah mesin uap yang digunakan sebagai alat bantu untuk memproduksi barang. Dilanjutkan dengan revolusi industri 4.0 yang mulai diperkenalkan pada tahun 2000-2005 dan ditandai dengan penggunaan sistem otomasi yang mulai banyak digunakan pada dunia industri bahkan pekerjaan manusia sudah mulai digantikan oleh mesin ataupun robot [1].

Robot digunakan tidak hanya di industri tapi juga di kantor, sekolah dan restoran. Bahkan rumah juga sudah menggunakan robot untuk menggantikan pekerjaan manusia seperti memotong rumput, membersihkan rumah. Selain itu, robot juga dapat melakukan interaksi fisik, seperti melakukan jabat tangan dan menyapa orang di area robot tersebut. Penggunaan robot dapat mempermudah seseorang dalam melakukan suatu aktivitas. Robot mempunyai kemampuan untuk berkomunikasi, berjalan, dan mampu memindahkan dan mengangkat objek dari satu tempat ke tempat yang lain. Saat ini, ada beberapa jenis teknologi robotika yang sudah digunakan, salah satunya adalah lengan robot yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan barang, alat dan komponen. Contoh penerapan dari lengan robot di industri adalah untuk merakit mobil secara otomatis.

Lengan robot mampu bekerja secara otomatis dengan bantuan pengendali yang optimal untuk mempertahankan gerakan, akurasi pengangkatan dan peletakan alat maupun barang. Lengan robot juga dapat dikombinasikan dengan sensor dan kamera sebagai pendeteksi objek dan penentuan titik koordinat yang akan diolah dengan proses pengolahan citra (*image processing*) serta hasil kombinasi antara (*image processing*) sebagai inputan dan lengan robot sebagai output dapat menghasilkan pergerakan lengan robot secara otomatis [2].

Penelitian mengenai lengan robot telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, diantaranya sistem lengan robot dengan penelitian tentang kontrol posisi lengan robot *5 Degree Of Freedom (DOF)* dengan menggunakan metode kinematika pengontrol untuk *handshaking humanoid robot* [3] dan lengan robot 2 DOF berbasis *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)* [4]. Selain itu, melakukan penelitian lengan robot dengan menggunakan 3 DOF lengan [5]. Kemudian, Fradina membahas pengendalian pergerakan lengan robot 4 DOF menggunakan metode *Fuzzy Logic* [6]. Penelitian lainnya menggunakan sinyal *electromyography (EMG)* yang digerakkan oleh motor servo 3 DOF dengan menggunakan metode PID [7]. Dari beberapa penelitian-penelitian tersebut, kelemahannya adalah lengan robot belum bisa berjabat tangan secara otomatis dan gerakan lengan robotnya masih sangat lambat dibandingkan dengan dinamika

manusia [3]. Kelemahan lainnya adalah kinerja lengan robot membutuhkan waktu yang lama sampai lengan robot mampu mengangkat serta memindahkan objek dengan maksimal secara otomatis [4]. Selain itu, jarak jangkauan lengan robot yang terbatas dan metode yang digunakan pada lengan robot masih belum maksimal [5]. Namun, lengan robot masih menggunakan sistem secara manual, memerlukan waktu dan tenaga yang besar sehingga lengan robot menjadi tidak efisien dan efektif [6]. Bahan dari lengan robot yang digunakan terlalu berat yang dapat mempengaruhi kinerja dari lengan robot [7].

Untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut maka pada penelitian ini dikembangkan. Sistem lengan robot 5 DOF yang digunakan untuk mengambil, mengangkat dan memindahkan suatu objek dari satu tempat ke tempat yang lain secara otomatis dengan menggunakan metode *fuzzy logic*, dimana inputan awal dilakukan oleh sensor jarak atau sensor ultrasonik dan *image processing* untuk penentuan jarak dari objek yang akan dipindahkan. *Fuzzy logic* digunakan pada penelitian ini karena konsep matematisnya yang sederhana, mudah dipahami, fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang tidak tepat.

1.2 Perumusan Masalah

Pada lengan robot, pengaruh jumlah DOF dan bahan yang digunakan akan sangat berpengaruh terhadap kerja dari motor servo pada lengan robot. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan lengan robot *humanoid* yang digunakan kurang baik dan masih terkesan lambat belum bisa berjabat tangan secara *real time*. Sistem kendali yang digunakan pada lengan robot akan sangat mempengaruhi hasil kinerja dari lengan robot sehingga sistem kendali yang dipilih haruslah bersifat sederhana, yaitu *fuzzy logic*. Selain itu, sistem tersebut harus memiliki kinerja terbaik untuk digunakan sebagai sistem kendali utama dari lengan robot *humanoid*. Selain itu, sistem kendali yang digunakan untuk lengan robot masih belum bisa berjabat tangan langsung dengan manusia dan juga belum ada penelitian yang memindahkan objek seperti telur dengan menggunakan lengan *humanoid robot* secara langsung.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem kendali *fuzzy logic* Sugeno orde nol untuk kendali dari lengan *humanoid robot* secara otomatis.
2. Menguji kemampuan lengan *humanoid robot* dalam memindahkan suatu objek.
3. Menguji lengan *humanoid robot* untuk berjabat tangan langsung dengan manusia.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini perlu dilakukan supaya penelitian lebih terarah, Adapun batasannya meliputi:

1. Menggunakan metode logika *fuzzy* Sugeno orde nol untuk mengontrol pergerakan dari lengan robot.
2. Menggunakan sensor jarak, jarak benda dan manusia sebagai input dari lengan robot untuk mendeteksi posisi objek.
3. Pengujian pertama yaitu lengan *humanoid robot* berjabat tangan dengan tangan manusia secara langsung.
4. Pengujian kedua memindahkan objek meliputi berupa telur ayam, aqua gelas, botol air mineral 700ml dan objek yang memiliki ukuran kurang dari 10x10x20 cm.
5. Berat benda yang akan dipindahkan oleh lengan *humanoid robot* kurang dari 1 kg.

1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang lengan robot telah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh A. Melnyk and P. Henaff penelitian tentang kontrol posisi lengan robot 5 *Degree Of Freedom* (DOF) dengan menggunakan metode kinematika pengontrol untuk *handshaking humanoid robot* [3]. Pada penelitian ini menggunakan manipulator katana 6M180, enam resistor peka gaya yang ditempatkan pada setiap sarung tangan data, dan mikrokontroler untuk akuisisi sinyal dan pengkondisian sinyal secara simultan. Namun, penelitian ini gerakan lengan robot masih sangat lambat untuk berjabat tangan dengan manusia secara otomatis.

Penelitian yang dilakukan oleh Fradina Septiarini dkk. membahas pengendalian lengan robot 4 DOF untuk pengambilan buah tomat menggunakan *fuzzy logic* [6]. Penelitian ini menggunakan sensor warna pada Raspberry PI yang berfungsi untuk mengetahui warna dari objek serta sensor jarak untuk mengetahui jarak benda. Akan tetapi penelitian ini masih menggunakan sistem secara manual, memerlukan waktu dan tenaga yang besar sehingga lengan robot menjadi tidak efisien dan efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh A. Rama Krishna dkk. membahas tentang perancangan lengan robot *haptic* yang dapat digunakan untuk mengambil dan meletakkan objek. Penelitian ini menggunakan 4 DOF dengan teknologi *haptic* atau teknologi umpan balik, sistem kendali menggunakan Mikrokontroler ATMEGA-328 dan potensiometer digunakan untuk menentukan pergerakan motor servo [10]. Kelemahan dari penelitian ini adalah lengan robot belum dapat bergerak secara otomatis masih dikendalikan oleh potensiometer.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh M. Ali Hasan Khatami Sinaga dkk. membahas mengenai *invers kinematic* lengan robot 4 DOF dengan sensor *leap motion* [11]. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengontrol langsung pergerakan dari lengan robot 4 DOF dengan menggunakan rumus invers kinematik

dan menggunakan sensor *leap motion* untuk inputan pergerakan robot. Namun, penelitian ini memiliki tingkat *error* lebih dari 10% berdasarkan dari perhitungan dan akurasi servo yang digunakan kurang baik.

Lalu, Thri Noerma Agil Romadhoni melakukan penelitian tentang analisis *inverse kinematics* tersegmentasi pada *dancing robot humanoid* menggunakan metode *fuzzy* Takagi-Sugeno [12]. Penelitian ini membahas mengenai perhitungan nilai *theta* dari setiap sendi pada robot *humanoid* dan untuk mencari nilai *theta* tersebut akan digunakan sistem *fuzzy*. Dari data hasil pengujian pada penelitian tersebut didapat perbandingan antara hasil sistem *fuzzy* dengan perhitungan manual didapat nilai *error* tertinggi yaitu 0.93° . sedangkan, perbandingan posisi sudut servo dengan sebenarnya memiliki nilai *error* sebesar 17.24 milimeter. Dari hasil implementasinya, sistem *fuzzy* yang didapatkan paling baik untuk digunakan pada bagian tangan robot. Akan tetapi penelitian ini hanya melakukan pengujian pada bagian lengan atas dan bagian lengan bawah tanpa menggunakan *gripper* dan pengujian hanya berupa gerak bukan memindahkan objek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cohiv, “Berkenalan Dengan Sejarah Revolusi Industri,” 2015. [Online]. Available: <https://cohive.space/blogs/revolusi-industri/>. [Accessed: Okt 5, 2021].
- [2] M. A. K. Putra, “Perancangan Lengan 5 DOF Dengan *Image Processing* Menggunakan Metode HSV Pada Library OpenCV.” 2019. [Online serial]. Available: https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=%E2%80%9Cperancangan+lengan+5+DOF+dengan+Image+Processing+menggunakan+metode+HSV+pada+library+OpenCV.%E2%80%9D+2019&btnG=. [Accessed: Sep 13, 2021].
- [3] A. Melnyk and P. Henaff, “*Bio-inspired Plastic Controller for a Robot Arm to Shake Hand with Human*,” vol. 180, pp. 163–168, 2016. [Online serial]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7493040/>. [Accessed: Sep 13, 2021].
- [4] A. Sambas and D. S. Rahayu, “Rancang Bangun *Robot Arm 2 DOF Berbasis Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*,” vol. 3, no. 2, pp. 41–45, 2018. [Online serial]. Available: <http://www.journal.umtas.ac.id/index.php/aljazari/article/view/357>. [Accessed: Sep 13, 2021].
- [5] W. S. Pambudi, N. Mahdi Tiara, and A. Sumanang, “Implementasi Fuzzy-Pd Untuk Menentukan Posisi Objek Pada Model Simulasi *Robot Arm Manipulator 3 Degree Of Freedom (DOF)* Dalam Bidang 2 Dimensi,” vol. 1, no. 2, 2014. [Online serial]. Available: <https://eco-entrepreneur.trunojoyo.ac.id/jim/article/viewFile/159/156>. [Accessed: Sep 13, 2021].
- [6] F. Septiarini, F. Damsi, and Y. Oktarina, “Pengendalian Pergerakan Robot Lengan 4 *Degree Of Freedom (DOF)* Untuk Pengambil Buah Tomat Menggunakan *Fuzzy Logic*,” pp. 172–175, 2018. [Online serial]. Available: <https://prosiding.enacoelektropolsri.com/index.php/enaco/article/view/44>. [Accessed: Sep 13, 2021].
- [7] W. W. Naing, K. Z. Aung, and A. Thike, “*Position Control of 3-DOF Articulated Robot Arm using PID Controller*,” vol. 7, no. 09, pp. 254–259, 2018. [Online serial]. Available: <https://www.ijsea.com/archive/volume7/issue9/IJSEA07091001.pdf>. [Accessed: Sep 17, 2021].
- [8] M. A. A. Kadir *et al.*, “Sistem Kontrol Tangan Robot Menggunakan Sinyal Emg Berbasis Mikrokontroler Arduino,” vol. 4, no. Sens 4, pp. 417–421, 2019. [Online serial]. Available: https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Sistem+Kontrol+Tangan+Robot+Menggunakan+Sinyal+Emg

- Berbasis+Mikrokontroler+Arduino%2C&btnG=. [Accessed: Sep 17, 2021].
- [9] R. Y. Putra *et al.*, “Neural network implementation for invers kinematic model of arm drawing robot,” 2016 *Int. Symp. Electron. Smart Devices, ISESD 2016*, pp. 153–157, Maret, 2017, doi: 10.1109/ISESD.2016.7886710. [Online serial]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7886710>. [Accessed: Sep 17, 2021].
- [10] R. Krishna *et al.*, “Design and Implementation Of A Robotic Arm Based On Haptic Technology,” *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 2, no. 3, pp. 3098–3103, May, 2012. [Online serial]. Available: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.416.2405&rep=rep1&type=pdf>. [Accessed: Sep 17, 2021].
- [11] M. Ali *et al.*, “Invers Kinematik Robot Arm 4 DOF Menggunakan Sensor Leap Motion Pendahuluan Latar Belakang Masalah Peran robotika sangatlah besar dalam kehidupan, sehingga manusia selalu berusaha mengembangkan pengetahuan-pengetahuan tentang robot. Robot adalah seperang,” vol. 6, no. 1, pp. 363–371, Nov, 2020. [Online serial]. Available: <https://proceeding.isas.or.id/index.php/sentrinov/article/view/383>. [Accessed: Sep 17, 2021].
- [12] T. Noerma dan A. Rhomadhoni, “Analisis Inverse Kinematics Tersegmentasi Pada *Dancing Robot Humanoid* Menggunakan Metode Fuzzy Takagi-Sugeno Kinematics of *Dancing Humanoid Robot With Fuzzy Takagi-Sugeno Method*,” 2016. [Online serial]. Available: <https://repository.its.ac.id/42122/>. [Accessed: Sep 17, 2021].
- [13] J. Tavoosi, F. Mohammadi, A. Senior, and N. Networks, “Sistem Fuzzy Tipe-II Baru untuk Kontrol Lengan Robot Fleksibel-Joint,” no. Iccia, Oct, 2019. [Online serial]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9030872/>. [Accessed: Sep 26, 2021].
- [14] M. Arief Kurniawan Putra, “Sistem Lengan Robot Otomatis 5 DOF Pengumpul Sampah Menggunakan Image Processing Dengan Algoritma Hsv Dan Sift Skripsi,” vol. 52, no. 1, pp. 1–5, Agt, 2019. [Online serial]. Available: <https://repository.unsri.ac.id/2561/>. [Accessed: Sep 26, 2021].
- [15] R. Radius, “Fuzzy logic (Logika Fuzzy),” 2015. [Online]. Available: https://www.slideshare.net/firman_wahyudi/fuzzy-logic-logika-fuzzy?from_action=save. [Accessed: Nov 5, 2021].
- [16] C. Madona, “Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Robot Vision Manipulator 4 DOF Untuk Penyortir Telur,” Jun, 2020. [Online], Available: <https://repository.unsri.ac.id/29946/>. [Accessed: Nov 5, 2021].
- [17] LAB ELEKTRONIKA, “Arduino Mega 2560 Mikrokontroler ATmega2560” [Online]. Available: [ARDUINO MEGA 2560 MIKROKONTROLER ATmega2560 - LAB ELEKTRONIKA](#). [Accessed: Nov

- 7, 2021].
- [18] Amazon, “DealMux Double Shaft Worm Gear Motor DC 12V 5RPM High Torque Speed Reduction Motor with Metal Gearbox” 2019. [Online]. Available: <https://www.amazon.in/DealMux-Double-Torque-Reduction-Gearbox/dp/B07T24QYDJ> [Accessed: Nov 7, 2021].
- [19] Servodatabase, “Hitec HS-805MG – Mega MG Servo” 2009. [Online]. Available: [Hitec HS-805MG Servo Specifications and Reviews \(servodatabase.com\)](http://www.servodatabase.com) [Accessed: Nov 7, 2021].
- [20] Createbot, “filamen PLA,” 2013. [Online]. Available: <https://id.aliexpress.com/item/32725088-356.html>. [Accessed: Nov 10, 2021].
- [21] Jogja Robotika, “Tutorial Sensor Jarak Sharp GP2Y0A02YK0F Arduino Uno” [Online]. Available: [Tutorial Sensor Jarak Sharp GP2Y0A02YK0F Arduino UNO - Jogjarobotika](http://www.jogjarobotika.com) [Accessed: Maret 28, 2021].
- [22] Ardushop-id, “KY-040 MODUL ROTARY ENCODER MODUL PUTARAN POSISI (ARDUINO)” [Online]. Available: <https://www.tokopedia.com/ardushopid/ky-040-modul-rotary-encoder-module-putaran-posisi-arduino> [Accessed: Maret 6, 2021].
- [23] nn-digital.com, “Contoh Program *Micro SD Card* Dengan Arduino” [Online]. Available: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/08/01/contoh-program-micro-sd-card-dengan-arduino/> [Accessed: April 15, 2022].