

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERUNTUKAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI .....	iv
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3.1 Tujuan .....	2
1.3.2 Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 <i>State of The Art</i> .....	4
1.6 Kerangka Berpikir .....	6
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TEORI DASAR</b> .....	9
2.1 Sistem Kendali .....	9
2.2 Sistem Kendali <i>Loop</i> Terbuka .....	10
2.3 Sistem Kendali <i>Loop</i> Tertutup .....	11
2.4 Respon Sistem .....	11
2.5 Sistem Kendali <i>Fuzzy Logic</i> .....	12
2.6 Sistem Kendali <i>Fuzzy Control Mamdani</i> .....	14
2.6.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy .....	14
2.6.2 Aplikasi Fungsi Implikasi .....	18
2.6.3 Komposisi Aturan .....	20
2.6.4 Defuzzifikasi .....	20
2.7 Arduino MEGA 2560 .....	21

2.8	Bahasa C .....	23
2.9	Sensor <i>Flame Detector</i> .....	24
2.10	Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 .....	24
2.11	<i>Motor Driver Shield</i> L293D .....	25
2.12	Motor DC ( <i>Direct Current</i> ) .....	26
2.13	<i>Fan Module</i> L9110 .....	27
BAB III METODOLOGI DAN RENCANA PENELITIAN .....		29
3.1	Metodologi Penelitian .....	29
3.2	Studi Literatur .....	30
3.3	Perumusan Masalah .....	30
3.4	Analisis Kebutuhan .....	30
3.5	Perancangan Sistem .....	30
3.6	Implementasi Sistem .....	31
3.7	Pengujian Sistem .....	31
3.8	Analisis Hasil .....	31
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI .....		32
4.1	Analisis Kebutuhan .....	32
4.2	Perancangan .....	33
4.3	Perancangan <i>Fuzzy Logic</i> Pada Robot Pemadam Api .....	35
4.4	Pemodelan <i>Fuzzy Logic</i> Pada Sistem Robot Pemadam Api ...	36
4.5	<i>Membership Function Input</i> .....	37
4.5.1	<i>Membership Function Fuzzy Input Sensor Flame</i> <i>Detector</i> .....	38
4.5.2	<i>Membership Function Fuzzy Input Sensor Ultrasonic</i> .....	39
4.6	<i>Membership Function Output</i> .....	40
4.6.1	<i>Membership Function Fuzzy Output Kipas</i> .....	40
4.6.2	<i>Membership Function Fuzzy Output Motor DC</i> .....	41
4.7	<i>Fuzzy Rule Base</i> .....	42
4.8	Perancangan <i>Hardware</i> .....	43
4.8.1	Konfigurasi dan Instalasi <i>Motor Driver Shield</i> L293D pada Arduino MEGA 2560 .....	43
4.8.2	Konfigurasi dan Instalasi Sensor <i>Flame Detector</i> KY-026, <i>Ultrasonic</i> HC-SR04, dan Fan Module L9110 pada Arduino MEGA 2560 .....	44

4.8.3	Konfigurasi dan Instalasi Motor DC .....	45
4.8.4	Konfigurasi Baterai .....	46
4.8.5	Skema Rangkaian Robot Pemadam Api .....	47
4.9	Implementasi .....	47
4.10	Implementasi <i>Software</i> Arduino IDE .....	48
4.10.1	Pemrograman Variabel <i>Input</i> dan <i>Output Fuzzy Logic</i> .....	48
4.10.2	Pemrograman <i>Fuzzy Rule Base</i> .....	49
4.11	Implementasi <i>Hardware</i> .....	50
BAB V	PENGUJIAN DAN ANALISIS .....	52
5.1	Pengujian .....	52
5.2	Pengujian <i>Hardware</i> .....	52
5.2.1	Pengujian <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 .....	52
5.2.2	Pengujian <i>Flame Detector</i> KY-026 .....	53
5.2.3	Pengujian <i>Motor Driver Shield</i> L293D .....	54
5.2.4	Pengujian <i>Fan Module</i> L9110 .....	54
5.3	Pengujian Model <i>Fuzzy Logic</i> .....	55
5.3.1	Pengujian <i>Fuzzy</i> Secara Manual .....	55
5.3.2	Pengujian <i>Fuzzy</i> Menggunakan Aplikasi Simulasi ...	60
5.3.3	Pengujian <i>Fuzzy</i> pada Sistem Robot Pemadam Api ..	60
5.3.4	Perbandingan Selisih Error .....	61
5.4	Pengujian Respon Sistem .....	62
5.4.1	Pengujian Respon Sistem Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 .....	63
5.4.2	Pengujian Respon Sistem Sensor <i>Flame Detector</i> KY-026 .....	64
5.5	Pengujian Respon Sistem Robot Pemadam Api .....	66
5.6	Analisis .....	68
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN .....	70
6.1	Kesimpulan .....	70
6.2	Saran .....	70
DAFTAR PUSTAKA	.....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Hubungan Penelitian .....	6
Gambar 1.2	Kerangka Berpikir .....	7
Gambar 2.1	Diagram Umum Sistem Kendali .....	9
Gambar 2.2	Diagram Kendali <i>Loop</i> Terbuka .....	10
Gambar 2.3	Diagram Kendali <i>Loop</i> Tertutup .....	11
Gambar 2.4	Tanggapan Transien dan <i>Steady State</i> .....	12
Gambar 2.5	Struktur Dasar <i>Fuzzy Logic Control</i> .....	13
Gambar 2.6	Representasi Linear Naik .....	15
Gambar 2.7	Representasi Linear Turun .....	15
Gambar 2.8	Representasi Kurva Segitiga .....	16
Gambar 2.9	Representasi Kurva Trapesium .....	17
Gambar 2.10	Representasi Kurva Bahu .....	18
Gambar 2.11	Fungsi Implikasi : MIN .....	19
Gambar 2.12	Fungsi Implikasi : DOT .....	20
Gambar 2.13	Arduino Mega 2560 .....	21
Gambar 2.14	Logo Bahasa C .....	23
Gambar 2.15	Sensor <i>Flame</i> KY-026 .....	24
Gambar 2.16	Prinsip Kerja Sensor <i>Ultrasonic</i> .....	25
Gambar 2.17	Sensor <i>Ultrasonic</i> .....	25
Gambar 2.18	<i>Motor Driver Shield</i> L293D .....	26
Gambar 2.19	Motor DC .....	27
Gambar 2.20	<i>Fan Module</i> L9110 .....	28
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metode Penelitian .....	29
Gambar 4.1	Blok Diagram Perancangan <i>Hardware</i> .....	34
Gambar 4.2	Diagram Blok Sistem Kendali Robot .....	35
Gambar 4.3	<i>Flowchart</i> Program Robot Pemadam Api .....	36
Gambar 4.4	Pemodelan <i>Fuzzy</i> pada Robot Pemadam Api .....	37
Gambar 4.5	<i>Membership Function</i> Sensor <i>Flame Detector</i> .....	38
Gambar 4.6	<i>Membership Function</i> Sensor <i>Ultrasonic</i> .....	39
Gambar 4.7	<i>Membership Function</i> Kipas .....	41
Gambar 4.8	<i>Membership Function</i> Motor DC .....	42

Gambar 4.9	Konfigurasi <i>Motor Driver Shield L293D</i> .....	44
Gambar 4.10	Konfigurasi Sensor <i>Flame Detector, Ultrasonic, dan Fan Module</i> .....	44
Gambar 4.11	Konfigurasi Motor DC .....	46
Gambar 4.12	Konfigurasi Baterai .....	47
Gambar 4.13	Skema Rangkaian .....	47
Gambar 4.14	Robot Bagian Atas .....	51
Gambar 4.15	Robot Bagian Depan .....	51
Gambar 5.1	Hasil Perhitungan Fuzzy pada Simulasi .....	60
Gambar 5.2	Pengujian <i>Fuzzy</i> Sistem Robot .....	61
Gambar 5.3	Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> pada Sistem Robot Pemadam Api	61
Gambar 5.4	Grafik Respon Sistem Sensor <i>Ultrasonic</i> .....	64
Gambar 5.5	Grafik Respon Sistem Sensor <i>Flame Detector</i> .....	65
Gambar 5.6	Kondisi Robot Pemadam Api .....	66
Gambar 5.7	Grafik Respon Sistem PWM Robot Pemadam Api .....	68



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Referensi . . . . .	4
Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino MEGA 2560 . . . . .	22
Tabel 4.1	Tabel Fungsi Keanggotaan Sensor <i>Flame Detector</i> . . . . .	37
Tabel 4.2	Tabel Fungsi Keanggotaan Sensor <i>Ultrasonic</i> . . . . .	38
Tabel 4.3	Tabel Fungsi Keanggotaan <i>Output</i> . . . . .	40
Tabel 4.4	Fuzzy Rule Base . . . . .	43
Tabel 4.5	Komponen untuk Robot Pemadam Api . . . . .	43
Tabel 4.6	Instalasi Pin Sensor <i>Flame Detector</i> KY-026 . . . . .	45
Tabel 4.7	Instalasi Pin Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 . . . . .	45
Tabel 4.8	Instalasi Pin <i>Fan Module</i> L9110 . . . . .	45
Tabel 4.9	Instalasi Motor DC Kiri . . . . .	46
Tabel 4.10	Instalasi Motor DC Kanan . . . . .	46
Tabel 4.11	<i>Library</i> Program pada Arduino IDE . . . . .	48
Tabel 5.1	Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 . . . . .	53
Tabel 5.2	Pengujian Sensor <i>Flame Detector</i> KY-026 . . . . .	53
Tabel 5.3	Pengujian <i>Motor Driver Shield</i> L293D . . . . .	54
Tabel 5.4	Pengujian <i>Fan Module</i> L9110 . . . . .	54
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan <i>Fuzzy</i> . . . . .	61
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan Respon Sistem Sensor <i>Ultrasonic</i> . . . . .	63
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Respon Sistem Sensor <i>Flame Detector</i> . . . . .	65
Tabel 5.8	Pengujian Respon Sistem Robot Pemadam Api . . . . .	67