

# **Implementasi *Maze Solving* Menggunakan Metode *Wall Follower* untuk KRPAL 2016 Divisi Beroda**

Disusun Oleh:

**Nama : Ricky Subagja**

**NRP : 1122068**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,  
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung, Indonesia.

**Email : Rickysubagja17@gmail.com**

## **ABSTRAK**

Perkembangan robotika saat ini berkembang semakin pesat dengan banyaknya pengaplikasian robot pada berbagai bidang. Banyaknya perlombaan/kontes robot yang memberikan kasus-kasus yang semakin rumit dalam perlombaannya merupakan salah satu bidang dalam perkembangan robotika saat ini. Khususnya pada Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAL) 2016 yang memperlombakan robot-robot pemadam api pada suatu arena yang berbentuk *maze*.

Untuk memecahkan permasalahan yang ada pada *maze* KRPAL 2016, maka dibuat sebuah robot beroda pemadam api dengan algoritma *maze solving*. Robot yang dibuat dirancang dengan menggunakan sensor api, sensor jarak ultrasonik, sensor warna, dan sensor kamera. Algoritma *maze solving* pada robot dirancang menggunakan metode *wall follower* yang ditambahkan bantuan sistem cerdas dengan tipe *agent goal based agent*. Robot akan diberikan informasi mengenai *maze* berupa titik *checkpoint*. Titik *checkpoint* tersebut harus bersifat unik dan ditentukan berdasarkan semua kemungkinan yang ada pada arena. Sehingga robot dapat memilih satu tindakan untuk mencapai tujuan yang sudah ditentukan.

Algoritma *maze solving* pada robot beroda pemadam api telah berhasil direalisasikan. Dari data pengujian yang dilakukan pada level 2 KRPAL 2016, robot dapat mencapai tujuannya (*goal*) sebesar 93.75% dari 48 percobaan terhadap 16 jenis konfigurasi lapangan. Dari data pengujian yang dilakukan pada level 3 KRPAL 2016, robot dapat mencapai tujuannya (*goal*) sebesar 50% dari 30 percobaan terhadap 10 jenis konfigurasi lapangan.

Kata Kunci : *Maze, maze solving, wall follower, goal, goal based agent.*

# ***Implementation of Maze Solving Using Wall Follower Method for KRPAI 2016 Wheeled Division***

Composed By:

**Nama : Ricky Subagja**

**NRP : 1122068**

Electrical Engineering, Maranatha Christian University,  
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia

**Email : Rickysubagja17@gmail.com**

## **ABSTRACT**

The development of robotics is currently growing rapidly with a number of robot deployment on many aspect seen. Majority of the robots contest that gave cases which was more and more complicated on every the contest was held. The given case on the contest was one of the aspects in the development of robotics at nowadays. Particularly in Indonesia, fire fighting robot contest (KRPAI) 2016 which competed many fire fighting robots on maze shaped arena.

To solve the existing problems at the maze on the KRPAI 2016, a fire fighting robot was created to having a maze solving algorithm. The robot designed using fire sensor, ultrasonic distance sensor, color sensor and sensor camera. Maze solving algorithm on the robot was designed using wall follower method added intelligent system type goal based agent. Robot will give the information about the maze via checkpoint. The checkpoint must be uniquely and its determined by all the possibilities that exist in the arena. Hence, the robot could choose one action to achieve a goal that is already determined.

Maze solving algorithms on fire fighting robot has been successfully realized. From the experiment at level 2 KRPAI 2016, robots could reach the goal with the percentage 93.75% of 48 trial against 16 different field configurations. From the experiment at level 3 KRPAI 2016 robots could reach the goal with the percentage 50% of 30 trial against 10 different types of field configurations.

*Key Word : Maze, maze solving, wall follower, goal, goal based agent.*

# DAFTAR ISI

Halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN</b>	
<b>PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan.....	2
I.4 Batasan Masalah .....	2
I.5 Spesifikasi Alat yang Digunakan.....	3
I.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TEORI DASAR</b>	
II.1 Kecerdasan Buatan.....	5
II.1.1 <i>Simple Reflex Agent</i> .....	5
II.1.2 <i>Reflex Agent with State</i> .....	6
II.1.3 <i>Goal Based Agent</i> .....	7
II.1.4 <i>Utility Based Agent</i> .....	8
II.2 <i>Maze Solving Algorithm</i> .....	9
II.2.1 <i>Wall follower</i> .....	9
II.3 Sistem Kontrol.....	10
II.4 Sensor.....	11
II.4.1 Sensor Jarak Ultrasonik (SRF-05).....	11
II.4.2 Flame Sensor Detector.....	12

II.4.3 Sensor Warna TCS230 .....	13
II.5 OpenCV.....	14
II.6 Raspberry Pi 2 .....	16
II.7 Modul Kamera Raspberry Pi .....	19
II.8 Arduino MEGA 2560 .....	20

### **BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI**

III.1 Perancangan Sistem Robot Beroda.....	21
III.1.1 Sistem Navigasi Robot.....	21
III.1.2 Perancangan dan Realisasi Robot Beroda Pemadam Api .....	24
III.1.3 Elektronika Robot .....	26
III.2 Perancangan dan Realisasi Pengolahan Citra.....	30
III.3 Perancangan Posisi <i>Check Point</i> Pada Arena Kontes.....	32
III.4 Perancangan Algoritma Robot pemadam api beroda .....	38
III.4.1 Algoritma level 2 KRPAI 2016 .....	40
III.4.2 Algoritma level 3 KRPAI 2016 .....	43
III.4.3 <i>Flowchart</i> Manuver Langsung Menuju Api.....	46
III.4.4 <i>Flowchart</i> Cari Api .....	47
III.4.5 <i>Flowchart</i> Padamkan Api.....	48
III.4.6 <i>Flowchart</i> Menggerakkan gripper .....	49
III.4.7 <i>Flowchart</i> Deteksi <i>Home</i> .....	50
III.4.8 <i>Flowchart</i> Deteksi Lokasi <i>Check Point</i> Api.....	51
III.4.9 <i>Flowchart</i> Deteksi Lokasi <i>Check Point Home</i> .....	52
III.4.10 <i>Flowchart</i> Deteksi Lokasi <i>Check Point Bayi</i> .....	53
III.4.11 <i>Flowchart</i> Deteksi LED biru .....	54

### **BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS**

IV.1 Pengujian Robot .....	56
IV.1.1 Pengujian <i>Wall Following</i> .....	56
IV.1.2 Pengujian Robot pada arena level 2 KRPAI 2016.....	59
IV.1.3 Pengujian Robot pada arena level 3 KRPAI 2016.....	82
IV.1.4 Pengujian Deteksi Objek.....	96

**BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

V.1 Simpulan .....	101
V.2 Saran .....	102
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>103</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Skematik <i>Simple Reflex Agent</i> .....	6
Gambar 2.2 Diagram Skematik Reflex Agent With State .....	7
Gambar 2.3 Diagram Skematik <i>Goal Based Agent</i> .....	8
Gambar 2.4 Diagram Skematik <i>Utility Based Agent</i> .....	9
Gambar 2.5 Perjalanan mengikuti dinding kiri atau kanan .....	10
Gambar 2.6 Diagram blok sistem kontrol <i>loop</i> terbuka .....	10
Gambar 2.7 Diagram blok sistem kontrol <i>loop</i> tertutup .....	11
Gambar 2.8 Diagram waktu sensor SRF05 <i>mode</i> 1 .....	12
Gambar 2.9 Diagram waktu sensor SRF05 <i>mode</i> 2 .....	12
Gambar 2.10 Sensor Api ( <i>Flame Detector Arduino</i> ) .....	13
Gambar 2.11 Sensor warna TCS230 .....	13
Gambar 2.12 Contoh proses <i>thresholding</i> .....	14
Gambar 2.13 Raspberry Pi 2 model B .....	17
Gambar 2.14 Konfigurasi pin Raspberry Pi 2 .....	17
Gambar 2.15 Modul kamera Raspberry Pi .....	19
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Navigasi Robot Beroda Pemadam Api ....	22
Gambar 3.2 Desain bentuk robot dan penempatan sensor .....	25
Gambar 3.3 Tampak Atas dan Tampak Bawah Robot .....	25
Gambar 3.4 Diagram blok penggerak kipas .....	26
Gambar 3.5 Diagram blok penggerak pompa .....	26
Gambar 3.6 Diagram blok elektronika robot .....	27
Gambar 3.7 <i>Board Motor Driver</i> .....	29
Gambar 3.8 Rangkaian dalam motor <i>driver</i> .....	29
Gambar 3.9 Diagram Blok Proses pengolahan citra .....	30
Gambar 3.10 Frame gambar setelah proses ROI .....	31
Gambar 3.11 Hasil <i>Threshold LED</i> .....	31
Gambar 3.12 Nilai Keluaran Fungsi <i>Moments</i> .....	32
Gambar 3.13 Posisi <i>check point</i> pencarian api .....	33
Gambar 3.14 Posisi <i>home</i> untuk <i>check point</i> 1 .....	34

Gambar 3.15 Posisi <i>home</i> untuk check point 2 .....	34
Gambar 3.16 Posisi-posisi <i>check point Home</i> .....	35
Gambar 3.17 Posisi <i>home</i> dan api untuk <i>check point Home</i> 1 .....	35
Gambar 3.18 Posisi <i>home</i> dan api untuk <i>check point Home</i> 2 .....	36
Gambar 3.19 Posisi <i>check point</i> untuk menemukan boneka bayi .....	36
Gambar 3.20 Posisi <i>check point</i> 1 dan 3 untuk menemukan boneka bayi .....	37
Gambar 3.21 Posisi <i>check point</i> 2 dan 3 untuk menemukan boneka bayi .....	37
Gambar 3.22 Arena level 2 KRPAI 2016 .....	39
Gambar 3.23 Arena level 3 KRPAI 2016 .....	39
Gambar 3.24a <i>Flowchart</i> level 2 Robot Beroda Pemadam Api .....	41
Gambar 3.24b <i>Flowchart</i> level 2 Robot Beroda Pemadam Api .....	42
Gambar 3.25 <i>Flowchart</i> level 3 Robot Beroda Pemadam Api .....	44
Gambar 3.26 <i>Flowchart</i> manuver langsung menuju api .....	46
Gambar 3.27 <i>Flowchart</i> Cari Api .....	47
Gambar 3.28 <i>Flowchart</i> Memadamkan Api .....	48
Gambar 3.29 <i>Flowchart</i> menggerakkan <i>gripper</i> .....	49
Gambar 3.30 <i>Flowchart</i> Deteksi <i>Home</i> .....	50
Gambar 3.31 <i>Flowchart</i> Deteksi Lokasi <i>Check Point</i> Api .....	51
Gambar 3.32 <i>Flowchart</i> Deteksi Lokasi <i>Check Point Home</i> .....	52
Gambar 3.33 <i>Flowchart</i> Deteksi Lokasi <i>Check Point</i> Bayi .....	53
Gambar 3.34 <i>Flowchart</i> Deteksi LED biru .....	54
Gambar 4.1 Pengujian robot mengikuti dinding sebelah kiri .....	57
Gambar 4.2 Pengujian robot mengikuti dinding sebelah kanan .....	58
Gambar 4.3 Konfigurasi Arena 1 level 2 KRPAI 2016 .....	59
Gambar 4.4 Konfigurasi Arena 2 level 2 KRPAI 2016 .....	61
Gambar 4.5 Konfigurasi Arena 3 level 2 KRPAI 2016 .....	62
Gambar 4.6 Konfigurasi Arena 4 level 2 KRPAI 2016 .....	64
Gambar 4.7 Konfigurasi Arena 5 level 2 KRPAI 2016 .....	65
Gambar 4.8 Konfigurasi Arena 6 level 2 KRPAI 2016 .....	66
Gambar 4.9 Konfigurasi Arena 7 level 2 KRPAI 2016 .....	68
Gambar 4.10 Konfigurasi Arena 8 level 2 KRPAI 2016 .....	69



Gambar 4.11 Konfigurasi Arena 9 level 2 KRPAI 2016 .....	71
Gambar 4.12 Konfigurasi Arena 10 level 2 KRPAI 2016 .....	72
Gambar 4.13 Konfigurasi Arena 11 level 2 KRPAI 2016 .....	74
Gambar 4.14 Konfigurasi Arena 12 level 2 KRPAI 2016 .....	75
Gambar 4.15 Konfigurasi Arena 13 level 2 KRPAI 2016 .....	77
Gambar 4.16 Konfigurasi Arena 14 level 2 KRPAI 2016 .....	78
Gambar 4.17 Konfigurasi Arena 15 level 2 KRPAI 2016 .....	80
Gambar 4.18 Konfigurasi Arena 16 level 2 KRPAI 2016 .....	81
Gambar 4.19 Konfigurasi Arena 1 level 3 KRPAI 2016 .....	83
Gambar 4.20 Konfigurasi Arena 2 level 3 KRPAI 2016 .....	84
Gambar 4.21 Konfigurasi Arena 3 level 3 KRPAI 2016 .....	85
Gambar 4.22 Konfigurasi Arena 4 level 3 KRPAI 2016 .....	87
Gambar 4.23 Konfigurasi Arena 5 level 3 KRPAI 2016 .....	88
Gambar 4.24 Konfigurasi Arena 6 level 3 KRPAI 2016 .....	90
Gambar 4.25 Konfigurasi Arena 7 level 3 KRPAI 2016 .....	91
Gambar 4.26 Konfigurasi Arena 8 level 3 KRPAI 2016 .....	92
Gambar 4.27 Konfigurasi Arena 9 level 3 KRPAI 2016 .....	94
Gambar 4.28 Konfigurasi Arena 10 level 3 KRPAI 2016 .....	95



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 skala keluaran dan tipe fotodiode sensor TCS230 .....	14
Tabel 2.2 Spesifikasi teknis Arduino MEGA 2560.....	20
Tabel 3.1 Tabel Kebenaran Motor <i>Driver</i> BTN7970B.....	30
Tabel 4.1 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 1 .....	60
Tabel 4.2 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 1 .....	60
Tabel 4.3 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 2 .....	61
Tabel 4.4 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 2 .....	62
Tabel 4.5 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 3 .....	63
Tabel 4.6 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 3 .....	63
Tabel 4.7 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 4 .....	64
Tabel 4.8 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 4 .....	65
Tabel 4.9 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 5 .....	66
Tabel 4.10 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 6.....	67
Tabel 4.11 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 6 .....	67
Tabel 4.12 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 7.....	68
Tabel 4.13 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 7 .....	69
Tabel 4.14 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 8.....	70
Tabel 4.15 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 8 .....	70
Tabel 4.16 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 9.....	71
Tabel 4.17 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 9 .....	72

Tabel 4.18 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 10....	73
Tabel 4.19 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 10.....	73
Tabel 4.20 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 11....	74
Tabel 4.21 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 11.....	75
Tabel 4.22 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 12....	76
Tabel 4.23 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 12.....	76
Tabel 4.24 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 13....	77
Tabel 4.25 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 13.....	78
Tabel 4.26 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 14....	79
Tabel 4.27 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 14.....	79
Tabel 4.28 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 15....	80
Tabel 4.29 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 15.....	81
Tabel 4.30 Pengujian Robot Pada Arena Level 2 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 16.....	82
Tabel 4.31 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 1.....	83
Tabel 4.32 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 1.....	83
Tabel 4.33 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 2.....	84
Tabel 4.34 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 2.....	85
Tabel 4.35 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 3.....	86
Tabel 4.36 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 3.....	86
Tabel 4.37 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 4.....	87

Tabel 4.38 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 4.....	88
Tabel 4.39 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 5.....	89
Tabel 4.40 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 5.....	89
Tabel 4.41 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 6.....	90
Tabel 4.42 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 6.....	90
Tabel 4.43 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 7.....	91
Tabel 4.44 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 7.....	92
Tabel 4.45 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 8.....	93
Tabel 4.46 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 8.....	93
Tabel 4.47 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 9.....	94
Tabel 4.48 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 9.....	94
Tabel 4.49 Data Pengamatan Parameter <i>Mapping</i> pada Konfigurasi Arena 10....	95
Tabel 4.50 Pengujian Robot Pada Arena Level 3 KRPAI 2016 dengan Konfigurasi Arena 10.....	96
Tabel 4.51 Pengujian Sensor Kamera Terhadap Kondisi Gelap dan Terang.....	97
Tabel 4.52 Pengujian Sensor Kamera Untuk Menentukan Batas Koordinat X ....	98
Tabel 4.53 Pengujian Sensor Kamera Untuk Menentukan Batas Koordinat Y ....	99