



**IMPLEMENTASI METODE NAVIGASI *DEAD RECKONING*  
PADA ROBOT MOBIL PENCARI TARGET DAN  
PENGHINDAR HALANGAN DENGAN MENGGUNAKAN  
SENSOR KOMPAS**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Braheimy Putra R.**

**NIM. 081910201033**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**IMPLEMENTASI METODE NAVIGASI *DEAD RECKONING*  
PADA ROBOT MOBIL PENCARI TARGET DAN  
PENGHINDAR HALANGAN DENGAN MENGGUNAKAN  
SENSOR KOMPAS**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Braheimy Putra R.**

**NIM. 081910201033**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT Tuhan seru sekalian alam yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia yang teramat banyak kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan karya yang tidak akan terlupakan bagi saya yang berisikan harapan dan pembelajaran bagi pembaca sekalian. Oleh karena, karya ini ingin saya persembahkan untuk:

- 1 Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara moral maupun materi.
- 2 Kakak-kakakku yang selalu memberi motivasi dan doanya semoga keluarganya selalu diberkahi Allah.
- 3 Semua Dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember, terutama Dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah sudi membimbing dan membagikan ilmunya kepada kami.
- 4 Semua guru-guruku di TK, SD, SMP dan SMK yang telah rela mendidik dan mengajar dengan keikhlasannya.
- 5 Teman-teman Teknik Elektro 2008 yang telah mendukung dan memberikan motivasi. Semoga kita bisa berguna bagi nusa dan bangsa serta mengharumkan nama Almamater.
- 6 Keluarga besar COSSAMI: Prayudhisti, Tri Bagus, Wahyu, Ali Rizal, Dimas Agus, Hendra B Arie, Mirza, Roqiqul, Fajry, Aris, Ibnu Arkham, Maria, Abhie dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih atas semua doa, semangat, motivasi dan bantuan yang diberikan selama ini. Semoga ikatan persahabatan ini tidak akan pernah terputus.
- 7 Teman-teman UKM Robotika, Ristek, FSUKI dan Himpunan Mahasiswa Elektro. Semoga semua yang telah kita lakukan bisa bermanfaat bagi orang lain.
- 8 Teman – Teman Mentoring Bagus, Agus , Farid, Kamal dengan Mentornya Mas Novan Y. dan Mas Novan A.

- 9 *Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.*
- 10 *Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.*
- 11 *Dan semua orang yang membaca skripsi ini.*



## MOTTO

*Hai orang-orang mukmin, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.*

**(Q.S Muhammad:7)**

*Orang berilmu dan dan beradab tidak akan diam di kampung halaman. Tinggalkanlah negrimu dan merantau. Kau akan dapatkan pengganti dari kerabat dan kawan. Berlelah-lelahlah, manisnya hidup terasa setelah lelah berjuang.*

**(Imam Asy-Syafi'i Rahimahulloh)**



## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Braheimy Putra R.

NIM : 081910201033

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul **“Implementasi Metode *Navigasi Dead Reckoning* Pada Robot Mobil Pencari Target dan Penghindar Halangan dengan Menggunakan Sensor Kompas”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Mei 2013

Yang menyatakan,

Braheimy Putra R.

NIM 081910201033

**SKRIPSI**

**IMPLEMENTASI METODE NAVIGASI *DEAD RECKONING* PADA ROBOT  
MOBIL PENCARI TARGET DAN PENGHINDAR HALANGAN  
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR KOMPAS**



Oleh

Braheimy Putra R.  
NIM 081910201033

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T.,M.T.  
Dosen Pembimbing Anggota : H. Samsul Bachri M, S.T.,MMT.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Implementasi Metode Navigasi Dead Reckoning Pada Robot Mobil Pencari Target dan Penghindar Halangan dengan Menggunakan Sensor Kompas**” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Selasa  
Tanggal : 28 Mei 2013  
Tempat : Fakultas Teknik

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama  
(Ketua)

Dosen Pembimbing Anggota  
(Sekretaris)

Sumardi, S.T.,M.T.  
NIP 19670113 199802 1 001

H. Samsul Bachri M, S.T.,MMT.  
NIP 19640317 199802 1 001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr.Ir.Bambang Sujanarko, M.M.  
NIP 19631201 199402 1 002

Satrio Budi Utomo, S.T.,M.T.  
NIP 19850126 200801 1 002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T  
NIP 19610414 198902 1 001



**IMPLEMENTASI METODE NAVIGASI *DEAD RECKONING* PADA ROBOT  
MOBIL PENCARI TARGET DAN PENGHINDAR HALANGAN  
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR KOMPAS  
Braheimy Putra R.**

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro.  
Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRAK**

Dunia elektronika khususnya bidang robotika adalah suatu bidang yang saat ini sedang mengalami perkembangan dengan pesatnya terutama dalam navigasi gerak robot khususnya robot beroda. Dari sekian banyak nya tipe navigasi robot beroda, metode navigasi *Dead Reckoning* di anggap memiliki keunggulan dibandingkan metode navigasi robot lainnya yang banyak menggunakan garis, atau meraba dinding untuk jalur pergerakan robot tersebut. Untuk navigasi *Dead Reckoning*, robot menggunakan informasi putaran roda yang atau disebut *odometri* untuk menentukan posisi dan sensor kompas sebagai pencari arah tujuan robot. Dan digunakan sensor halangan berupa sensor Ultrasonik dan sensor Infra Merah sebagai penghindar halangan. Dalam hasil penelitian pencarian arah robot berhubungan erat dengan kecepatan putar motor sehingga menyebabkan nilai arah kompas selalu berubah untuk mengatasi ini penulis memberikan rentang error sebesar 7% , nilai error penghitungan encoder untuk proses odometry paling tinggi bernilai 14% dikarenakan pergerakan robot yang selalu mencari arah tujuan sehingga menyebabkan error counter pada *mikrokontroller* dan selip pada roda, kedua nilai PWM motor di maksimalkan menjadi 255 untuk kecepatan robot dalam melaju dan untuk menghindari halangan digunakan sensor *Infra Red* dan *UltraSonic* yang masing – masing di set 30cm pendeteksian halangan sehingga bisa mengurangi resiko tabrakan yang disebabkan respon motor yang lambat.

Kata kunci : Dead Reckoning, Penghindar Halangan, Sensor Kompas, Robot

***IMPLEMENTATION OF NAVIGATION DEAD RECKONING METHODE FOR  
MOBILE ROBOT TARGET SEEKERS AND RELIEF OBSTACLE USING  
COMPASS SENSOR***

**Braheimy Putra R.**

*College Student of Department of Electrical Engineering  
Faculty of Engineering, University of Jember*

**ABSTRACT**

*The wide of electronics, particularly the field of robotics is a field which is currently experiencing rapid growth, especially in navigating the robot motion in particular wheeled robot. Of its many types of wheeled robot navigation, Dead Reckoning navigation method is considered to have an advantage over other methods that many robot navigation using a line, or touching a wall to track the movement of the robot. For Dead Reckoning navigation, the robot uses a spinning wheel or the information called odometry to determine the position and compass as a direction finder robot destination. Ultrasonic sensor and Infrared sensor as obstacle avoidance. In the direction of the search results robots is closely related to motor speed, causing the value of the compass direction is constantly changing to address the author gives an error range of 7%, the value of the error count for the encoder odometry highest value of 14% due to the movement of the robot is always looking towards the goal thus causing the error counter on the microcontroller and skid on wheels, two motors PWM maximized value to 255 for speeding and speed of the robot to relieve obstacles use Infra Red and ultrasonic sensors that each - each in set 30cm obstacle detection so that it can reduce the risk of collisions caused motor response is slow.*

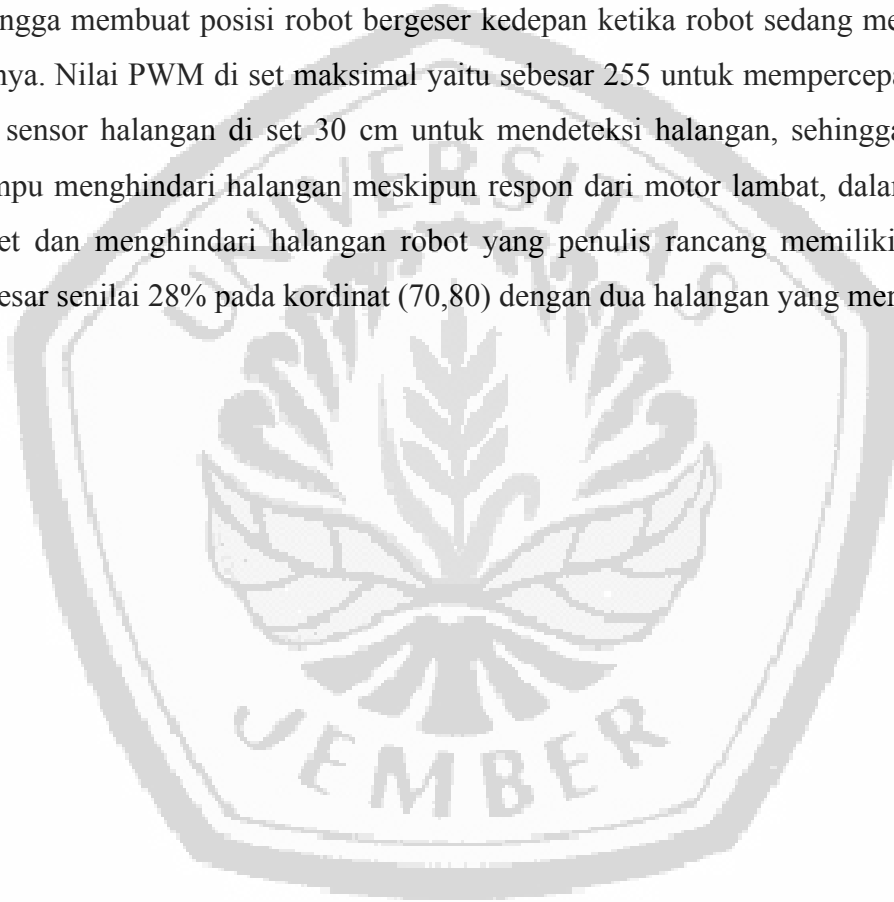
*Keywords: Dead Reckoning, Avoiding Obstacle, Compass Sensor, Robot*

## RINGKASAN

**Implementasi Metode *Dead Reckoning* Pada Robot Mobil Pencari Target dan Penghindar Halangan Dengan Menggunakan Sensor Kompas;** Braheimy Putra R, 081910201033; 2013: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Jenis robot berdasarkan alat geraknya dibagi menjadi dua, yaitu robot lengan dan robot bergerak semua jenis robot ini mengalami perkembangan dengan pesatnya seiring dengan kebutuhan manusia, salah satu nya adalah *Wheeled Mobile Robot* (WBR) adalah jenis robot yang saya bahas pada laporan kali ini, pembahasan laporan ini mengenai robot mobil meliputi banyak hal seperti fungsi dan kegunaannya, sistem navigasinya, sistem kontrolnya, sistem mekanisnya dan lain – lain. Hal yang paling disoroti dalam metode *Dead reckoning* sendiri adalah navigasi robot menggunakan informasi putaran roda untuk menentukan posisi dan pada penelitian penulis kali ini penentuan arah dibantu dengan perhitungan dari sensor kompas. Pada penelitian ini diharapkan robot selain mempunyai kemampuan mencari target melalui perhitungan pulsa roda robot juga diharapkan dapat menghindari rintangan. Perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan di kediaman penulis. Untuk mempermudah perancangan system, penulis membuat dua system yaitu system *master* pada *mikrokontroller* atmega16 yang berfungsi pemberi instruksi putaran roda, penghitung pulsa *encoder*, penghindar halangan, dan pencari arah, untuk system *slave* penulis menggunakan mikrokontroller atmega8535 sebagai pengendali gerakan motor dan pengatur PWM. Perancangan perangkat lunak pun dibagi menjadi tiga rutin, yaitu rutin odometry sebagai rutin penghitung jarak dan pencari target, rutin pencari tujuan sebagai rutin yang tetap mengarahkan robot kepada arah target, dan rutin penghindar halangan. Rutin *odometry* adalah suatu rutin yang dilakukan robot untuk menghitung jarak melalui pulsa dari *encoder* yang dikirim secara digital menuju *mikrokontroller* untuk diproses sehingga bisa mengetahui seberapa jauh roda

berjalan dikarenakan adanya keterlambatan dalam perhitungan mikrokontroler maka dihasilkan error sebesar 13% atau robot berhenti melampaui target sebesar 13%. Dikarenakan adanya faktor mekanis yaitu casing robot yang agak miring maka sensor kompas bisa menjadi salah satu solusi agar robot tetap berjalan lurus selain untuk pencari arah target robot, error dari rutin *odometry* yang dipandu sensor kompas mencapai 14% dikarenakan sensor kompas hanya menyearahkan arah robot saja tapi tidak membuat robot tepat menuju target hal ini dikarenakan adanya slip pada roda sehingga membuat posisi robot bergeser kedepan ketika robot sedang menyearahkan dirinya. Nilai PWM di set maksimal yaitu sebesar 255 untuk mempercepat laju robot dan sensor halangan di set 30 cm untuk mendeteksi halangan, sehingga bisa robot mampu menghindari halangan meskipun respon dari motor lambat, dalam mencapai target dan menghindari halangan robot yang penulis rancang memiliki nilai *error* terbesar senilai 28% pada kordinat (70,80) dengan dua halangan yang merintang.



## PRAKATA

*Alhamdulillah* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Implementasi Metode Navigasi Dead Reckoning Pada Robot Mobil Pencari Target dan Penghindar Halangan Dengan Menggunakan Sensor Kompas.*” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

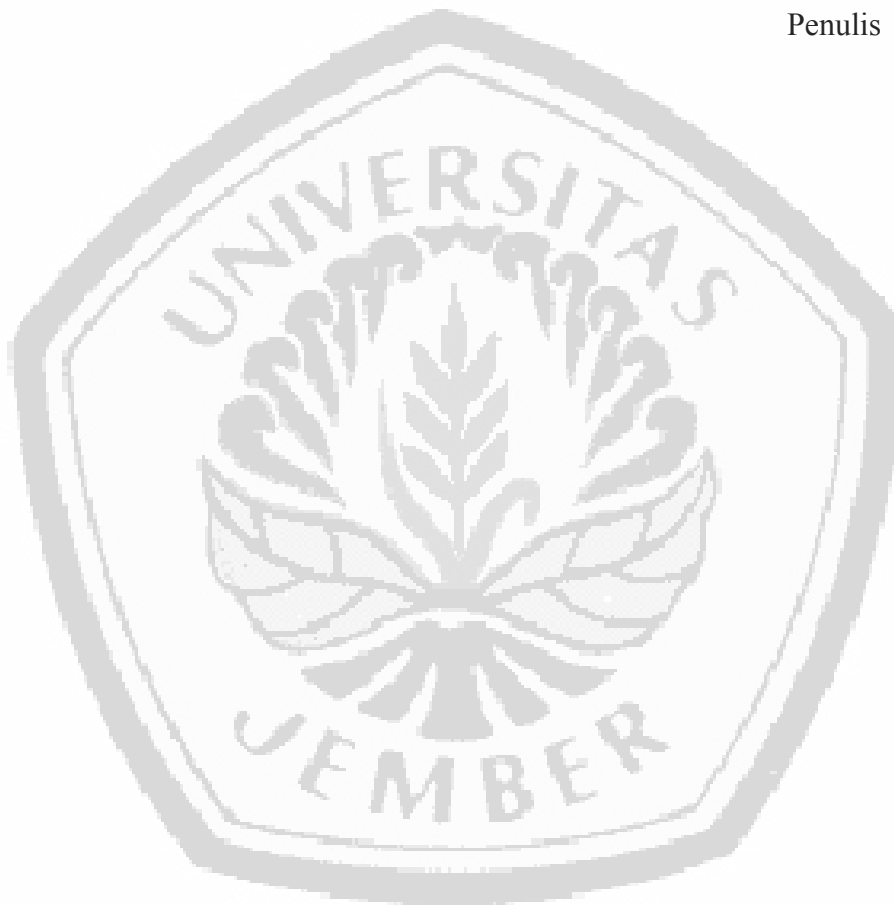
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Sumardi, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember,
3. Sumardi, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan H. Samsul Bachri M, S.T.,MMT. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr.Ir.Bambang Sujanarko, M.M. dan Satrio Budi Utomo, S.T.,M.T. selaku Tim Penguji yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Ayah dan Ibu, kakak, terima kasih atas doa, dukungan baik secara materi maupun moral, dukungan, kasih sayang serta doa restunya.
6. Rizal Chaidir, Tri Bagus, Wahyu, Prayudhisti Terima Kasih telah menemani dan memberi masukan yang membangun kepada penulis.
7. Teman – teman satu perjuangan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Pihak – pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro khususnya konsentrasi elektronika. Kritik dan saran yang mambangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, Mei 2013

Penulis



## DAFTAR ISI

|                                      | Halaman |
|--------------------------------------|---------|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....          | i       |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....     | ii      |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....           | iv      |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....      | v       |
| <b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....    | vi      |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....      | vii     |
| <b>ABSTRAK</b> .....                 | viii    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                | ix      |
| <b>RINGKASAN</b> ... ..              | x       |
| <b>PRAKATA</b> .....                 | xii     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....              | xiv     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....           | xvi     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....            | xviii   |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....      | 1       |
| 1.1 Latar Belakang .....             | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....            | 1       |
| 1.3 Batasan Penelitian.....          | 2       |
| 1.4 Tujuan .....                     | 2       |
| 1.5 Manfaat .....                    | 2       |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....       | 3       |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> ..... | 5       |
| 2.1 Robot beroda .....               | 5       |
| 2.2 Sensor .....                     | 6       |
| 2.2.1 Sensor Enkoder .....           | 7       |
| 2.2.2 Sensor UltraSonic.....         | 8       |
| 2.2.3 Sensor Kompas.....             | 10      |

|  |              |
|--|--------------|
| 2.2.4 Sensor Infra Merah.....                        | 12           |
| 2.3 Sistem Kontrol .....                             | 14           |
| 2.4 Aktuator.....                                    | 16           |
| 2.5 <i>Driver Motor</i> .....                        | 17           |
| 2.6 <i>Mikrokontroller</i> .....                     | 19           |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>                 | <b>23</b>    |
| 3.1 Lokasi dan tempat penelitian .....               | 23           |
| 3.2 Tahap Perencanaan.....                           | 23           |
| 3.3 Alat dan Bahan .....                             | 24           |
| 3.4 Desain Perangkat keras .....                     | 25           |
| 3.5 Desain Perangkat lunak .....                     | 33           |
| 3.5.1 <i>Odometry</i> .....                          | 33           |
| 3.5.2 <i>Avoiding Static Obstacle</i> .....          | 34           |
| 3.5.3 <i>Go to goal</i> .....                        | 35           |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>              | <b>37</b>    |
| 4.1 Pengujian Sensor Kompas.....                     | 37           |
| 4.2 Pengujian Sensor Ultra Sonic .....               | 40           |
| 4.3 Pengujian Rotary Enkoder .....                   | 44           |
| 4.4 Pengaturan Nilai PWM motor.....                  | 50           |
| 4.5 Pengujian Laju Robot Dalam Menemukan Target..... | 51           |
| <b>BAB 5. PENUTUP.....</b>                           | <b>69</b>    |
| 5.1 Kesimpulan .....                                 | 69           |
| 5.2 Saran.....                                       | 69           |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                           | <b>70</b>    |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                 | <b>xviii</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Contoh Robot Beroda.....   | 5       |
| 2.2 Contoh Skematik Rangkaian Sensor Rotari Enkoder .....                                  | 7       |
| 2.3 Prinsip Kerja Sensor Rotari Enkoder .....  | 8       |
| 2.4 Sensor <i>Ultrasonic</i> .....   | 8       |
| 2.5 Blok Diagram Sistem Sensor <i>Ultrasonic</i> .....                                     | 9       |
| 2.6 Bentuk Fisik dan Koneksi Pin Modul Kompas CMPS03 .....                                 | 10      |
| 2.7 Modul Sensor CMPS03 dihubungkan dengan <i>Mikrokontroler</i> .....                     | 10      |
| 2.8 Bentuk Fisik SHARP GP2D12 .....  | 12      |
| 2.9 Blok Diagram Sensor SHARP GP2D12 .....   | 12      |
| 2.10 Rangkaian Komparator Sensor SHARP.....  | 13      |
| 2.11 Prinsip Navigasi <i>Dead Reckoning</i> Menggunakan<br>Sistem Kordinat Kartesian ..... | 14      |
| 2.12 Ilustrasi Pada Sumbu Kartesian .....  | 15      |
| 2.13 Ukuran <i>Motor DC</i> EMG30 .....  | 16      |
| 2.14 Rangkaian <i>H-Bridge</i> .....   | 17      |
| 2.15 Bentuk IC L298.....   | 18      |
| 2.16 Rangkaian Driver Motor L298.....  | 18      |
| 2.17 Contoh <i>Mikrokontroler</i> .....  | 19      |
| 2.18 Rangkaian <i>Sistem Minimum</i> AVR .....   | 22      |
| 3.1 Blok Diagram Sistem Robot .....  | 25      |
| 3.2 Skematik Rangkaian Sistem Minimum Master .....   | 26      |
| 3.3 Skematik Rangkaian <i>Driver</i> Sensor Jarak.....                                     | 27      |
| 3.4 Skematik Rangkaian Kombinasi Sensor Kompas dan Sistem Minimum..                        | 27      |
| 3.5 Skematik Rangkaian Kombinasi Sensor <i>Ultra Sonic</i> dan Sistem Minimum..            | 28      |
| 3.6 Skematik Rangkaian Sistem Minimum Slave.....   | 28      |
| 3.7 <i>Chasis</i> Robot .....  | 29      |

|  |    |
|--|----|
| 3.8 Sensor <i>Rotary Encoder</i> dan motor .....                     | 29 |
| 3.9 Bagian Depan Robot .....   | 30 |
| 3.10 Bagian Atas Robot.....  | 31 |
| 3.11 Bagian Bawah Robot.. .....                                      | 32 |
| 3.12 <i>Flowchart</i> Perilaku <i>Odometry</i> .....                 | 33 |
| 3.13 <i>Flowchart</i> Perilaku <i>Avoiding Static Obstacle</i> ..... | 34 |
| 3.14 <i>Flowchart Go To Goal</i> Pada Robot.....                     | 35 |
| 4.1 Rentetan Banyak Pembacaan Sensor Kompas.....                     | 39 |
| 4.2 Pengujian Sensor Kompas.....                                     | 39 |
| 4.3 Pengujian Sensor <i>Ultra Sonic</i> .....                        | 41 |
| 4.4 Pengujian Enkoder dan Gerak Robot Tanpa Sensor Kompas .....      | 47 |
| 4.5 Pengujian Enkoder dan Gerak Robot dengan Sensor Kompas .....     | 48 |
| 4.6 Pengujian Pergerakan Robot Untuk Mencari Target .....            | 51 |
| 4.7 Letak Target Sesuai Dengan Pertemuan Kedua Titik Koordinat.....  | 59 |
| 4.8 Target Robot Pada Kordinat (70,80) Tanpa halangan .....          | 61 |
| 4.9 Target Robot Pada Kordinat (70,80) Satu halangan .....           | 62 |
| 4.10 Target Robot Pada Kordinat (70,80) Dua halangan.....            | 62 |
| 4.11 Target Robot Pada Kordinat (150,40) Tanpa Halangan.....         | 64 |
| 4.12 Target Robot Pada Kordinat (150,40) Satu halangan .....         | 64 |
| 4.13 Target Robot Pada Kordinat (150,40) dua halangan.....           | 65 |
| 4.14 Target Robot Pada Kordinat (180,100) Tanpa halangan .....       | 66 |
| 4.15 Target Robot Pada Kordinat (180,100) Satu halangan .....        | 67 |
| 4.16 Target Robot Pada Kordinat (180,100) dua halangan.....          | 67 |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Perbedaan Seri Mikrokontroler AVR .....   | 20      |
| 4.1 Data pengujian sensor kompas .....  | 39      |
| 4.2 Data pengujian sensor Ultrasonic .....  | 41      |
| 4.3 Data pengujian <i>Rotary Encoder</i> dan jarak tanpa menggunakan<br>sensor kompas ..... | 47      |
| 4.4 Data pengujian Rotary Encoder dan jarak menggunakan sensor kompas ...                   | 49      |
| 4.5 Data pengujian pergerakan robot untuk mencapai target.....                              | 60      |

