

# **ROBOT MAZE SOLVING MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOOD FILL**

**Erwin Setiawan**  
**Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknik**  
**Universitas Kristen Marantha**  
**Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH. No. 65**  
**Bandung, 40164, Indonesia**

## **ABSTRAK**

*Autonomous robot* merupakan robot yang dapat melakukan pekerjaan tertentu secara mandiri tanpa bantuan manusia. *Autonomous navigation* merupakan salah satu kemampuan yang dimiliki oleh *autonomous robot* untuk bergerak dari suatu titik ke titik lain. *Autonomous navigation* pada suatu lingkungan yang belum diketahui mengharuskan robot untuk menjelajahi dan memetakan lingkungan tersebut serta mencari jalur untuk mencapai titik tertentu.

Robot *maze solving* yang dibuat pada penelitian ini merupakan *mobile robot* yang bergerak menggunakan roda dengan tipe *differential steering*. Robot ini dapat menjelajahi suatu lingkungan *maze* yang memiliki ukuran 5x5 sel, memetakan posisi dinding *maze* yang belum diketahui sebelumnya, dan mencari jalur terpendek dari suatu titik awal menuju titik tujuan secara mandiri. Algoritma yang digunakan robot ini untuk mencari jalur terpendek yaitu algoritma *flood fill*. Penambahan algoritma *wall follower* diperlukan untuk melakukan koreksi posisi robot terhadap dinding samping *maze*, sehingga robot dapat bergerak lurus.

Robot yang dibuat telah dapat menjelajahi dan memetakan posisi dinding *maze* serta menemukan jalur terpendek menuju titik tujuan dengan tingkat keberhasilan sebesar 70%.

**Kata kunci:** *autonomous robot, autonomous navigation, maze solving, mobile robot, differential steering, flood fill, wall follower.*

# ***MAZE SOLVING ROBOT USING FLOOD FILL ALGORITHM***

**Erwin Setiawan**  
**Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknik**  
**Universitas Kristen Marantha**  
**Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH. No. 65**  
**Bandung, 40164, Indonesia**

## ***ABSTRACT***

*An autonomous robot is a robot that can perform a particular job independently without human assistance. Autonomous navigation is one of the capabilities of an autonomous robot to move from one point to another. Autonomous navigation in an unknown environment requires the robot to explore the environment, map the environment, and looking for a path to reach a certain point.*

*Maze solving robot in this paper is a type of mobile robot that has differential steering wheel system. This robot can explore a maze environment which has a size of 5x5 cells, mapping the position of the maze walls, and find the shortest path from a starting point to the destination point independently. This robot used flood fill algorithm to find the shortest path. The addition of wall follower algorithm is necessary to correct the position of the robot against the side wall maze, so that the robot can move straight.*

*The robot was able to explore the maze, map the position of the walls, and find the shortest path to the destination point with a success rate of 70%.*

**Keywords:** *autonomous robot, autonomous navigation, maze solving, mobile robot, differential steering, flood fill, wall follower.*

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 <i>Differential Steering Mobile Robot</i> .....	3
2.2 Mikrokontroler ATmega324 .....	4
2.3 Sensor <i>Infrared</i> .....	7
2.4 Motor <i>DC</i> .....	7
2.5 <i>Driver L293D</i> .....	9
2.6 <i>PWM</i> .....	10
2.7 <i>Quadrature Rotary Encoder</i> .....	11
2.8 Algoritma <i>Flood Fill</i> .....	13
2.9 Algoritma <i>Wall Follower</i> .....	14
<b>BAB III PERANCANGAN</b>	
3.1 Perancangan Sistem Mekanik .....	16
3.2 Perancangan Sistem Elektronika .....	18
3.2.1 <i>Power Supply</i> .....	19
3.2.2 Mikrokontroler ATmega324.....	19
3.2.3 Sensor <i>Infrared</i> .....	21
3.2.4 <i>Driver L293D</i> .....	22
3.2.5 <i>Rotary Encoder</i> .....	23

3.2.6 LCD 16x2 .....	24
3.2.7 Push Button.....	25
3.2.8 PCB.....	25
3.3 Perancangan Software .....	27
3.3.1 Program Sensor <i>Infrared</i> .....	29
3.3.1.1 <i>Subroutine</i> Baca Sensor <i>Infrared</i> .....	29
3.3.1.2 <i>Subroutine</i> Baca Dinding <i>Maze</i> .....	30
3.3.2 Program Motor <i>DC</i> .....	31
3.3.2.1 <i>Subroutine</i> Atur Arah Motor.....	31
3.3.2.2 <i>Subroutine</i> Atur Kecepatan Motor.....	33
3.3.3 Program <i>Rotary Encoder</i> .....	34
3.3.3.1 <i>Interrupt Service Routine Encoder</i> .....	34
3.3.3.2 <i>Subroutine Start Encoder</i> .....	38
3.3.4 Program Pergerakan Robot.....	38
3.3.4.1 <i>Subroutine</i> Berputar ke Kanan.....	39
3.3.4.2 <i>Subroutine</i> Berputar ke Kiri.....	39
3.3.4.3 <i>Subroutine</i> Berputar Berbalik Arah .....	40
3.3.4.4 <i>Subroutine</i> Bergerak Maju.....	41
3.3.4.5 <i>Subroutine Wall Follower</i> .....	42
3.3.5 Program Kecerdasan Buatan.....	46
3.3.5.1 <i>Subroutine Update</i> Peta Dinding .....	47
3.3.5.2 <i>Subroutine Update</i> Nilai Sel .....	49
3.3.5.3 <i>Subroutine</i> Tentukan Sel Tetangga Terkecil.....	52
3.3.5.4 <i>Subroutine</i> Bergerak ke Sel Tetangga Terkecil .....	54

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

4.1 Pengujian Kecerdasan Buatan pada Program <i>Maze</i> Simulator .....	56
4.1.1 Pengujian <i>Maze</i> Kasus 1 .....	57
4.1.2 Analisis <i>Maze</i> Kasus 1 .....	65
4.1.3 Pengujian <i>Maze</i> Kasus 2 .....	65
4.1.4 Analisis <i>Maze</i> Kasus 2.....	74
4.1.5 Analisis Kecerdasan Buatan Robot .....	75
4.2 Pengujian Robot pada <i>Maze</i> yang Sebenarnya.....	75
4.2.1 Pengujian <i>Maze</i> Kasus 1 .....	76
4.2.2 Pengujian <i>Maze</i> Kasus 2.....	77

4.2.3 Analisis Pergerakan Robot pada <i>Maze</i> yang Sebenarnya.....	78
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA .....	80

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Differential steering mobile robot</i> .....	3
<b>Gambar 2.2</b> Cara kerja sistem <i>differential steering</i> .....	4
<b>Gambar 2.3</b> Konfigurasi <i>pin</i> ATmega324 PDIP 40 <i>pin</i> .....	6
<b>Gambar 2.4</b> <i>ISP downloader</i> .....	6
<b>Gambar 2.5</b> Komponen utama sensor <i>infrared</i> .....	7
<b>Gambar 2.6</b> Bagian dalam motor <i>DC</i> .....	8
<b>Gambar 2.7</b> Motor <i>DC</i> dengan <i>gearbox</i> .....	9
<b>Gambar 2.8</b> Cara kerja <i>H-Bridge</i> .....	9
<b>Gambar 2.9</b> Konfigurasi <i>pin</i> L293D .....	10
<b>Gambar 2.10</b> Sinyal <i>PWM</i> .....	10
<b>Gambar 2.11</b> Sinyal <i>output quadrature rotary encoder</i> .....	12
<b>Gambar 2.12</b> Penghitungan pulsa sinyal <i>quadrature rotary encoder</i> .....	12
<b>Gambar 2.13</b> Nilai-nilai sel pada <i>maze 5x5</i> .....	14
<b>Gambar 2.14</b> Algoritma <i>wall follower</i> .....	15
<b>Gambar 3.1</b> <i>2WD miniQ robot chassis</i> .....	16
<b>Gambar 3.2</b> <i>miniQ robot chassis encoder</i> .....	17
<b>Gambar 3.3</b> Konstruksi dasar <i>mobile robot</i> .....	17
<b>Gambar 3.4</b> Blok diagram sistem elektronika .....	18
<b>Gambar 3.5</b> Skema rangkaian <i>power supply</i> .....	19
<b>Gambar 3.6</b> Skema rangkaian mikrokontroler ATmega324 .....	20
<b>Gambar 3.7</b> Skema rangkaian sensor <i>infrared</i> .....	21
<b>Gambar 3.8</b> Skema rangkaian <i>driver</i> L293D.....	22
<b>Gambar 3.9</b> Skema rangkaian <i>rotary encoder</i> .....	24
<b>Gambar 3.10</b> Skema rangkaian modul <i>LCD 16x2</i> .....	24
<b>Gambar 3.11</b> Skema rangkaian <i>push button</i> .....	25
<b>Gambar 3.12</b> <i>PCB</i> kontroler .....	26
<b>Gambar 3.13</b> <i>PCB</i> sensor.....	26
<b>Gambar 3.14</b> <i>PCB LCD</i> .....	27
<b>Gambar 3.15</b> <i>Flowchart</i> program utama .....	28
<b>Gambar 3.16</b> <i>Flowchart subroutine</i> baca sensor <i>infrared</i> .....	30
<b>Gambar 3.17</b> <i>Flowchart subroutine</i> baca dinding <i>maze</i> .....	31

<b>Gambar 3.18</b> <i>Flowchart subroutine</i> atur arah motor.....	32
<b>Gambar 3.19</b> <i>Flowchart subroutine</i> atur kecepatan motor.....	33
<b>Gambar 3.20</b> Roda kanan berputar maju .....	34
<b>Gambar 3.21</b> Roda kanan berputar mundur.....	35
<b>Gambar 3.22</b> Roda kiri berputar maju .....	35
<b>Gambar 3.23</b> Roda kiri berputar mundur.....	36
<b>Gambar 3.24</b> <i>Flowchart interrupt service routine</i> encoder.....	37
<b>Gambar 3.25</b> <i>Flowchart subroutine</i> start encoder .....	38
<b>Gambar 3.26</b> <i>Flowchart subroutine</i> berputar ke kanan.....	39
<b>Gambar 3.27</b> <i>Flowchart subroutine</i> berputar ke kiri.....	40
<b>Gambar 3.28</b> <i>Flowchart subroutine</i> berputar berbalik arah .....	41
<b>Gambar 3.29</b> <i>Flowchart subroutine</i> bergerak maju .....	42
<b>Gambar 3.30</b> Blok diagram sistem kendali <i>wall follower</i> .....	43
<b>Gambar 3.31</b> Pengkalkulasian nilai <i>error</i> .....	43
<b>Gambar 3.32</b> <i>Pseudo-code</i> algoritma <i>PD</i> .....	44
<b>Gambar 3.33</b> <i>Flowchart subroutine</i> <i>wall follower</i> .....	45
<b>Gambar 3.34</b> Pergerakan robot dalam <i>array</i> .....	46
<b>Gambar 3.35</b> Proses pendeteksian dinding.....	48
<b>Gambar 3.36</b> <i>Flowchart subroutine</i> update peta dinding.....	49
<b>Gambar 3.37</b> <i>Pseudo-code</i> algoritma <i>flood fill</i> .....	50
<b>Gambar 3.38</b> <i>Flowchart subroutine</i> update nilai sel .....	51
<b>Gambar 3.39</b> Prioritas sel tetangga.....	52
<b>Gambar 3.40</b> <i>Flowchart subroutine</i> tentukan sel tetangga terkecil.....	53
<b>Gambar 3.41</b> Bergerak ke sel tetangga terkecil.....	54
<b>Gambar 3.42</b> <i>Flowchart subroutine</i> bergerak ke sel tetangga terkecil.....	55
<b>Gambar 4.1</b> <i>Maze</i> 5x5 sel .....	56
<b>Gambar 4.2</b> Program <i>maze</i> simulator .....	57
<b>Gambar 4.3</b> Simulasi-1 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	57
<b>Gambar 4.4</b> Simulasi-2 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	58
<b>Gambar 4.5</b> Simulasi-3 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	58
<b>Gambar 4.6</b> Simulasi-4 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	59
<b>Gambar 4.7</b> Simulasi-5 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	59
<b>Gambar 4.8</b> Simulasi-6 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	60
<b>Gambar 4.9</b> Simulasi-7 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	60

<b>Gambar 4.10</b>	Simulasi-8 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	61
<b>Gambar 4.11</b>	Simulasi-9 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 .....	61
<b>Gambar 4.12</b>	Simulasi-10 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 ....	62
<b>Gambar 4.13</b>	Simulasi-11 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 1 ....	62
<b>Gambar 4.14</b>	Simulasi-1 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 1.....	63
<b>Gambar 4.15</b>	Simulasi-7 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 1.....	63
<b>Gambar 4.16</b>	Simulasi-1 pergerakan jalur terpendek pada kasus 1.....	64
<b>Gambar 4.17</b>	Simulasi-7 pergerakan jalur terpendek pada kasus 1.....	64
<b>Gambar 4.18</b>	Simulasi-1 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	65
<b>Gambar 4.19</b>	Simulasi-2 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	66
<b>Gambar 4.20</b>	Simulasi-3 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	66
<b>Gambar 4.21</b>	Simulasi-4 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	67
<b>Gambar 4.22</b>	Simulasi-5 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	67
<b>Gambar 4.23</b>	Simulasi-6 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	68
<b>Gambar 4.24</b>	Simulasi-7 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	68
<b>Gambar 4.25</b>	Simulasi-8 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	69
<b>Gambar 4.26</b>	Simulasi-9 pencarian jalur menuju sel (2, 2) pada kasus 2 .....	69
<b>Gambar 4.27</b>	Simulasi-1 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 2.....	70
<b>Gambar 4.28</b>	Simulasi-2 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 2.....	70
<b>Gambar 4.29</b>	Simulasi-3 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 2.....	71
<b>Gambar 4.30</b>	Simulasi-4 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 2.....	71
<b>Gambar 4.31</b>	Simulasi-5 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 2.....	72
<b>Gambar 4.32</b>	Simulasi-6 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 2.....	72
<b>Gambar 4.33</b>	Simulasi-7 pencarian jalur kembali sel (4, 0) pada kasus 2.....	73
<b>Gambar 4.34</b>	Simulasi-1 pergerakan jalur terpendek pada kasus 2.....	73
<b>Gambar 4.35</b>	Simulasi-7 pergerakan jalur terpendek pada kasus 2.....	74
<b>Gambar 4.36</b>	<i>Maze</i> 5x5 sel yang sebenarnya .....	76
<b>Gambar 4.37</b>	Bentuk <i>maze</i> yang sebenarnya pada kasus 1 .....	76
<b>Gambar 4.38</b>	Bentuk <i>maze</i> yang sebenarnya pada kasus 2 .....	77



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Penggunaan <i>pin I/O</i> ATmega324 .....	20
<b>Tabel 3.2</b> Kombinasi <i>input</i> pengaturan arah gerak motor .....	32
<b>Tabel 3.3</b> Konfigurasi <i>bit</i> peta dinding.....	47
<b>Tabel 3.4</b> Kasus yang dihadapi robot saat mendeteksi dinding .....	48
<b>Tabel 4.1</b> Pergerakan robot pada simulasi <i>maze</i> kasus 1.....	65
<b>Tabel 4.2</b> Pergerakan robot pada simulasi <i>maze</i> kasus 2.....	74
<b>Tabel 4.3</b> Hasil pengujian robot pada <i>maze</i> kasus 1.....	77
<b>Tabel 4.4</b> Hasil pengujian robot pada <i>maze</i> kasus 2.....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A SKEMA RANGKAIAN.....	A-1
LAMPIRAN B <i>LAYOUT PCB</i> .....	B-1
LAMPIRAN C KODE PROGRAM .....	C-1
LAMPIRAN D FOTO .....	D-1