

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI METODE LOGIKA *FUZZY* SUGENO PADA PROTOTYPE ROBOT PEMADAM API DENGAN KEMAMPUAN NAVIGASI



Disusun Oleh :

Nama : Dessy Iztamia Shema

NIM : 41419110101

Pembimbing : Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI METODE LOGIKA *FUZZY* SUGENO PADA PROTOTYPE ROBOT PEMADAM API DENGAN KEMAMPUAN NAVIGASI

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Dessy Iztamia Shema

NIM : 41419110101

Pembimbing : Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE LOGIKA FUZZY SUGENO PADA
PROTOTYPE ROBOT PEMADAM API DENGAN
KEMAMPUAN NAVIGASI**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Dessy Iztamia Shema
NIM : 41419110101
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

(Dr. Ir. Eko Ihsauto, M.Eng)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setyo Budiyanto, ST., MT)

Koordinator Tugas Akhir

(M. Hafid Ibnu Hajar, ST., M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Dessy Iztamia Shema

NIM : 41419110101

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno pada Prototipe Robot Pemadam Api dengan Kemampuan Navigasi

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Januari 2021

A handwritten signature in black ink is written over a yellow rectangular stamp. The stamp contains the text 'METSU TEMPAT' and a barcode-like number 'BE90AJX004892702' at the bottom.

(Dessy Iztamia Shema)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Illahi Rabbi yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penulisan laporan yang berjudul “Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno pada Prototipe Robot Pemadam Api dengan Kemampuan Navigasi” dengan lancar dan tepat waktu.

Laporan ini dibuat berdasarkan hasil eksperimen terhadap prototipe robot pemadam api dengan menggunakan metode logika *fuzzy* yang telah penulis lakukan. Adapun maksud penulisan laporan ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) di Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai pertanggung jawaban tertulis mengenai pelaksanaan pembuatan proyek akhir.

Selama proses pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, pengarahan dan dorongan dari berbagai pihak yang begitu berarti bagi penulis. Oleh sebab itu, dengan segenap hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orangtua dan keluarga atas segala motivasi dan dukungan baik moril maupun materil, yang selalu mendoakan penulis setiap hari.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak arahan untuk membantu, dan membimbing penulis selama ini sehingga Tugas Akhir dan laporan ini bisa diselesaikan.
4. Staf dan dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, yang dengan segala komitmen dan ketulusan, telah mengajar dan memberikan banyak ilmu kepada penulis.
5. Dinda Ayu Paramitha selaku rekan kerja yang telah bersama-sama memberikan segala ide, perhatian, waktu dan kerja keras bersama penulis

hingga Tugas Akhir dapat terselesaikan.

6. Arafa Sudarta, Dian Wahyudi, Dika Rudyarsono, Ferdy Miftakhul, beserta semua rekan dan senior unit General Electronic Facility Non Terminal, serta unit Safety & Security Facility Non Terminal PT. Angkasa Pura II yang telah banyak meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Bapak Christianto Tjahyadi selaku mentor yang telah banyak membimbing, membantu dan mengarahkan penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam segala hal yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan dan kesalahan. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penulisan laporan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, serta dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan kita semua.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Januari 2021

(Dessy Iztamia Shema)

ABSTRAK

Robot pemadam api merupakan robot yang mempunyai misi untuk melakukan salah satu tugas manusia yang berbahaya, yaitu tugas pemadam kebakaran. Ia memiliki tujuan untuk mencari dan memadamkan api secara otomatis di dalam sebuah arena sebagai simulasi dari sebuah bangunan. Dengan menggunakan robot ini, diharapkan pekerjaan tersebut dapat dilakukan tanpa mengancam nyawa petugas pemadam kebakaran. Untuk membangun prototipe robot otomatis tersebut, diperlukan sistem navigasi yang handal agar robot dapat mencari dan mencapai titik api dengan cepat dan tepat.

Pada tugas akhir ini dibangun sebuah prototipe robot pemadam api dengan algoritma pengikut dinding menggunakan pengendali logika *fuzzy*. Robot ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, sensor *flame 5-channel* sebagai sensor pendeteksi api, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor jarak, sensor garis TCRT5000 sebagai pendeteksi warna hitam pada arena, serta modul kipas L9110, motor DC dan motor servo SG90S sebagai aktuator. Metode logika *fuzzy* digunakan sebagai pengendali kecepatan motor untuk navigasi robot saat menelusuri dinding sebelah kiri arena, mencapai target api, serta kembali ke *home* dengan masukan berupa jarak robot terhadap objek di sekitarnya. Jarak ini didapat dari penginderaan dua sensor ultrasonik yang dipasang di sebelah kiri dan serong kiri robot.

Setelah sistem diuji, robot berhasil dibangun dan memenuhi tujuan yang ingin dicapai, yaitu robot dapat melakukan navigasi tanpa menabrak dinding, mendeteksi api, dan berhenti di *home* dengan persentase keberhasilan 100%, serta mampu memadamkan api dengan tingkat keberhasilan 65%.

Kata kunci: Robot Pemadam Api, Robot Wall Follower, Logika Fuzzy, Sensor Ultrasonik, Arduino.

ABSTRACT

Fire fighter robot is a robot that has a mission to perform one of the most dangerous human tasks, namely firefighting tasks. It has the goal of finding and extinguishing fire automatically in the arena as a simulation of a building. By using this robot, it is hoped that the work can be carried out without risking the firefighter's life. To build this automatic robot prototype, a reliable navigation system is needed so that the robot can find and reach fire quickly and precisely.

In this final project, a fire fighter robot prototype was built with a wall follower algorithm using fuzzy logic controllers. This robot uses the Arduino Mega 2560 as a microcontroller, a 5-channel flame sensor as a fire detection sensor, the HC-SR04 ultrasonic sensors as proximity sensor, the TCRT5000 line sensor as a black color detector on the arena, as well as the L9110 fan module, DC motor and SG90S servo motor as the actuators. The fuzzy logic method is used as a motor speed controller for robot navigation when tracing the left wall of the arena, reaching the fire target, and returning home, with the input of the robot's distance from surrounding objects. This distance is obtained by two ultrasonic sensors installed on the left of the robot.

After the system is tested, the robot is successfully built and fulfills the objectives. This robot is able to navigate without hitting a wall, detect fire and stop at home with 100% success rate, and it can extinguish the fire with a 65% success rate.

Keywords: *Fire Fighter Robot, Wall Follower Robot, Fuzzy Logic, Ultrasonic Sensor, Arduino.*

MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori	8
2.1.1. <i>Artificial Intelligence</i>	9
2.1.2. Logika <i>Fuzzy</i>	10
2.1.3. Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> Metode Takagi Sugeno Kang	15
2.1.4. Robot Pemadam Api	18
2.1.5. PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	31
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	33
3.1. Konsep Sistem	33
3.2. Perancangan Sistem Elektronik	33
3.2.1. Blok Diagram Sistem	34
3.2.2. <i>Flowchart</i> Sistem	35
3.2.3. Skematik Sistem.....	37

3.3.	Perancangan Logika <i>Fuzzy</i>	38
3.3.1.	Fuzzifikasi	39
3.3.2.	Evaluasi <i>Rule</i>	43
3.3.3.	Defuzzifikasi	44
3.4.	Perancangan Sistem Mekanik	48
3.5.	Perancangan Arena	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1.	Realisasi Sistem	51
4.2.	Pengujian Sistem	52
4.2.1.	Pengujian Sensor <i>Flame</i>	53
4.2.2.	Pengujian Sensor Ultrasonik	54
4.2.3.	Pengujian Sensor Garis	55
4.2.4.	Pengujian Modul Kipas	56
4.2.5.	Pengujian Logika <i>Fuzzy</i>	56
4.2.6.	Pengujian Navigasi Robot	58
4.2.7.	Pengujian Sistem Keseluruhan	60
BAB V PENUTUP		63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi linear naik	12
Gambar 2.2 Representasi linear turun	13
Gambar 2.3 Fungsi keanggotaan segitiga	14
Gambar 2.4 Fungsi keanggotaan trapesium	14
Gambar 2.5 Fungsi kurva-S	15
Gambar 2.6 Defuzzifikasi model sugeno	18
Gambar 2.7 Arduino mega 2560	20
Gambar 2.8 Cara kerja sensor ultrasonik	22
Gambar 2.9 Sensor ultrasonik HC-SR04	23
Gambar 2.10 Sensor <i>flame 5-channel</i>	24
Gambar 2.11 Sensor garis TCRT5000	25
Gambar 2.12 Cara kerja sensor garis TCRT5000	26
Gambar 2.13 Modul kipas L9110	27
Gambar 2.14 LCD 16x2 dengan I2C	28
Gambar 2.15 Modul driver motor L298N	28
Gambar 2.16 Motor DC	30
Gambar 2.17 Motor servo	31
Gambar 2.18 PWM (<i>Pulse width modulation</i>)	32
Gambar 3.1 Blok diagram sistem	34
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> sistem	36
Gambar 3.3 Skematik sistem	37
Gambar 3.4 Diagram blok controller <i>fuzzy</i>	39
Gambar 3.5 <i>Membership</i> sensor kiri	40
Gambar 3.6 <i>Membership</i> sensor serong kiri	40
Gambar 3.7 Derajat keanggotaan 5cm sensor kiri	42
Gambar 3.8 Derajat keanggotaan 20cm sensor serong kiri	43
Gambar 3.9 <i>Chassis</i> robot	49
Gambar 3.10 Penempatan sensor ultrasonik	49

Gambar 3.11 Arena robot	50
Gambar 4.1 Realisasi robot pemadam api tampak depan dan belakang	51
Gambar 4.2 Realisasi robot pemadam api tampak kanan dan kiri	52
Gambar 4.3 Arena robot	59
Gambar 4.4 Pergerakan robot	59
Gambar 4.5 Skenario pengujian sistem	61



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konfigurasi pin Arduino	38
Tabel 3.2 Domain untuk variabel <i>input</i> kiri dan serong kiri	40
Tabel 3.3 <i>Rule base</i>	44
Tabel 3.4 Domain untuk variabel <i>output</i> motor kiri dan motor kanan	45
Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor <i>flame</i>	53
Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor ultrasonik	54
Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor garis	55
Tabel 4.4 Hasil pengujian modul kipas terhadap sumber api	56
Tabel 4.5 Hasil pengujian logika <i>fuzzy</i>	57
Tabel 4.6 Hasil pergerakan robot	58
Tabel 4.7 Hasil pengujian sistem keseluruhan	60

