

**SISTEM KECERDASAN NAVIGASI PADA *WALL FOLLOWER*
PEMADAM API BERODA DENGAN ALGORITMA *FUZZY* DAN
*ENVIRONMENT MAPPING***



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH:

KHIARUL ARHAM

(0613 3033 0278)

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2016

**SISTEM KECERDASAN NAVIGASI PADA WALL FOLLOWER
PEMADAM API BERODA DENGAN ALGORITMA FUZZY DAN
ENVIRONMENT MAPPING**



Oleh :

KHIARUL ARHAM

(0613 3033 0278)

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Nasron, S.T., M.T.

NIP. 196808221993031001

Sopian Soim, S.T., M.T

NIP. 197103142001121001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro,**

**Ketua Program Studi D III
Teknik Telekomunikasi,**

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.

NIP. 196705111992031003

Ciksadan, S.T., M.Kom

NIP. 196809071993031003

MOTO

- ✚ *Untuk menjadi sebuah pedang yang bagus, tajam, dan kuat, besi harus dilebur, dipanaskan, dan ditempa berkali-kali dalam kobaran api.*
- ✚ *Apapun perkerjanku, siapapun aku.... Aku tetap akan belajar dan mengajarkan.*
- ✚ *Tidak ada perjuangan tanpa pengorbanan.*
- ✚ *Saat kau bertempur, maka kau harus siap merasakan luka dan hujan peluru.*

Kupersembahkan kepada :

- ✓ *Kedua orang tua ku tercinta, Ubaidillah Aziz dan Almarhumah Ulfah.*
- ✓ *Seluruh saudara dan keluarga yang telah mendoakan dan memberi dukungan luar bisa untuk seorang bocah.*
- ✓ *Almamater ku.*
- ✓ *Rekan-rekan perintis, serta senior Tim Robot POLSRI yang sudah melalui banyak hal bersama, dan merasakan jerih payah serta suka duka bersama, merasakan bahagia dan kekecewaan bersama. Tetap setia berkarya, tetap giat menjadi pengembang teknologi.*
- ✓ *Teman-teman 6TB 2013.*

ABSTRAK

SISTEM KECERDASAN NAVIGASI PADA WALL FOLLOWER PEMADAM API BERODA DENGAN ALGORITMA FUZZY DAN ENVIRONMENT MAPPING

(2016 : xvi + 86 Halaman + 82 Gambar + 15 Tabel + Daftar Pustaka + 10 Lampiran)

Khiarul Arham

061330330278

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

ABSTRAK

Robot cerdas SAR pemadam api beroda merupakan robot yang menggunakan motor dan roda sebagai alat gerak utama dengan misi memadamkan api yang ada di arena dan kembali ke home lagi. Diperlukan sebuah kontrol gerak agar robot dapat menelusuri dinding dan bermanuver serta menghindari furnitur dan boneka penghalang yang ada di arena, salah satunya dengan menggunakan algoritma fuzzy sebagai kendali nilai kecepatan motor kanan dan kiri sebagai variabel output terhadap nilai sensor jarak depan dan samping sebagai variabel input. Penggunaan kontrol fuzzy bertujuan untuk memuluskan pergerakan dan respon robot dalam menelusuri dinding. Selain itu robot dituntut untuk mengetahui ruangan home serta ruangan yang telah dilalui robot agar robot tidak terjebak saat proses memadamkan api hingga kembali ke home. Dalam proses *return trip*, syaratnya robot hanya diperkenankan melalui lorong tanpa memasuki ruangan lain selain ruangan *home*. *Environment Mapping* digunakan sebagai metode agar robot dapat mengenali dan menentukan keputusan yang akan dilakukan oleh robot berdasarkan input data yang telah diterima oleh sensor pada robot. Algoritma ini juga membandingkan kondisi lingkungan saat ini dengan kondisi lingkungan yang telah dilalui oleh robot, sehingga keputusan yang diambil robot tidak hanya bergantung pada kondisi lingkungan sekarang, tetapi juga bergantung dengan kondisi-kondisi sebelumnya yang telah disimpan ke dalam memori mikrokontroler. Dengan begitu robot dapat menyelesaikan misi secara *autonomous* walaupun dengan banyaknya kemungkinan peletakkan robot dan titik api secara acak.

Kata Kunci : KRPAI 2016, robot SAR, robot pemadam api, robot beroda, kontrol *fuzzy*, navigasi otomatis, kecerdasan buatan, counter mapping, *environment mapping*, *maze solving*.

ABSTRACT

INTELLIGENCE NAVIGATION SYSTEM OF WHEELED FIRE FIGHTING ROBOT WITH FUZZY ALGORITHM AND ENVIRONMENT MAPPING (2016 : xvi + 86 Pages + 82 Images + 15 Tables + List of Refferences + 10 Attachments)

Khiarul Arham

061330330278

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

MAJORING TELECOMMUNICATION ENGINEERING

ABSTRACT

Intelligent SAR wheeled fire fighting robot is a robot that use motor and wheel as primary actuator with mission to extinguish fire in arena and return again to start point. It required a motion control so that robot can trace the wall with maneuver and avoid the furniture and obstacle in arena, one of method is using fuzzy algorithm as motor right and left speed value controler as the output variable to the data value of front and side sensor as input variable. Fuzzy control has aim to smooth the movement and response of the robot when tracing the wall. In addition the robot is required to know the home room and the room that has been passed by the robot so that the robot does not get stuck during the process of searching the hotspot and until return to home. In the process of return trip, the robot is only permitted through the hallway without entering a room except the home room. Environment Mapping is used as a method for the robot to recognize and determine decisions that will be made by the robot based on input data that has been received by the sensor on the robot. This algorithm also compares the current environmental conditions with the environmental conditions that have been traversed by the robot, so the decisions that robot takes is not only on current environmental conditions, but also depends on the previous conditions that have been stored into the memory of the microcontroller. Therefore the robot can complete the mission autonomously even with a lot of possibility and randomly set of robot start and the hotspot position.

Keyword : KRPAI 2016, SAR robot, fire fighter robot, wheeled robot, fuzzy control, automatic navigation, artificial intelligence, counter mapping, environment mapping, maze solving.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Adapun judul yang diambil dalam penulisan laporan akhir ini adalah ”Sistem Kecerdasan Navigasi Pada *Wall Follower* Pemadam Api Beroda dengan Algoritma *Fuzzy* dan *Environment Mapping*”.

Laporan Akhir ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya. Selama penyusunan laporan akhir ini penulis juga tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga dalam penyelesaian laporan akhir ini dapat berjalan dengan tepat sesuai waktunya. Dengan terselesainya laporan akhir ini penulis mengucapkan rasa terima kasih bimbingan serta pengarahan yang telah diberikan oleh dosen pembimbing :

1. Bapak Nasron, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I
2. Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan akhir ini :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak H. Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ciksadan, S.T.,M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh dosen, staff bengkel dan laboratorium Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan akhir ini.

7. Rekan-rekan seperjuangan dari komunitas Tim Robot POLSRI yang telah membantu dalam proses pembuatan robot dan laporan ini.
8. Rekan-rekan kelas 6 TB Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi yang telah membantu dalam penyelesaian laporan akhir ini.

Dalam penyusunan laporan ini tentu saja banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis dengan senang hati menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya, khususnya Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi.

Palembang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Moto	iii
Abstrak	iv
Abstract	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kecerdasan Buatan	6
2.1.1 <i>Simple Reflex Agent</i>	7
2.1.2 <i>Simple Reflex Agent With State</i>	8
2.1.3 <i>Goal Based Agent</i>	9
2.1.4 <i>Utility Based Agent</i>	10
2.2 Algoritma <i>Maze Solving</i>	10
2.3 Modul Arduino Due R3 SAM3X8E 32-bit ARM Cortex-M	11
2.4 Sensor Jarak SHARP GP2Y0A21	13

	Halaman
2.4.1 Pin Out Sensor SHARP GP2Y0A21	14
2.4.2 Prinsip Kerja Sensor SHARP GP2Y0A21	15
2.5 Modul Sensor Warna TCS3200/TCS230	17
2.5.1 Prinsip Kerja Modul TCS3200/TCS230	17
2.6 Modul <i>Array Flame</i> Sensor	19
BAB III RANCANG BANGUN	21
3.1 Perancangan Mekanik Robot.....	21
3.2 Perancangan Elektronik Robot.....	23
3.3 Perancangan <i>Software</i> dan Algoritma Robot	28
3.3.1 Perancangan Kontrol <i>Fuzzy</i>	28
3.3.2 Perancangan Algoritma <i>Counter Mapping</i>	32
3.3.2.1 Flowchart Mapping Lokasi Ruang Start (Home).....	39
3.3.2.2 <i>Flowchart</i> Proses Pembacaan Kamera dan Pendeteksian Bayi	40
3.3.2.3 <i>Flowchart</i> Navigasi Pengambilan Bayi	43
3.3.2.4 <i>Flowchart</i> Proses Pembacaan dan Pendeteksian Titik Api.....	46
3.3.2.5 <i>Flowchart</i> Navigasi Pemadaman Api	50
3.3.3 Perancangan Algoritma <i>Environment Mapping</i> pada Arena Kontes	54
3.3.3.1 Perancangan Posisi <i>Checkpoint Home</i>	54
3.3.3.2 Perancangan Rute Navigasi Pencarian Api.....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	80
4.1 Pengujian Robot	80
4.1.1 Pengujian Konfigurasi 1	80
4.1.2 Pengujian Konfigurasi 2	83
4.1.3 Pengujian Konfigurasi 3	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran	92

	Halaman
DAFTAR PUSTAKA	93
DAFTAR LAMPIRAN	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Ilustrasi Bidang-bidang Robotika	6
Gambar 2. 2 Model <i>Simple Reflex Agent</i>	7
Gambar 2. 3 Model <i>Simple Reflex Agent With State</i>	8
Gambar 2. 4 Model <i>Goal Based Agent</i>	9
Gambar 2. 5 Model <i>Utility Based Agent</i>	10
Gambar 2. 6 Rute Aturan Tangan Kanan dan Aturan Tangan Kiri	11
Gambar 2. 7 Arduino DUE	12
Gambar 2. 8 SHARP GP2Y0A21	14
Gambar 2. 9 Pin out pada sensor Sharp GP2Y0A21	14
Gambar 2. 10 Sudut pantul sensor Sharp GP2D12	15
Gambar 2. 11 Blok Diagram GP2Y0A21	16
Gambar 2. 12 Kurva Sharp GP2Y0A21	16
Gambar 2. 13 Modul Sensor TCS3200	17
Gambar 2. 14 Blok diagram modul TCS3200/TCS230	18
Gambar 2. 15 <i>5 Channel Array Flame Sensor Module</i>	19
Gambar 3. 1 Mekanik robot tampak samping.....	22
Gambar 3. 2 Mekanik robot tampak depan	22
Gambar 3. 3 Mekanik robot tampak belakang	23
Gambar 3. 4 Mekanik robot tampak bawah	23
Gambar 3. 5 Blok diagram rancangan elektronik robot.....	24
Gambar 3. 6 Skema rangkaian sistem minimum, <i>sound activation</i> , dan <i>extinguisher</i>	26
Gambar 3. 7 <i>Layout</i> rangkaian sistem minimum, <i>sound activation</i> , dan <i>extinguisher</i>	26
Gambar 3. 8 Skema rangkaian driver motor	27
Gambar 3. 9 <i>Layout</i> rangkaian driver motor	27
Gambar 3. 10 Skema rangkaian <i>array flame sensor</i>	28
Gambar 3. 11 <i>Layout</i> rangkaian <i>array flame sensor</i>	28
Gambar 3. 12 Blok diagram kontrol <i>fuzzy</i>	29

Halaman

Gambar 3. 13 Grafik fungsi keanggotaan input <i>Sensor-depan</i>	29
Gambar 3. 14 Grafik fungsi keanggotaan input <i>Sensor-samping</i>	30
Gambar 3. 15 Grafik fungsi keanggotaan output <i>Motor-kanan</i>	31
Gambar 3. 16 Grafik fungsi keanggotaan output <i>Motor-kiri</i>	32
Gambar 3. 17 <i>Flowchart</i> Dasar <i>Counter Mapping</i> Robot SAR Pemadam Api (lengkap)	33
Gambar 3. 18 <i>Flowchart</i> Dasar <i>Counter Mapping</i> Robot SAR Pemadam Api (a)	34
Gambar 3. 19 <i>Flowchart</i> Dasar <i>Counter Mapping</i> Robot SAR Pemadam Api (b)	35
Gambar 3. 20 <i>Flowchart</i> Dasar <i>Counter Mapping</i> Robot SAR Pemadam Api (c)	36
Gambar 3. 21 <i>Flowchart</i> Dasar <i>Counter Mapping</i> Robot SAR Pemadam Api (d)	37
Gambar 3. 22 <i>Flowchart</i> <i>mapping</i> lokasi ruangan <i>start (home)</i>	39
Gambar 3. 23 <i>Flowchart</i> proses pembacaan kamera dan pendeteksian bayi (a)	40
Gambar 3. 24 <i>Flowchart</i> proses pembacaan kamera dan pendeteksian bayi (b)	41
Gambar 3. 25 <i>Flowchart</i> proses pembacaan kamera dan pendeteksian bayi (lengkap)	42
Gambar 3. 26 <i>Flowchart</i> navigasi pengambilan bayi (lengkap)	44
Gambar 3. 27 <i>Flowchart</i> navigasi pengambilan bayi (a)	45
Gambar 3. 28 <i>Flowchart</i> navigasi pengambilan bayi (b)	46
Gambar 3. 29 <i>Flowchart</i> proses pembacaan dan pendeteksian titik api (a) ...	47
Gambar 3. 30 <i>Flowchart</i> proses pembacaan dan pendeteksian titik api (b) ...	48
Gambar 3. 31 <i>Flowchart</i> proses pembacaan dan pendeteksian titik api (lengkap)	49
Gambar 3. 32 <i>Flowchart</i> navigasi pemadaman api (lengkap)	51
Gambar 3. 33 <i>Flowchart</i> navigasi pemadaman api (a)	52
Gambar 3. 34 <i>Flowchart</i> navigasi pemadaman api (b)	53

Halaman

Gambar 3. 35 <i>Flowchart</i> navigasi pemadaman api (c)	54
Gambar 3. 36 Posisi <i>Checkpoint Home</i> , set lapangan 1 (kiri), dan set lapangan 2 (kanan).....	55
Gambar 3. 37 Posisi <i>Checkpoint Home</i> , set lapangan 3 (kiri), dan set lapangan 4 (kanan).....	56
Gambar 3. 38 Konfigurasi Lapangan 1	59
Gambar 3. 39 Konfigurasi Lapangan 2	60
Gambar 3. 40 Konfigurasi Lapangan 3	61
Gambar 3. 41 Konfigurasi Lapangan 4.....	62
Gambar 3. 42 Konfigurasi Lapangan 5	62
Gambar 3. 43 Konfigurasi Lapangan 6.....	63
Gambar 3. 44 Konfigurasi Lapangan 7	64
Gambar 3. 45 Konfigurasi Lapangan 8.....	65
Gambar 3. 46 Konfigurasi Lapangan 9.....	65
Gambar 3. 47 Konfigurasi Lapangan 10.....	66
Gambar 3. 48 Konfigurasi Lapangan 11.....	67
Gambar 3. 49 Konfigurasi Lapangan 12.....	68
Gambar 3. 50 Konfigurasi Lapangan 13.....	69
Gambar 3. 51 Konfigurasi Lapangan 14.....	69
Gambar 3. 52 Konfigurasi Lapangan 15.....	70
Gambar 3. 53 Konfigurasi Lapangan 16.....	71
Gambar 3. 54 Konfigurasi Lapangan 17.....	72
Gambar 3. 55 Konfigurasi Lapangan 18.....	73
Gambar 3. 56 Konfigurasi Lapangan 19.....	73
Gambar 3. 57 Konfigurasi Lapangan 20.....	74
Gambar 3. 58 Konfigurasi Lapangan 21.....	75
Gambar 3. 59 Konfigurasi Lapangan 22.....	75
Gambar 3. 60 Konfigurasi Lapangan 23.....	76
Gambar 3. 61 Konfigurasi Lapangan 24.....	77
Gambar 3. 62 Konfigurasi Lapangan 25.....	78
Gambar 3. 63 Konfigurasi Lapangan 26.....	78

	Halaman
Gambar 3. 64 Konfigurasi Lapangan 27	79
Gambar 4. 1 Konfigurasi 1	81
Gambar 4. 2 Konfigurasi 2.....	84
Gambar 4. 3 Konfigurasi 3.....	87

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 <i>Output Frequency Scalling</i> TCS3200/TCS230.....	18
Tabel 2. 2 <i>Photodiode Type Switch</i> TCS3200/TCS230.....	18
Tabel 3. 1 Aturan-aturan <i>fuzzy</i> motor kanan	30
Tabel 3. 2 Aturan-aturan <i>fuzzy</i> motor kiri	30
Tabel 3. 3 Parameter jarak dan warna lantai posisi <i>checkpoint home</i>	56
Tabel 3. 4 <i>Counter</i> ruang berdasarkan <i>checkpoint home</i>	57
Tabel 4. 1 Data Parameter <i>Checkpoint Home</i> pada Pengujian Konfigurasi 1 ..	81
Tabel 4. 2 Data Pengukuran Tegangan Sensor Jarak Sharp-GP pada Pengujian Konfigurasi 1	83
Tabel 4. 3 Data Pengujian Kemampuan Robot pada Model Arena KRPAI 2016 dengan Konfigurasi 1	83
Tabel 4. 4 Data Parameter <i>Checkpoint Home</i> pada Pengujian Konfigurasi 2 ..	84
Tabel 4. 5 Data Pengukuran Tegangan Sensor Jarak Sharp-GP pada Pengujian Konfigurasi 2.....	85
Tabel 4. 6 Data Pengujian Kemampuan Robot pada Model Arena KRPAI 2016 dengan Konfigurasi 2	86
Tabel 4. 7 Data Parameter <i>Checkpoint Home</i> pada Pengujian Konfigurasi 3 ..	87
Tabel 4. 8 Data Pengukuran Tegangan Sensor Jarak Sharp-GP pada Pengujian Konfigurasi 3.....	89
Tabel 4. 9 Data Pengujian Kemampuan Robot pada Model Arena KRPAI 2016 dengan Konfigurasi 3	89

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 2. Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 3. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 4. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 5. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 6. Lembar Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 7. Lembar Penyerahan Hasil Karya/Rancang Bangun
- Lampiran 8. *Data Sheet* Arduino Due
- Lampiran 9. *Data Sheet* Sharp GP2Y0A21YK
- Lampiran 10. *Data Sheet* TCS3200