



**PENERAPAN METODE
SIMPLE MAZE PADA ROBOT *WALL FOLLOWER*
UNTUK MENYELESAIKAN JALUR DALAM
MENELUSURI SEBUAH LABIRIN**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana

Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Faela Shofa NIM. 5301411042

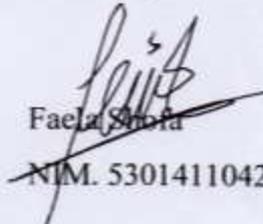
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini adalah benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari hasil karya orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Mei 2015


Faeta Shofa

NIM. 5301411042

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Faela Shofa
NIM : 5301411042
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : PENERAPAN METODE *SIMPLE MAZE* PADA ROBOT
WALL FOLLOWER UNTUK MENYELESAIKAN JALUR
DALAM MENELUSURI SEBUAH LABIRIN

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro FT. UNNES

Semarang, 21 Mei 2015

Pembimbing,



Tatyantoro Andrasto, S.T.,M.T.

NIP. 196803161999031001

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Penerapan Metode *Simple Maze* Pada Robot *Wall Follower* Untuk Menyelesaikan Jalur Dalam Menelusuri Sebuah Labirin” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 24 Juni 2015

oleh

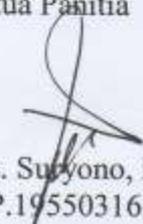
Nama : Faela Shofa

NIM : 5301411042

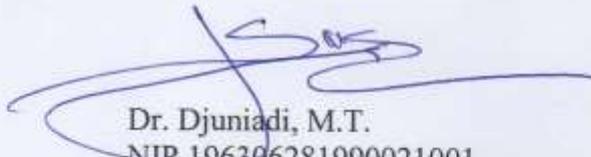
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro

Panitia:

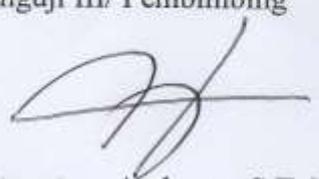
Ketua Panitia


Drs. Suryono, M.T.
NIP.195503161985031001

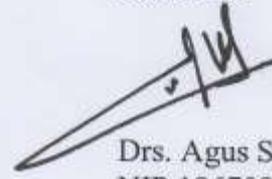
Penguji I


Dr. Djuniadi, M.T.
NIP.196306281990021001

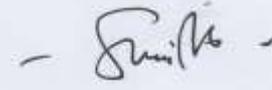
Penguji III/ Pembimbing


Tatyantoro Andrasto, S.T., M.T.
NIP. 196803161999031001

Sekretaris


Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP.196708181992031004

Penguji II


Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.
NIP.196605051997022001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES




Drs. M. Harlanu, M.Pd
NIP.196602151991021001

Motto

- Sesungguhnya Allah sekali-kali tidak akan mengubah sesuatu nikmat yang telah dianugerahkan-Nya kepada sesuatu kaum, hingga kaum itu mengubah apa yang ada pada diri mereka sendiri (Q.S. Al-Anfal:53)
- If you hear you forget, if you see you remember and if you do you understand
- Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Q.S. Al-Insyirah:6)
- Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat (Q.S. Al-Mujadalah:11)
- Jangan melakukan apa yang kamu cintai tapi cintailah apa yang kamu lakukan.

Untuk

- Bapak Dwi Ruspiyadi (Alm) dan Ibu Malichah
- Kakak Syifaur Rohmah dan adik Zakiyatul Miskiyah tercinta
- Pengelola Beasiswa Bidikmisi UNNES dan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
- Teman-teman (Jurusan Teknik Elektro, Robotik, Cherry kost) yang selalu memberi semangat, dukungan dan motivasi atas karya ini

ABSTRAK

Faela Shofa. 2015. Penerapan Metode *Simple Maze* Pada Robot *Wall Follower* Untuk Menyelesaikan Jalur Dalam Menelusuri Sebuah Labirin. Pembimbing Tatyantoro Andrasto. Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Robot pemadam kebakaran atau robot *Swarm* dalam lingkup robotik, merupakan salah satu robot dalam ajang Kontes Robot Nasional dengan misi menemukan titik api dan memadamkan api dalam suatu labirin. Labirin merupakan sebuah gedung dengan banyak ruangan. Pada peraturan terbaru robot juga dituntut harus bisa kembali ke *Homing* dengan jalan tersingkat, namun belum ada robot *Swarm* atau robot pemadam kebakaran bisa bertugas sesuai yang diharapkan. Akhir-akhir ini telah ada suatu metode pada robot pengikut garis yang disebut metode *Simple Maze*, metode ini bertugas untuk menyelesaikan *line maze* sehingga dapat menemukan jalan tersingkat dan dapat kembali ke *Homing* dengan jalan tersingkat yang ditemukan. Kerja dari metode *Simple Maze* ini sesuai dengan tugas yang harus diselesaikan robot *Swarm*, oleh karena itu metode *Simple Maze* akan diterapkan pada Robot *Swarm* yang dalam penelitian ini menggunakan robot *Wall Follower*, dengan tujuan agar robot dapat memadamkan api dalam suatu labirin dan kembali ke *Homing* dengan jalan tersingkat.

Pada penelitian ini menggunakan metode *Engineering* dengan jenis *Forward Engineering*. Prosedur penelitian dilakukan melalui perencanaan, perancangan, pembangunan, penerapan dan pengujian metode *Simple Maze* pada Robot *Wall Follower*, sesuai atau tidak 3 bagian pada robot yang terdiri dari input yaitu sensor, yang digunakan adalah ultrasonik dan Photodiode, pengolah algoritma yaitu mikrokontroler ATmega32, serta output yaitu motor dc.

Hasil penelitian metode *Simple Maze* dari 3 bagian diatas yaitu pada sensor ultrasonik memiliki ketelitian 99,632 % dan nilai error 1,34 %, untuk sensor Photodiode error pengukuran sebesar 4,9 % , serta pada PWM motor nilai error pengukuran sebesar 5,9 %. Input, pengolah dan output bekerja saling berhubungan sesuai perintah pada algoritma yang dibuat. Pada salah satu posisi *Home* dan *Finish*, robot dengan metode *Simple Maze* membutuhkan waktu yang lebih cepat yaitu ± 2 detik untuk menyelesaikan tugas, sedangkan dengan metode konvensional waktu yang dibutuhkan ± 13 detik. Metode *Simple Maze* dapat diterapkan pada Robot *Wall Follower*.

Kata Kunci: Metode Simple Maze, Robot Wall Follower, Labirin

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Penerapan metode *Simple Maze* Pada Robot *Wall Follower* Untuk Menyelesaikan Jalur Dalam Menelusuri Sebuah Labirin”.

Terselesainya skripsi ini tidak lepas dari dukungan oleh pihak-pihak yang telah membantu baik secara materiil maupun spiritual. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, selaku Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Muhammad Harlanu M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Drs. Suryono M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Drs. Agus Suryanto M.T., ketua program studi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan karya ini.
3. Dra. Dwi Purwanti AhT,M.S., dosen wali yang telah memberikan arahan dan motivasi selama menempuh studi.
4. Tatyantoro Andrasto S.T.,M.T., Dosen Pembimbing yang selalu mendampingi dan memberikan bimbingan disertai kemudahan dalam memberikan bahan dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan selama pembuatan skripsi.

5. Dr. Djuniadi, M.T. dan Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T. sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
6. Dosen-dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama menempuh studi.
7. Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang dan Fornext Robotics yang telah memberikan fasilitas untuk tempat penelitian dan pengujian.
8. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasinya.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro (Mas Aji, Nadhif, Kamal, Topik, Ridwan dll) yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang menginspirasi dan memotivasi, serta teman-teman kost Cherry.
10. Pihak-pihak yang memberikan fasilitas alat dan bahan.

Penulis menyadari akan keterbatasan yang dimiliki sehingga masih banyak kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu adanya kritik dan saran sangat penulis harapkan. Atas kritik dan saran yang membangun penulis mengucapkan terimakasih dan semoga karya ini dapat bermanfaat.

Semarang, Mei 2015

Penulis,

Faela Shofa

NIM. 5301411042

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN.....	iii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iv
PENGESAHAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan Skripsi.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Metode Pemetaan Jalur.....	6
2.1.1. <i>Simple Maze (Maze Mapping)</i>	7

2.1.2. Cara Pemetaan Metode <i>Simple Maze</i>	7
2.2. Robot	10
2.2.1. Robot Manipulator (Tidak Bergerak)	11
2.2.1. Robot <i>Wall Follower</i> (Bergerak)	12
2.2.3. Penyusun Robot <i>Wall Follower</i>	13
2.2.3.1. Liquid Cristal Display (LCD)	13
2.2.3.2. Sistem Minimal ATmega32	14
2.2.3.3. Sensor Ultrasonik HC-SR04	18
2.2.3.4. H-Bridge Mosfet	20
2.2.3.5. Sensor Photodioda	22
2.2.3.6. PWM (Pulse Width Modulation)	24
2.2.3.7. Motor DC	25
2.3. Labirin	27
2.4. Pemrograman	28
2.4.1. Pemrograman Bahasa C dengan CV-AVR	28
2.4.1.1. Penulisan Program dalam Bahasa C pada Code Vision-AVR	29
2.4.1.2. Tipe Data	31
2.4.1.3. Program Kontrol	32
2.4.1.3.1 Percabangan	32
2.4.1.3.2 Looping (pengulangan)	34
2.4.2. EEPROM	36

BAB III METODE PENELITIAN.....	39
3.1. Metode Forward Engineering	39
3.2. Tempat Penelitian	41
3.3. Perencanaan Alat	41
3.4. Perancangan Alat	42
3.4.1. Desain Perangkat Keras Alat Penelitian	42
3.4.2. Desain Sistem Robot <i>Wall Follower</i>	43
3.4.2. Alat dan Bahan	53
3.5. Pengujian Alat	53
3.6. Pengambilan Data	54
3.7. Alur Penelitian	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1. Hasil Penelitian	61
4.1.1. Pembangunan Robot <i>Wall Follower</i>	61
4.1.2. Penerapan Metode Utama <i>Simple Maze</i>	62
4.1.3. Pengujian Sistem Otomatis	65
4.1.3.1. Pengujian Sensor Ultrasonik	65
4.1.3.2. Pengujian Sensor Photodiode	67
4.1.3.3. Pengujian PWM Aktuator	68
4.1.3.4. Pengujian Metode <i>Simple Maze</i>	70
4.1.4. Pengembangan (<i>Development</i>)	73
4.2. Pembahasan	74
4.2.1. Pembahasan Sensor Ultrasonik	75

4.2.2. Pembahasan Sensor Photodiode	79
4.2.3. Pembahasan PWM Aktuator	82
4.2.3. Pembahasan Metode <i>Simple Maze</i>	86
BAB V PENUTUP.....	92
5.1. Simpulan.....	92
5.2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pin output LCD dan deskripsi masing-masing PIN	14
Tabel 2.2. Tipe Data.....	31
Tabel 3.1. Bentuk Persimpangan	44
Tabel 3.2. Data <i>Simplifikasi</i>	46
Tabel 3.3. instrumen 1 pengambilan data sensor Ultrasonik HC-SR04	54
Tabel 3.4. instrumen 2 pengambilan data sensor photodioda	56
Tabel 3.5. instrumen 3 pengambilan data Aktuator (motor DC)	57
Tabel 3.6. instrumen 4 pengambilan data Metode <i>Simple Maze</i>	59
Table 4.1. instrumen uji sensor ultrasonic HC-SR04.....	65
Tabel 4.2. instrumen uji sensor Photodioda	68
Tabel 4.3. instrumen uji PWM motor DC.....	68
Tabel 4.4. instrumen uji program jalan robot.....	71
Tabel 4.5. instrumen uji metode <i>Simple Maze</i>	71
Tabel 4.6. persamaan sistem	74
Tabel 4.7. perbedaan Sistem	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. peta maze.....	7
Gambar 2.2. Jalur terpendek <i>wall maze</i> dan <i>line maze</i>	8
Gambar 2.3. posisi saat pemberian kode.....	8
Gambar 2.4. Manipulator robot.....	11
Gambar 2.5. Robot Bergerak	12
Gambar 2.6. LCD M1632	13
Gambar 2.7. Pinout ATmega32	16
Gambar 2.8. sensor ultrasonic HC-SR04	19
Gambar 2.9. Konfigurasi <i>H-Bridge</i> MOSFET	20
Gambar 2.10. <i>H-bridge</i> Konfigurasi MOSFET A&D <i>on</i> , B&C <i>off</i>	21
Gambar 2.11. <i>H-Bridge</i> Konfigurasi MOSFET A&D <i>off</i> , B&C <i>on</i>	21
Gambar 2.12. karakteristik photodiode.....	22
Gambar 2.13. Konsep Pemantulan LED di Lapangan	23
Gambar 2.14. sistem pembacaan ADC pada sensor	23
Gambar 2.15. Gelombang kotak yang memiliki y_{min} , y_{max} dan D	24
Gambar 2.16. Motor DC	25
Gambar 2.17. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor aturan tangan kanan	26
Gambar 2.18. Prinsip kerja motor DC	26
Gambar 2.19. Labirin	27
Gambar 3.1. Diagram blok desain perangkat keras Robot <i>Wall Follower</i>	43

Gambar 3.2. Robot <i>Wall Follower</i> dengan Metode <i>Simple Maze</i>	44
Gambar 3.3. Arena Labirin <i>Robot Wall Follower</i>	47
Gambar 3.4. Sekematik Robot <i>Wall Follower</i>	48
Gambar 3.5. Alamat atau register dan kode ascii.....	51
Gambar 3.6. Pengaturan LCD pada Code Wizard AVR.....	52
Gambar 3.7. titik pengujian Sensor HC-SR04 dengan Osiloscope.....	55
Gambar 3.8. titik pengujian Sensor Photodiode dengan Multimeter	57
Gambar 3.9. titik pengujian PWM aktuator	58
Gambar 3.10. Diagram Alur Penelitian.....	60
Gambar 4.1. spesifikasi robot <i>Wall Follower</i>	61
Gambar 4.2. spesifikasi lengkap robot <i>Wall Follower</i>	62
Gambar 4.3. grafik hubungan nilai mistar dengan nilai sensor.....	66
Gambar 4.4. pulsa sinyal sensor ultrasonic	67
Gambar 4.5. grafik hubungan antara tegangan teori dengan pengukuran.....	69
Gambar 4.6. sinyal PWM motor DC pada VP	70
Gambar 4.7. pengujian metode <i>Simple Maze</i>	73
Gambar 4.8. penempatan sensor pada robot	79
Gambar 4.9. tampilan depan CodeVisionAVR.....	80
Gambar 4.10. lembar kerja codewizard	80
Gambar 4.11. menubar file CV-AVR	83
Gambar 4.12. lembar kerja membuat file program	83
Gambar 4.13. lembar kerja CodeWizardAVR	83
Gambar 4.14. robot jalan lurus.....	86

Gambar 4.15. robot jalan belok.....	87
Gambar 4.16. robot jalan buntu	88
Gambar 4.17. <i>Simple Maze Home</i> R1 dan Finish R3.....	89
Gambar 4.18. Flow-chart metode <i>Simple Maze</i> telusur kiri.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rangkaian Robot <i>Wall Follower</i>	97
Lampiran 2. Pengukuran Sensor Ultrasonik	98
Lampiran 3. Pulsa Sinyal Sensor Ultrasonik	103
Lampiran 4. Pengukuran Sensor Photodiode	104
Lampiran 5. Pengukuran PWM Motor DC	105
Lampiran 6. Sinyal PWM Motor DC	107
Lampiran 7. Dokumentasi	108
Lampiran 8. Surat Tugas Pembimbing	109
Lampiran 9. Surat Tugas Penguji	110
Lampiran 10. Surat Penelitian di Laboratorium Teknik Elektro UNNES	111
Lampiran 11. Lembar Uji Kelayakan	112
Lampiran 12. Surat Keterangan Uji Kelayakan di Fornext Semarang	113
Lampiran 13. Lembar Uji Kelayakan	114

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia terdapat suatu ajang perlombaan yang dinamakan Kontes Robot Nasional (KRN). KRN terdiri dari beberapa divisi salah satunya yaitu divisi Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) yang meliputi kategori robot *Swarm* berkaki dan beroda. Robot *Swarm* adalah robot menggunakan roda sebagai alat geraknya mencari dan memadamkan api di arena lapangan berbentuk simulasi rumah (Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, 2015:2). Robot *Swarm* merupakan jenis robot *Wall Follower* (penelusur dinding), yaitu suatu jenis robot beroda yang memiliki sensor untuk mendeteksi suatu dinding dengan sirkuit tertentu kemudian bergerak menelusuri dinding tersebut dengan tujuan tertentu. Robot *Wall Follower* bisa disebut robot pintar, sebab merupakan gabungan dari pengolah, sensor, dan pengontrol atau aktuator, sebagaimana kalimat “An intelligent robot is a remarkably useful combination of a manipulator, sensors and controls”(Yadav, Verma and Mahanta, 2012:158).

Tahun 2014 Kontes Robot Indonesia pada kategori robot *Swarm*, terdapat ketentuan yaitu setelah robot memadamkan api, robot harus kembali ke *homing* tanpa memasuki ruang lainnya. Pada kontes sebelumnya robot *Swarm* hanya menggunakan metode penelusur dinding biasa yang tidak

dapat kembali ke *homing* setelah memadamkan api dan tidak dapat memilih jalan yang tersingkat. Tidak hanya pada Kontes Robot Pemadam Api, dalam dunia sebenarnya robot juga mulai digunakan untuk memadamkan api dikarenakan pada sektor ini berbahaya untuk manusia. Banyak ruangan yang harus dimasuki untuk menemukan titik api ketika robot memadamkan api dalam suatu gedung dan robot harus menemukan jalan terpendek untuk segera kembali ketempat awal robot berjalan yang menandakan bahwa api sudah dipadamkan atau sebaliknya. Supaya robot tidak kembali lagi ke ruangan yang sudah dimasuki dan dapat menemukan jalan terpendek untuk segera kembali ke *homing*-nya maka robot perlu suatu kemampuan untuk menyelesaikan misinya.

Dalam dunia robotik ada yang dinamakan robot *line follower*. Robot ini juga menggunakan program untuk menyelesaikan tugasnya dalam suatu *line Maze*. Pada robot ini program sudah bisa dibuat sedemikian rupa sehingga robot dapat menemukan jalur terpendek. Beberapa metode yang digunakan sebagai program dari robot *line follower* tersebut diantaranya ada metode *simple maze*, metode *flood fill*, dan metode *pledge*. Metode *Simple Maze* merupakan metode paling mendasar yang mencetuskan metode yang lainnya. Di dalamnya ber-opsi-kan untuk berjalan mengikuti dinding kiri atau dinding kanan pada proses memetakan *Maze* (Hendriawan dan Akbar,2010:91). Berawal dari metode *simple maze* muncul yang dinamakan metode *flood fill*, yaitu dengan menganalogikan sebuah air yang ditumpahkan pada sebuah *Maze* (Hendriawan dan Akbar,2010:95). Air akan mengisi

ruangan kosong yang terdekat dengan pusat. Pengembangan metode selanjutnya yaitu metode *pledge*, metode ini didesain untuk rintangan melingkar dan memiliki arah awal untuk bergerak maju (Darmawan, Hendriawan dan Akbar,2015:1). metode *pledge* merupakan perpaduan antara *Simple Maze* dan flood fill.

Dilihat dari metode yang ada, penelitian ini akan menerapkan metode *Simple Maze* pada robot *Wall Follower* dengan beberapa modifikasi untuk menyelesaikan permasalahan di atas. Modifikasi yang ada diantaranya penerapan metode yang awalnya pada robot *line follower* kemudian diaplikasikan pada *Wall Follower*, yang tadinya hanya sensor photodiode menjadi sensor ultrasonik dan yang tadinya menyederhanakan garis menjadi menyederhanakan ruangan. Metode *Simple Maze* merupakan kecerdasan buatan pada robot yang diharapkan dapat mengenali pola acak dari lapangan yang diberikan dan menentukan jalur mana yang paling efektif untuk dilalui dari start ke *finish*. Terdapat dua jenis cara *Simple Maze* yaitu telusur kanan dan telusur kiri. Telusur kanan yaitu robot menyimpan jalur dengan menelusuri dinding bagian kanan dengan sensor, sedangkan telusur kiri yaitu kebalikannya. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-Sr04. *Software* untuk mempermudah pembuatan program yaitu CV-AVR. Robot *Wall Follower* merupakan robot yang akan digunakan sebagai media penelitian algoritma dengan metode *Simple Maze*.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas dan sebagai upaya untuk memperkaya khasanah ilmu pengetahuan, maka penerapan metode *Simple*

Maze ini akan penulis tuangkan dalam sebuah penulisan skripsi dengan judul “**Penerapan Metode *Simple Maze* Pada Robot *Wall Follower* Untuk Menyelesaikan Jalur Dalam Menelusuri Sebuah Labirin**”.

1.2. Permasalahan

Permasalahan yang menjadi fokus utama dari latar belakang yang ada adalah bagaimana membuat dan menerapkan metode *Simple Maze* pada Robot *Wall Follower* untuk menyelesaikan jalur dalam menelusuri sebuah labirin.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat dan menerapkan metode *Simple Maze* pada robot *Wall Follower* untuk menyelesaikan jalur dalam menelusuri sebuah labirin.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Metode *Simple Maze* ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu program robot *Swarm* pada kontes robot nasional serta kecerdasan buatan untuk robot-robot industri.
2. Rujukan bagi peneliti lain yang akan melakukan pengembangan atau penelitian selanjutnya.

1.5. Batasan Masalah

Pada penelitian ini metode *Simple Maze* yang dibuat hanya untuk metode penelusuran kiri pada robot *Wall Follower* dengan 3 buah sensor

ultrasonik dan 1 buah sensor photodiode, serta track robot yang telah ditentukan.

1.6. Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi untuk mempermudah pemahaman tentang struktur dan isi skripsi. Sistematika penulisan skripsi dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu: bagian pendahuluan, isi dan penutup.

Bagian pendahuluan, berisi: halaman judul, persetujuan pembimbing, halaman pengesahan, halaman pernyataan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

Bagian Isi, terdiri dari lima bab yaitu:

Bab 1 Pendahuluan, bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan, manfaat, batasan masalah, sistematika penulisan skripsi.

Bab 2 Landasan Teori, bab ini berisi kajian mengenai landasan teori yang mendasari penelitian.

Bab 3 Metode penelitian berisi tentang metode yang digunakan, tempat pelaksanaan penelitian, desain alat, prinsip kerja metode *Simple Maze*, alat dan bahan yang digunakan, pengambilan data, dan diagram alur penelitian.

Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan, berisi tentang hasil-hasil dari penelitian dan pembahasan dari penelitian.

Bab 5 Penutup, terdiri dari simpulan dan saran-saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Bagian Penutup, bagian ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Metode Pemetaan Jalur

Pemetaan jalur yang dimaksud adalah pengelompokan jalu-jalur untuk mendapatkan peta jalur tersingkat. Pemetaan jalur ini banyak digunakan pada permainan labirin untuk menemukan jalan keluar, dan bisa kembali ketempat semula dengan jalur tersingkatnya. Pada waktu ini yang banyak diperbincangkan yaitu permainan labirin pada line follower. Banyak metode yang digunakan untuk pemetaan jalur pada permainan labirin, antara lain metode *simple maze*, metode *flood fill*, dan metode *pledge*.

Metode *Simple Maze* merupakan metode paling mendasar yang mencetuskan metode yang lainnya. Di dalamnya ber-opsi-kan untuk berjalan mengikuti dinding kiri atau dinding kanan pada proses memetakan *Maze* (Hendriawan dan Akbar,2010:91). Penelusuran dinding kiri, ketika pada robot lebih mengutamakan pembacaan sensor kiri untuk pedoman jalan robot, sedangkan pada penelusuran kanan, robot akan mengutamakan pembacaan sensor kanan untuk pedoman jalan robot. Berawal dari metode paling dasar yaitu *simple maze*, memunculkan metode yang lain. Metode *flood fill*, yaitu dengan menganalogikan sebuah air yang ditumpahkan pada sebuah *Maze* (Hendriawan dan Akbar,2010:95). Air akan mengisi ruangan kosong yang terdekat dengan pusat. Pengembangan metode selanjutnya yaitu metode

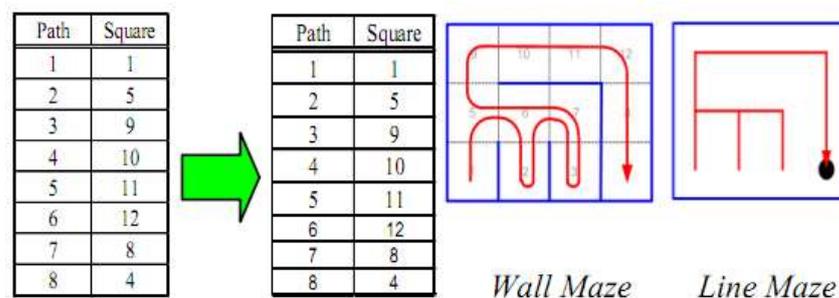
pledge, metode ini didesain untuk rintangan melingkar dan memiliki arah awal untuk bergerak maju (Darmawan, Hendriawan dan Akbar,2015:1).

2.1.1. Simple Maze (Maze Mapping)

Maze mapping merupakan metode yang digunakan untuk *mapping*, yakni mencari dan menggambarkan peta jalan keluar dari *Maze*. “There are two types of Wall Follower algorithm: left-hand rule and right-hand rule”(Saman and Abdramane,2013:22), *Maze mapping* pada umumnya diberbagai sumber menjelaskan dengan istilah *path mapping* yang konsep dasar dalam pencariannya mengikuti aturan *Wall Follower* atau *left/right hand rule*.

Path mapping adalah mode *Maze mapping* yang digunakan pada robot *Wall Follower*. Metode ini merupakan *the basic algorithm*. Terdapat pilihan untuk berjalan yaitu mengikuti dinding kiri atau dinding kanan pada proses memetakan *maze*. Selanjutnya, bila peta yang sudah dibuat tersebut dijalankan, maka robot bisa kembali ke posisi *start* melalui jalur terpendeknya atau mampu juga mengulangi kembali melewati jalur terpendek dari start menuju *finish*.

2.1.2. Cara Pemetaan Metode Simple Maze



Gambar 2.1. peta *Maze* (Hendriawan dan Akbar,2010:91)

Contoh salah satu kasus seperti ini dengan *maze* berupa *wall* dan menggunakan *right Wall Follower* sebagai metode pemetaannya, maka diperoleh:

Hasil pemetaan : 1,5,6,2,6,7,3,7,6,5,9,10,11,12,8,4

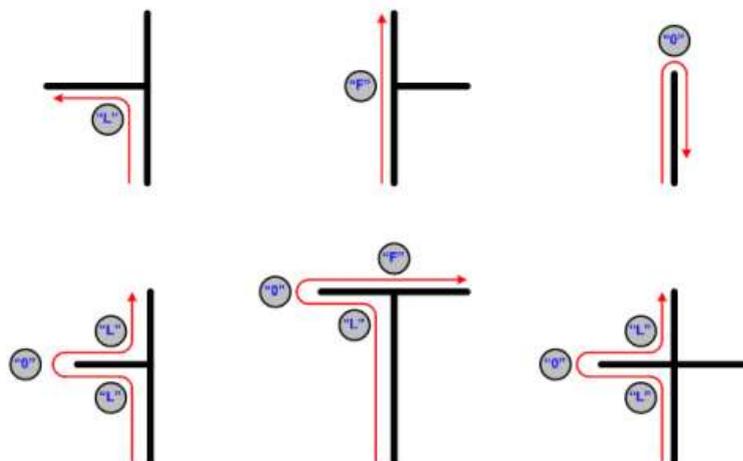
Jalur terpendek : 1,5,9,10,11,12,8,4



Gambar 2.2. Jalur terpendek *wall Maze* dan *line Maze*

Prinsip dasar dari *maze mapping* ini adalah bahwa robot pada saat menjumpai persimpangan maka untuk aksinya robot akan mengutamakan belok kiri dibanding lurus atau belok kanan, bila tidak ada pilihan belok kiri maka lurus. Sehingga bila tidak dijumpai pilihan belok kiri maka robot akan mengambil jalan lurus.

Berikut adalah contoh gambar, bagaimana cara pemberian kode pada saat proses *mapping*.



Gambar 2.3. posisi saat pemberian kode

Pada saat *search*, robot akan melakukan proses *mappig* dengan cara memberikan kode pada setiap kali robot menjumpai persimpangan dan jalan yang terputus, lalu kode-kode tersebut disimpan dalam memori robot. Kode yang diberikan ini akan tersusun terus setiap kali robot berjumpa dengan persimpangan dan jalan yang terputus sampai dengan robot mencapai posisi target (*finish*). Adapun kode-kode yang digunakan pada saat *mapping* adalah:

- “L” berarti *left*. Ini menandakan bahwa robot telah melakukan belok kiri karena melewati persimpangan.
- “F” berarti *forward* atau jalan terus. Ini menandakan kalau robot melakukan jalan terus karena bertemu dengan persimpangan tiga dengan pilihan lurus atau belok kanan.
- “0” berarti robot berjumpa dengan jalan yang terputus dan berjalan kembali ke persimpangan yang terakhir.

Setelah kode-kode tersusun, maka untuk menemukan jalan keluar dari *maze* tersebut perlu dilakukan penyederhanaan, sehingga diperoleh susunan kode-kode yang baru. Kunci dari jalan keluar adalah bila tidak ada lagi kode “0”. Itu mengartikan bahwa sudah tidak bertemu lagi dengan jalan terputus.

Dalam melakukan penyederhanaan susunan kode-kode ini, diperlukan sebuah formulasi. Adapun formulasi tersebut adalah sebagai berikut:

Konversi1:

L-0-L = F F-0-L = R L-0-F = R F-0-F = B

Konversi2:

F-B = 0 F-B-F = 0 L-B-F = R F-B-L = R

R-B-L = 0 L-B-L = F L-0-R = B R-0-L = B

L-B-R = 0

Penyederhanaan prosesnya dilakukan bisa dengan satu kali konversi atau dua kali konversi. Pertama kali dilakukan dengan aturan konversi1, bila setelah dikonversi menemukan kode “B” maka harus disederhanakan lagi dengan aturan konversi2.

2.2. Robot

Kata Robot berasal dari kata “robota” yang berarti tenaga kasar atau pelayan (Umam,2013:36). Robot merupakan sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Robot pada awalnya diciptakan untuk menggantikan kerja manusia untuk sesuatu yang berulang, membutuhkan ketepatan yang tinggi dan juga untuk menggantikan manusia bila harus berhubungan dengan daerah berbahaya. Namun seiring berkembangnya teknologi, berbagai robot dibuat dengan spesialisasi atau keistimewaan tertentu. Banyak bermunculan berbagai jenis robot diantaranya robot manipulator dan robot bergerak.

2.2.1. Robot Manipulator (Tidak Bergerak)

Robot manipulator atau *robot arm* memiliki konstruksi mirip seperti lengan manusia dengan lengan-lengan kaku yang terhubung secara seri yang dapat bergerak memutar dan memanjang atau memendek (Umam ,2013:36). Robot jenis ini berfungsi untuk melakukan pekerjaan berat yang membutuhkan tingkat ketelitian tinggi dengan tujuan meningkatkan proses produksi industri. Pada robot industri, manipulator merupakan sebuah rangkaian benda kaku yang terdiri atas sendi dan terhubung dengan lengan. Manipulator yang sering dipakai sebagai robot industri pada dasarnya terdiri atas struktur mekanik, penggerak (aktuator), sensor dan sistem kontrol. Salah satu bentuk dari manipulator sebagai berikut.



Gambar 2.4. *Manipulator robot*

2.2.2. Robot *Wall Follower* (Bergerak)

Robot bergerak atau *mobile robot* adalah robot yang dapat bergerak atau berpindah tempat dengan menggunakan roda atau tiruan bentuk kaki (Suradana dan Sudiarsa,2013:96). Penggunaan roda atau tiruan bentuk kaki pada robot bergerak, mempunyai keuntungan sendiri-sendiri sesuai dengan tujuannya. Pada penggerak dengan roda akan memberikan kecepatan dalam melintasi bidang yang rata, dan kemudahan dalam desain serta implementasi, sedangkan penggerak pada robot dengan tiruan bentuk kaki akan memudahkan robot untuk bergerak di daerah yang halus atau kasar, memanjat tangga, menghindar, dan melangkah di atas halangan.



Gambar 2.5. Robot Bergerak

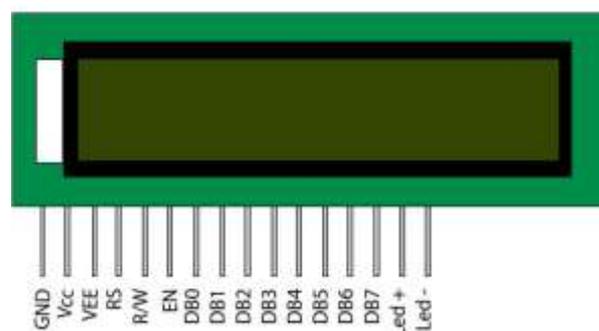
Robot *Wall Follower* termasuk dalam robot yang bergerak, yaitu robot dengan roda sebagai alat geraknya dan sensor ultrasonik sebagai indra penunjuk jalan dalam menelusuri dinding. Robot berjalan dengan pembacaan jarak antara dinding ke sensor ultrasonik pada robot, oleh sebab itulah dinamakan Robot *Wall Follower* atau robot pengikut dinding.

2.2.3. Penyusun Robot *Wall Follower*

Robot *Wall Follower* ini komponen utamanya yaitu sensor ultrasonik, ATmega32 dan aktuator. Penyusun lengkap robot *wall follower* dapat dilihat sebagai berikut.

2.2.3.1. Liquid Cristal Display (LCD)

LCD adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD banyak digunakan sebagai display dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital dan sebagainya. Tipe LCD yang digunakan yaitu M1631, tipe ini dilengkapi dengan HD44780 sebagai pengendali LCD yang memiliki CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) yang digunakan untuk mengembangkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut telah ditentukan secara permanen dari HD44780, CGRAM (*Character Generator Random Acces Memory*) yang digunakan untuk mengembangkan pola sebuah karakter dan DDRAM (*Display Data Random Acces Memory*) sebagai memori tempat kedudukan karakter yang ditampilkan.



Gambar 2.6. LCD M1632 (Segara, B. 2014)

LCD M1632 memiliki konsumsi daya yang rendah dan memiliki tampilan 2 x 16 karakter, tabel 2.1. berikut ini adalah konfigurasi output pin LCD.

Tabel 2.1. Pin output LCD dan deskripsi masing-masing PIN

Nama Pin	Diskripsi
VCC	+5V
GND	0V
VEE	+5V
RS	Register Select, 0 = register perintah, 1 = register data
R/W	1 = Read, 0 = Write
EN	Enable clock LCD
D0-D7	Data Bus 0 sampai 7
+/-	Tegangan positif/negatif backlight

2.2.3.2. Sistem Minimal ATmega32

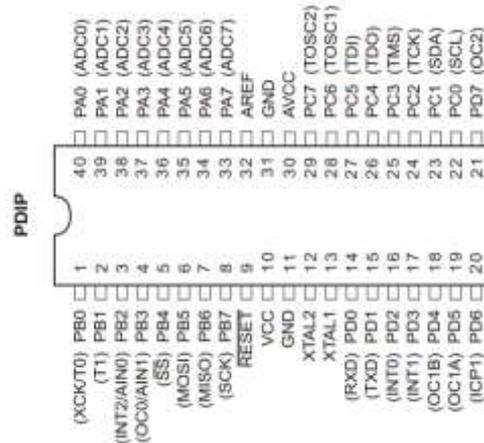
Disebut sistem minimal karena pemakaian komponen hardware yang digunakan merupakan kebutuhan yang paling minimal agar sebuah prosesor dapat bekerja. Sistem minimum ATmega32 tersusun dari komponen utama yaitu mikrokontroler ATmega32 dan X-tal yang berfungsi sebagai sumber clock. “Pemrograman mikrokontroler ATmega32 dapat menggunakan *low level language* (assembly) dan *high level language* (C, Basic, Pascal, JAVA, dll) tergantung compiler yang digunakan” (Andrianto, 2013:7). ATmega32 dirancang sesuai dengan arsitektur Harvard yaitu “memisahkan memori kode program dan memori data sehingga dapat memaksimalkan kinerja. Instruksi-

instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu sistem clock karena pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil (*pre-fetched*) dari memori program” (Bejo, 2008:13).

Fitur yang dimiliki mikrokontroler ATmega32 memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan dengan keluarga mikrokontroler sebelumnya. Fitur ATmega32 yaitu:

- 1) Memiliki 133 instruksi yang sebagian besar dieksekusi dalam siklus clock
- 2) Memiliki 32 x 8 register serbaguna
- 3) Kecepatan sampai 16 MIPS dengan clock 16 MHz
- 4) 32Kbyte Flash memori program yang memiliki fasilitas In-System Self Programming
- 5) Mempunyai 1024Byte EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) yaitu memori internal sebagai tempat menyimpan data semi-permanen
- 6) Kapasitas Memori SRAM sebesar 2 Kbyte
- 7) Write/Errase 10.000 Flash/100.000 EEPROM
- 8) Dua buah timer/counter 8-bit dan satu timer/counter 16 bit
- 9) Memiliki 4 channel PWM
- 10) Memiliki 8 channel ADC 10 bit
- 11) Kompatible dengan serial USART
- 12) Master/Slave SPI serial Interface
- 13) On Chip Analog Comparator

14) Tegangan Operasi 4,5 – 5,5 Volts



Gambar 2.7. Pinout ATmega32 (Siagian, P. 2011).

Fungsi dari pinout ATmega32 tersebut adalah sebagai berikut:

- VCC (*power supply*)
- GND (*ground*)
- Port A (PA7.. PA0)

Port A berfungsi sebagai *input* analog pada A/D Konverter. Port A juga berfungsi sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D Konverter tidak digunakan. Pin – Pin Port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara *eksternal* ditarik rendah, pin – pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor

internal pull-up diaktifkan. Pin Port A adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- Port B (PB7..PB0)

Fungsi Khusus:

SCK (Serial Clock), MISO (Master Input/Slave Output), MOSI (Master Output/Slave Input), SS (Slave Select Input), AIN1 (Analog Comparator Negative Input)/ OC0 (Output Compare Match Output), AIN0 (Analog Comparator Positive Input)/ INT2 (External Interrupt 2 input), T1 (Timer/Counter1), T0 (Timer/Counter0)/XCK (UASRT External Clock Input/Output).

Port B adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal *pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit).

- Port C (PC7..PC0)

Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal *pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port C output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan.

Fungsi khusus:

TOSC2 (Timer Oscillator Pin2), TOSC1 (Timer Oscillator Pin1), TDI (Test Data In), TDO (Test Data Out), TMS (Test Mode

Select), TCK (Test Clock), SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line), SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line).

- Port D (PD0..PD7)

Port D adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit).

Fungsi khusus:

OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output), ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin), OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output), OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output), INT1 (External Interrupt 1 Input), INT0 (External Interrupt 0 Input), TXD (USART Output Pin), RXD (USART Input Pin).

- RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal
- AVCC merupakan pin penyedia tegangan untuk port A dan A/D Konverter
- AREF adalah pin referensi analog untuk A/D konverter.

2.2.3.3. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik dipancarkan kemudian diterima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu

terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor HC-SR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonik PING buatan parallax. Perbedaannya terletak pada pin yang digunakan. HC-SR04 menggunakan 4 pin sedangkan PING buatan parallax menggunakan 3 pin, seperti pada gambar 2.8. berikut.



Gambar 2.8. sensor ultrasonik HC-SR04 (<http://www.digi-bytes.com>).

Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek. Sehingga jarak dapat ditentukan menggunakan rumus dibawah ini:

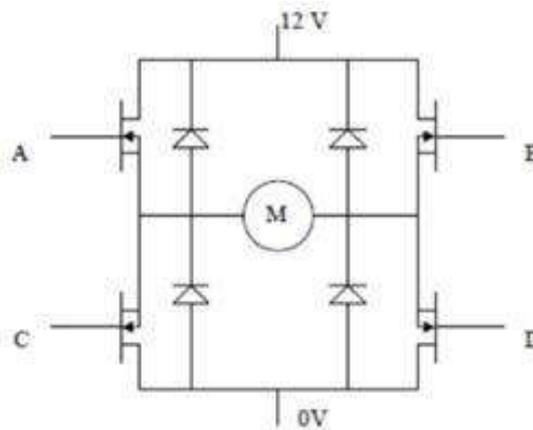
$$jarak = \left(\frac{t_{IN}(s) \times 344 (m/s)}{2} \right)$$

Pada Sensor HC-SR04 pin trigger dan output diletakkan terpisah. Sensor ini mempunyai kisaran jangkauan maksimal 400-500 cm. Selain itu sensor HC-SR04 memiliki sudut deteksi terbaik pada 15 derajat, dengan tegangan kerja 5V DC. Kualitas diatas sensor HC-SR04 ada yang namanya sensor SRF04, sensor ini “tidak dapat

mendeteksi obyek jarak di atas 10cm dengan posisi obyek berada pada sudut 60° keatas dari sensor SRF04” (Putri *et al*, 2009:23).

2.2.3.4. H-Bridge Mosfet

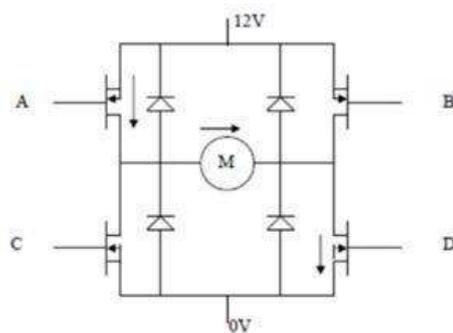
H-bridge adalah sebuah perangkat keras berupa rangkaian yang berfungsi untuk menggerakkan motor. Disebut *H-bridge* karena bentuk rangkaiannya yang menyerupai huruf H seperti pada Gambar 2.9. berikut.



Gambar 2.9. Konfigurasi *H-Bridge* MOSFET

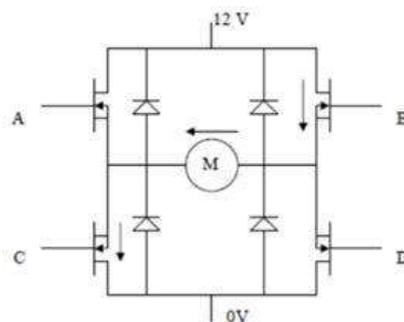
Rangkaian ini terdiri dari dua buah MOSFET kanal P dan dua buah MOSFET kanal N. Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan mengatur mati hidupnya ke empat MOSFET tersebut. Huruf M pada gambar adalah motor DC yang akan dikendalikan. Bagian atas rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub positif, sedangkan bagian bawah rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub negatif. Pada saat MOSFET A dan MOSFET D *on* sedangkan MOSFET B dan MOSFET C *off*, maka sisi kiri dari gambar motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya,

sedangkan sisi sebelah kanan motor akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya sehingga motor akan bergerak searah jarum jam dijelaskan pada Gambar 2.10. berikut.



Gambar 2.10. *H-Bridge* Konfigurasi MOSFET A&D *on*, B&C *off*

Sebaliknya, jika MOSFET B dan MOSFET C *on* sedangkan MOSFET A dan MOSFET D *off*, maka sisi kanan motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya sedangkan sisi kiri motor terhubung dengan kutub negatif dari catu daya. Maka motor akan bergerak berlawanan arah jarum jam dijelaskan pada Gambar 2.11. berikut.



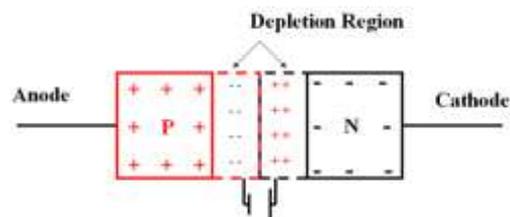
Gambar 2.11. *H-Bridge* Konfigurasi MOSFET A&D *off*, B&C *on*

Konfigurasi lainnya adalah apabila MOSFET A dan MOSFET B *on* sedangkan MOSFET C dan MOSFET D *off*. Konfigurasi ini akan menyebabkan sisi kiri dan kanan motor terhubung pada kutub yang

sama yaitu kutub positif sehingga tidak ada perbedaan tegangan diantara dua buah polaritas motor, sehingga motor akan diam. Konfigurasi seperti ini disebut dengan konfigurasi *break*. Begitu pula jika MOSFET C dan MOSFET D saklar *on*, sedangkan MOSFET A dan MOSFET B *off*, kedua polaritas motor akan terhubung pada kutub negatif catu daya. Maka tidak ada perbedaan tegangan pada kedua polaritas motor, dan motor akan diam. Konfigurasi yang harus dihindari adalah pada saat MOSFET A dan MOSFET C *on* secara bersamaan atau MOSFET B dan MOSFET D *on* secara bersamaan. Pada konfigurasi ini akan terjadi hubungan arus singkat antara positif catu daya dengan kutub negatif catu daya (Pratama, 2014:24).

2.2.3.5. Sensor Photodioda

Sensor photodioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodioda akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara reverse sebagaimana photodioda pada umumnya.



Gambar 2.12. karakteristik photodioda (<http://www.electronics-tutorials.ws>)

Sensor photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (*photodetector*). Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk

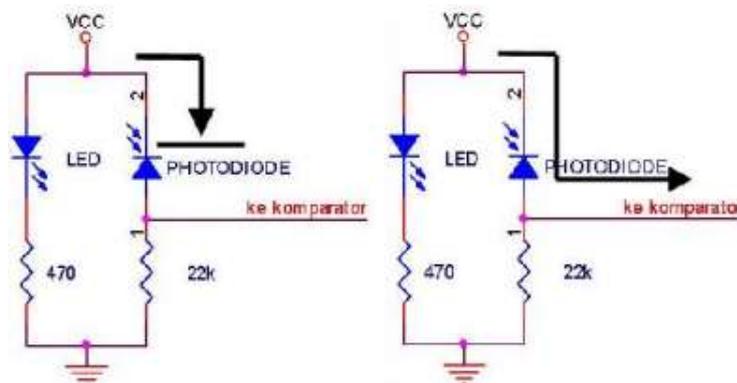
fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Konsep pemantulan sensor photodiode terhadap jalur garis dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 2.13. Konsep Pemantulan LED di Lapangan

(Yultrisna,2013:89)

Berikut ini prinsip dan gambaran kerja dari sensor photodiode.

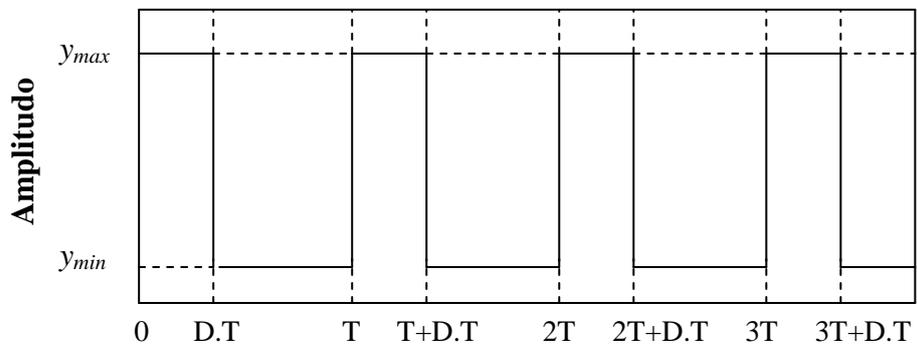


Gambar 2.14. sistem pembacaan ADC pada sensor (Yultrisna,2013:89)

Pada saat photodiode tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat diasumsikan tak hingga, sehingga tidak ada arus bocor yang mengalir menuju komparator. Sedangkan pada saat photodiode terkena cahaya, maka photodiode akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil, sehingga akan ada arus bocor yang mengalir ke komparator.

2.2.3.6. PWM (Pulse Width Modulation)

“Pulse Width Modulation menggunakan gelombang kotak dengan *duty cycle* tertentu menghasilkan berbagai nilai rata-rata dari suatu bentuk gelombang” (Andrianto,2013:149). Jika kita menganggap bentuk gelombang kotak $f(t)$ dengan nilai batas bawah y_{min} , batas atas y_{max} dan *duty cycle* D , seperti dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Gelombang kotak yang memiliki y_{min} , y_{max} dan D

(Andrianto,2013:149)

Nilai rata-rata dari gelombang di atas adalah:

$$\bar{y} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

Jika $f(t)$ adalah gelombang kotak, maka nilai y_{max} adalah dari $0 < t < D.T$ dan nilai y_{min} dari $D.T < t < T$. Dari pernyataan di atas didapat:

$$\begin{aligned} \bar{y} &= \frac{1}{T} \left(\int_0^{D.T} y_{max} dt + \int_{D.T}^T y_{min} dt \right) \\ &= \frac{D.T \cdot y_{max} + T(1 - D)y_{min}}{T} \\ &= D \cdot y_{max} + (1 - D)y_{min} \end{aligned}$$

$$\bar{y} = D \cdot y_{max} \dots\dots\dots(2.1)$$

Persamaan di atas dapat disederhanakan dalam berbagai kasus dimana $y_{\min} = 0$ sehingga kita mendapat bentuk persamaan akhir $\bar{y} = D \cdot y_{\max}$. Dalam persamaan terlihat bahwa nilai rata-rata dari sinyal (\bar{y}) secara langsung bergantung pada *duty cycle* D (Andrianto,2013:150).

PWM yang membuat motor DC dapat mempercepat putaran dan memperlambat putarannya. Telah disebutkan di atas bahwa yang mempengaruhi nilai PWM yaitu nilai *duty cycle*. Semakin lebar *duty cycle* positifnya maka semakin cepat motor berputar, jika PWM pada aktif High. *Duty cycle* akan bekerja sebaliknya jika PWM pada aktif low. Hal ini dapat terjadi dengan mengatur keluaran pulsanya inverting atau non-inverting. Keluaran inverting atau non-inverting menghasilkan kerja yang sama sesuai kebutuhan pengguna.

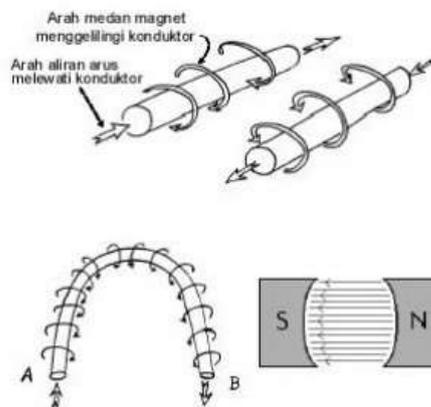
2.2.3.7. Motor DC

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Bagian utama motor DC adalah stator dan rotor dimana kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar).

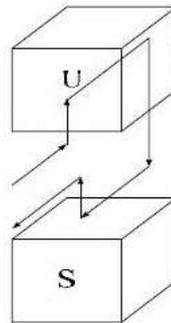


Gambar 2.16. Motor DC (elektronika-dasar.web.id)

Prinsip dasar cara kerja motor DC yaitu jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet disekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh aliran arus pada konduktor dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.17. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor aturan tangan kanan (elektronika-dasar.web.id)



Gambar 2.18. Prinsip kerja motor DC (elektronika-dasar.web.id)

Supaya proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar dari pada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan akan menimbulkan perputaran pada motor.

2.3. Labirin

Labirin pada dunia robotik biasa disebut dengan maze. Ada 2 macam maze yaitu *line maze* dan *wall maze*. *Line maze* merupakan jalur rumit dengan bentuk garis, sedangkan *wall maze* merupakan jalur rumit dengan bentuk ruangan bertembok tanpa atap. Pada penelitian ini menggunakan *wall maze* karena untuk robot *wall follower* atau robot pengikut dinding. *Wall maze* atau labirin merupakan tempat yang penuh dengan jalan dan lorong yang berliku-liku dan simpang siur atau sesuatu yang sangat rumit dan berbeli-belit (KBBI Online,2015). Pengertian labirin dari penjelasan tersebut dapat digambarkan bahwa labirin adalah sebuah gedung yang memiliki banyak jalur dan persimpangan.



Gambar 2.19. Labirin

Labirin telah digunakan untuk berbagai kepentingan, mulai proteksi keamanan hingga hiburan. Pada umumnya, labirin dibuat untuk tujuan hiburan. Dalam kehidupan, labirin dapat ditemukan pada susunan jalan kecil atau gang-gang di kawasan perumahan. Hal ini akan menyebabkan kesulitan

bagi orang asing untuk mencari jalan keluar, bila mengetahui metode untuk keluar dari labirin, ia dapat dengan mudah mengatasi kesulitan.

Dalam penelitian ini dibuat track dengan beberapa ruangan dan persimpangan yang menghasilkan jalur cukup rumit. Disebabkan jalur track yang cukup rumit tersebut, maka dipilih kata labirin untuk menyebut track yang digunakan dalam penelitian. Jumlah ruangan dan persimpangan yang banyak seperti pada gambar 2.19. sering menyebabkan kesulitan untuk keluar dari labirin. Banyaknya kesulitan dan kebingungan yang muncul tersebut, maka dipilih labirin untuk menguji metode *simple maze* pada penelitian ini. Track dibuat seperti labirin untuk gambaran miniatur dari sebuah gedung, ketika terjadi dalam dunia nyata. Labirin dalam penelitian ini dibuat dari bahan kayu dengan banyak persimpangan dan ruangan yaitu 6 ruangan serta ukuran panjang $\pm 150\text{cm}$ dan lebar $\pm 50\text{cm}$.

2.4. Pemrograman

Pembuatan metode *simple maze* diperlukan bantuan dari sebuah aplikasi pemrograman. Aplikasi pemrograman ini untuk mempermudah pembacaan dalam bahasa pemrograman. Dalam penelitian ini digunakan aplikasi pemrograman Code Vision-AVR dengan bahasa pemrograman yaitu bahasa C.

2.4.1. Pemrograman Bahasa C dengan CV-AVR

C adalah “bahasa yang standart, artinya suatu program yang ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat dikompilasi dengan

versi bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi” (Jogiyanto,2006:1). Dalam penelitian ini pemrograman bahasa C menggunakan bantuan *software* yaitu Code Vision – AVR (CV-AVR).

2.4.1.1. Penulisan Program dalam Bahasa C pada CodeVision-AVR

```
#include <mega32.h>
#include <delay.h>
#define      IRsensor      PINA.0
#define      pompa         PORTB.0
```

```
//variable global
Unsigned int I,j;
```

Preprocessor (#):
Digunakan untuk memasukan (*include*) *text* dari *file* lain dan mendefinisikan macro

```
Void main(void)
{
//variable lokal
Char data_rx;
DDRA=0x00;
PORTA=0xFF;
DDRB=0xFF;
PORTB=0x00;
.....
```

/*
...komentar untuk beberapa baris
../*
Atau jika untuk satu baris saja
//...komentar...

Inisialisasi

While(1)

```
{
.....
.....
.....
};
}
```

Program Utama
 Program akan berulang terus karena syarat *while* (1) akan selalu menghasilkan nilai benar (*true*)

Penjelasan:

“Preprocessor (#) : Digunakan untuk memasukkan (*include*) *text* dari *file* lain, mendefinisikan macro yang dapat mengurangi beban kerja pemrograman dan meningkatkan *legibility source code* (mudah dibaca)” (Andrianto,2013:24).

#define : digunakan untuk mendefinisikan macro

Contoh: #define ALFA 0xff
 #define SUM(a,b) a+b
 #define sensor PINA.2
 #define pompa PORTB.0

Komentar

Penulisan komentar untuk beberapa baris komentar sekaligus

```
/*
...komentar
...*/
```

Penulisan komentar untuk satu baris saja

```
//...komentar...
```

2.4.1.2. Tipe Data

Tabel 2.2. Tipe Data

Tipe	Ukuran (<i>Bit</i>)	<i>Range</i>
Bit	1	0,1 (Tipe data bit hanya dapat digunakan untuk <i>variable global</i>)
Char	8	-128 to 127
Unsigned char	8	0 to 255
Signed char	8	-128 to 127
Int	16	-32768 to 32767
Short int	16	-32768 to 32767
Unsigned int	16	0 to 65535
Signed int	16	-32768 to 32767
Long int	32	-2147483648 to 2147483647
Unsigned long int	32	0 to 4294967295
Signed long int	32	-2147483648 to 2147483647
Float	32	$\pm 1.175e-38$ to $\pm 3.402e38$
Double	32	$\pm 1.175e-38$ to $\pm 3.402e38$

(Andrianto, 2013:25)

2.4.1.3. Program Kontrol

2.4.1.3.1 Percabangan

Perintah *if* dan *if ... else ...*

Perintah *if* dan *if ... else...* digunakan untuk melakukan operasi percabangan bersyarat. Fungsi-fungsi untuk menetapkan kondisi dapat dilihat dalam tabel. Sintaks penulisan *if* dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{If}(\langle \text{expression} \rangle) \langle \text{statement} \rangle;$$

Sintak perintah *if... else...* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{If}(\langle \text{expression} \rangle) \langle \text{statement1} \rangle;$$
$$\text{Else} \langle \text{statement2} \rangle;$$

Jika hasil testing *expression* memberikan hasil tidak nol statement 1 akan dilaksanakan. Pada keadaan sebaliknya *statement2* yang akan dilaksanakan. Sebaiknya pemanfaatan perintah *if* untuk beberapa kondisi dilakukan dengan menggunakan blok-blok.

Percabangan *switch*

Perintah percabangan *if... else...* dapat digantikan dengan perintah *switch*.

Dalam pernyataan *switch*, sebuah variable secara berurutan diuji oleh beberapa konstanta bilangan

bulat atau konstanta karakter. Sintaks perintah *switch* dapat ditulis sebagai berikut:

```
Switch(variable)  
  
{  
  
  Case konstanta_1: statement;  
      break;  
  
  Case konstanta_2: statement;  
      break;  
  
  Case konstanta_n: statement;  
      break;  
  
  default:      statement;  
  
}
```

Hal-hal yang harus diperhatikan:

1. *Switch* hanya dapat memeriksa variable terhadap sebuah konstanta, sedangkan *if* dapat memeriksa persyaratan perbandingan (lebih besar, lebih kecil dan seterusnya)
2. Tidak ada dua konstanta yang sama di dalam sebuah *switch*.
3. Perintah *switch* jika dimanfaatkan dengan tepat dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada

perintah *if... else...* yang membentuk tangga dan/atau bersarang.

2.4.1.3.2 *Looping* (pengulangan)

Looping adalah pengulangan satu atau beberapa perintah sampai mencapai keadaan tertentu. Ada tiga perintah *looping*, yaitu: *for...*, *while...*, dan *do...while...*. Sintaks *loop for* dapat dituliskan sebagai berikut:

for

Untuk pengulangan yang melakukan proses *increment*

```
for(nama_variable =  
nilai_awal;syarat_loop;nama_variable++)  
{  
Statement_yang_diulang;  
}
```

```
//untuk pengulangan yang melakukan proses  
decrement  
for(nama_variable=nilai_awal;syarat_loop:nama_variable--)  
{  
Statement_yang_diulang;  
}
```

Syarat_loop adalah pernyataan relasional yang menyatakan syarat berhentinya pengulangan, biasanya berkaitan dengan *variable control*, *nama_variable++* dan *nama_variable--*, menyatakan proses *increment* dan proses *decrement* pada *variable* kontrol.

While

Perintah *while* dapat melakukan *looping* apabila persyaratannya benar. Sintaks perintah *while* dapat dituliskan sebagai berikut:

```
nama_variable = nilai_awal;  
while (syarat_loop)  
{  
Statement_yang_akan_diulang;  
nama_variable++;  
}
```

Do... while

Perintah *while* terlebih dahulu melakukan pengujian persyaratan sebelum melakukan *looping*. Kadang-kadang hal ini menimbulkan kerepotan-kerepotan yang tidak perlu, misalnya inisialisasi *variable control*. Salah satu solusi adalah dengan menggunakan loop *do...while*.

```

Nama_variable = nilai_awal;

do

{

Statement_yang_akan_diulang;

Nama_variable++;

}

While(syarat_loop)

```

2.4.2. EEPROM

“EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) adalah memori yang masih dapat menyimpan data walaupun catu daya dimatikan. Operasi baca/tulis data ke EEPROM dapat dilakukan saat program berjalan. Untuk mengakses EEPROM dilakukan dengan cara menentukan EEPROM *Address Register*, EEPROM *data register*, dan EEPROM *Control Register*”(Andrianto,2013:119).

Untuk mengakses EEPROM pada bahasa C (CodeVisionAVR), variable yang menggunakan memori eeprom harus didefinisikan sebagai variable global.

Missal:

```

eeprom int a[10];
eeprom unsigned char status_port;

```

praktek Baca /tuliskan data ke EEPROM

buatlah program baca/tulis data ke EEPROM:

- Jika PINA.0 ditekan maka dilakukan operasi increment kemudian data disimpan ke *variable* a dan ditampilkan pada LED yang terhubung ke PORTC.
- Jika PINA.1 ditekan maka dilakukan operasi decrement kemudian data disimpan ke *variable* a dan ditampilkan pada LED yang terhubung ke PORTC.
- Supaya data di *variable* a tidak hilang jika *supply* dipadamkan , maka data yang ada di *variable* a di simpan pada memori EEPROM. Ketika *supply* dipadamkan kemudian dinyatakan kembali data terakhir akan diambil dari EEPROM dan ditampilkan pada LED yang terhubung pada PORTC.

Program:

```
#include <mega16.h>

#include <delay.h>

eeprom unsigned char status_port; //variable global

unsigned char a;

void main()

{

DDRC=255; //PORTC sebagai output

PORTC=0; //output Low
```

```
DDRA=0;                //PORTA sebagai input
PORTA=255;             //output pull up diaktifkan
a=status_port;
PORTC=~a;
while(1)
{
if(PINA.0==0){ a=a+1;PORTC=~a;delay_ms(1000);
}
if(PINA.1==0){ a=a-1;PORTC=~a;delay_ms(1000);
}
status_port=a;
};
}
```

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode *Forward Engineering*

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Engineering* dengan jenis *Forward Engineering*. Metode *Engineering* merupakan penelitian yang memberikan hasil dapat berupa model, formula, algoritma, struktur, arsitektur, produk, maupun sistem yang telah teruji (Subiyantoro, 2013). Terdapat tahapan yang harus dilakukan pada metode *Forward Engineering* yaitu tahap perancangan dan tahap pembangunan, atau untuk lengkapnya dimulai dari perencanaan, perancangan, pembangunan dan penerapan (Subiyantoro, 2013). Tahap perancangan merupakan tahap pembuatan gambaran awal tentang sistem dari produk penelitian. Setelah perancangan semua sistem selesai maka lanjut pada tahap kedua yaitu tahap pembangunan. Tahap pembangunan merupakan tahap membuat produk dari penelitian dan menguji produk tersebut.

Tahapan-tahapan secara lengkap pada metode *Forward Engineering* dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Perencanaan adalah proses mendefinisikan apa yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan (Laila,2014). Didalam perencanaan terdapat penjelasan tentang produk yang akan dibuat, cara kerja dan tujuan dari produk tersebut.

2. Perancangan adalah proses untuk membuat dan mendesain sistem yang baru (Budiwahjuningsih,2014). Pembuatan desain dalam tahapan perancangan disesuaikan dengan produk yang akan dihasilkan pada tahapan perencanaan. Perancangan dapat meliputi desain hardware dan desain sistem. Desain hardware merupakan desain perangkat keras yang akan dihasilkan nantinya, sedangkan desain sistem merupakan desain perangkat lunak bisa berupa program untuk mengatur kerja dari hardware yang dihasilkan.
3. Menurut Kleinjans dalam www.pengertianpakar.com (2014) dikatakan bahwa, “pembangunan atau pembuatan adalah suatu proses pencapaian pengetahuan dan keterampilan baru”. Pada penelitian ini pembangunan lebih diartikan pada pembuatan produk, baik produk hardware maupun software. Hasil dari tahapan pembangunan merupakan realisasi nyata dari tahapan perancangan.
4. Penerapan adalah suatu perbuatan mempraktekkan suatu teori, metode, dan hal lain untuk mencapai tujuan tertentu (www.internetsebagaisumberbelajar.blogspot.com,2010). Setelah dihasilkan produk dari tahapan pembangunan maka produk tersebut diaplikasikan pada tahapan penerapan. Pada tahapan penerapan akan dibuktikan berhasil tidaknya produk yang dibuat dengan tujuan pada tahapan perencanaan.

Hasil penelitian atau produk penelitian dari metode *Forward Engineering* harus dilakukan pengujian. Dalam penelitian ini, pengujian

dilakukan dengan menggunakan pengkajian ilmiah berbentuk *Pure Research*. Pengkajian *Pure Research* merupakan penelitian sesuai dengan kondisi yang ada, yaitu kondisi komponen-komponen yang menyusun robot serta kondisi dari penerapan metode *Simple Maze* pada robot. Pengkajian ini bertujuan untuk mengetahui, membuktikan, dan memperoleh pengetahuan sesuai dengan tujuan dari penelitian.

3.2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang dan Fornext Robotics.

3.3. Perencanaan Alat

Dalam penelitian ini rencana akan dihasilkan sebuah robot *wall follower* dan sebuah metode pemetaan jalur. Robot *wall follower* prinsip kerjanya berjalan mengikuti dinding. Robot *wall follower* dapat berjalan atau mendapatkan tugas, dikarenakan program yang dibuat dari aplikasi CV-AVR dengan bahasa C. Tujuan dari robot *wall follower* yaitu dapat berjalan dalam sebuah miniatur gedung yang dimisalkan dengan sebuah labirin. Dalam labirin pasti akan terdapat banyak ruang dan simpangan, dari sini robot ditugaskan agar dapat menemukan tempat tujuan atau jalan keluar dari labirin tersebut. Setelah robot menemukan tempat tujuan, robot harus dapat kembali ketempat awal dia bergerak. Jumlah ruangan dan persimpangan yang banyak pada sebuah labirin, menyebabkan robot akan mengalami

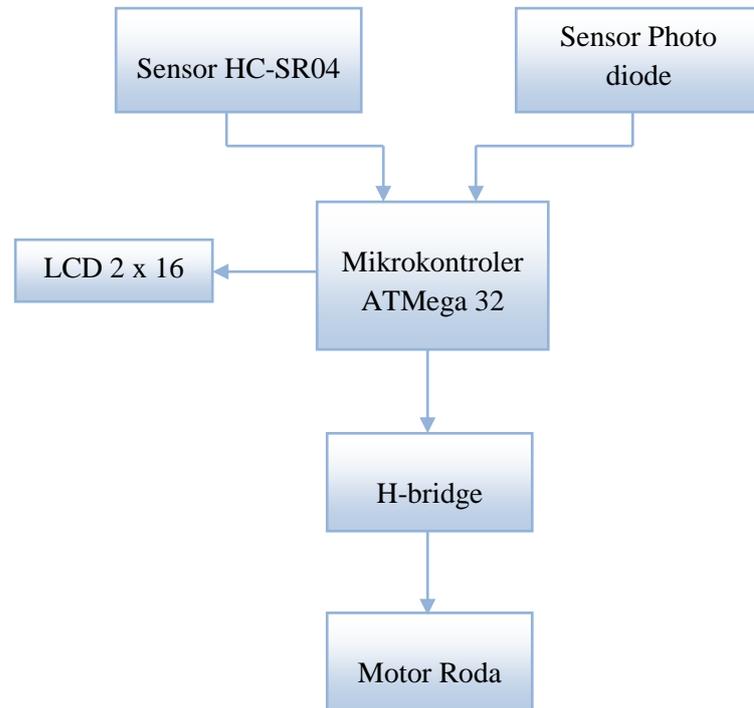
kebingungan sehingga tidak dapat menyelesaikan tugas seperti yang diharapkan jika hanya menggunakan program jalan biasa.

Supaya robot tidak mengalami kebingungan dan dapat menyelesaikan tugas, maka pada pemrograman robot menggunakan metode pemetaan jalur. Metode pemetaan jalur merupakan metode yang dilakukan dalam pemrograman agar robot dapat membuat peta sendiri dari jalur yang dilaluinya sehingga dapat menemukan jalan tersingkat dari start menuju finish atau sebaliknya. Berbagai macam metode pemetaan jalur seperti yang disebutkan pada dasar teori, dipilih salah satu yang akan digunakan pada robot *wall follower* yaitu metode *simple maze*. Dipilih metode *simple maze* karena metode ini merupakan metode yang paling dasar untuk memunculkan metode yang lainnya. Metode *simple maze* terdiri dari 2 cara yaitu telusur kiri dan telusur kanan. Dalam penelitian ini rencana akan digunakan telusur kiri yaitu robot akan melakukan pemetaan jalur berpedoman pada program jalan dengan melihat ada tidaknya dinding sebelah kiri robot, sesuai pembacaan dari sensor jarak pada robot.

3.4. Perancangan Alat

3.4.1. Desain Perangkat Keras Alat Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, secara umum didesain seperti diagram blok-blok pada Gambar 3.1. berikut:



Gambar 3.1. Diagram blok desain perangkat keras Robot *Wall*

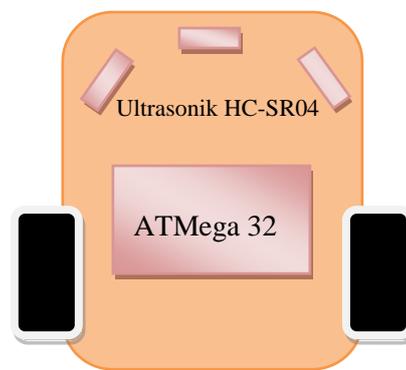
Follower

Desain perangkat keras pada Gambar 3.1. mempunyai bagian utama yaitu mikrokontroler IC ATmega32 yang didalamnya terdapat program untuk mengakses data dari sensor ultrasonik, dan sensor photodiode. Data dari sensor tersebut ditampilkan pada LCD 2x16. Data sensor yang diberikan kepada ATmega32 diproses dan dijadikan acuan Robot *Wall Follower* dalam mengeksekusi algoritma pemrograman. Pemasangan H-Bridge pada Robot *Wall Follower* digunakan untuk menggerakkan aktuator utama yaitu motor DC.

3.4.2. Desain Sistem Robot *Wall Follower*

Pada penelitian ini, dirancang sebuah Robot *Wall Follower* untuk menemukan jalan terpendek yang harus dilewatinya dalam

suatu labirin untuk mencapai finish atau tempat tujuannya. Robot akan mencari jalurnya dengan menelusuri semua ruangan sampai pada *finish*. Setelah pencapaian finish dengan “*Simple Maze*” robot mengolah data yang didapat untuk mendapat jalur terpendek dan kembali ke tempat semula.



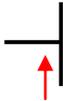
Gambar 3.2. Robot *Wall Follower* dengan metode *Simple Maze*

Perancangan metode *Simple Maze* pada Robot,

1. Pengenalan Bentuk Persimpangan

Pada perancangan awal untuk aplikasi metode *Simple Maze* terlebih dahulu harus dilakukan pengenalan bentuk-bentuk persimpangan sebagai berikut.

Tabel 3.1. Bentuk Persimpangan

Nama	Bentuk Track	Data petunjuk dalam program	Keterangan
Left Junction		Karakter “L” elseif((data_srf_ki>=30)&&(data_srf_ka>=50)){PORTB.3=0;save_data_ki[m]++;beloki();}	Belok Kiri

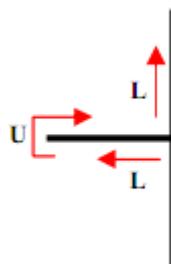
T-Junction		Karakter "L" elseif((data_srf_ki>=30)&&(data_srf_ka>=50)){PORTB.3=0;save_data_ki[m]++;beloki();}	Belok Kiri
Cross Junction		Karakter "L" elseif((data_srf_ki>=30)&&(data_srf_ka>=50)){PORTB.3=0;save_data_ki[m]++;beloki();}	Belok Kiri
Right Junction		Karakter "S" scanwallfollowerki();lcd_gotoxy(0,0); lcd_putsf("telusur kiri"); while((data_srf_ki>=30)&&(data_srf_ka>=30)) {PORTB.3=0;stop();delay_ms(1);goto b;} goto a; b: scanwallfollowerki();	Lurus
Dead End		Karakter "U" elseif(data_srf_T<=5){stop();delay_ms(1);beloka_1();goto a;}	Balik Kanan

2. Perancangan Simplifikasi Data

Berikut adalah proses dasar untuk simplifikasi robot *Solving*

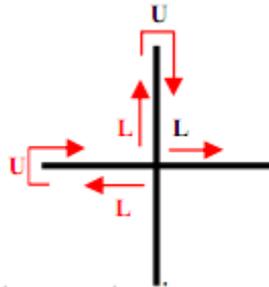
Maze:

a.



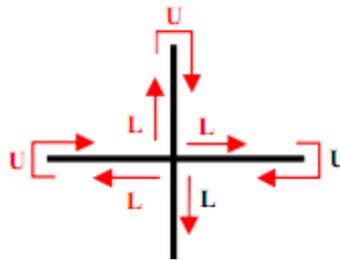
Data yang tersimpan = “LUL”. Hasil eksekusi = “S”.

b.



Data yang tersimpan = “SUL”. Hasil eksekusi = “R”.

c.



Data yang tersimpan = “RUL”. Hasil eksekusi = “X”.

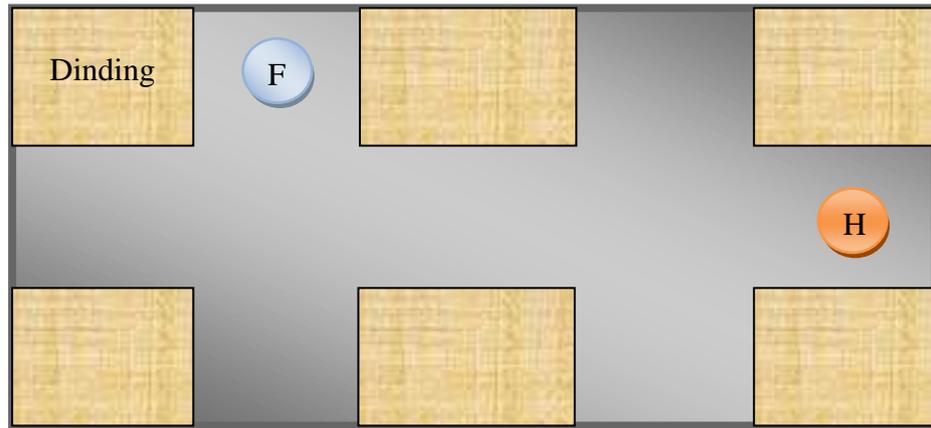
Hasil dari pengenalan bentuk persimpangan, kemudian dilakukan simplifikasi (penyederhanaan) data yang akan menjadi acuan dalam pencarian target dengan jalur tercepat saat proses *Solving Maze*. Berikut ini data hasil *simplifikasi* data.

Tabel 3.2. Data *Simplifikasi*

No	Karakter Pemetaan		Karakter Simplifikasi
	1	2	
1	LUL	LXL	S
2	RUR	RXR	S
3	SUS	SXS	X
4	RUL	RXL	X
5	LUR	LXR	X
6	SUL	SXL	R
7	LUS	LXS	R

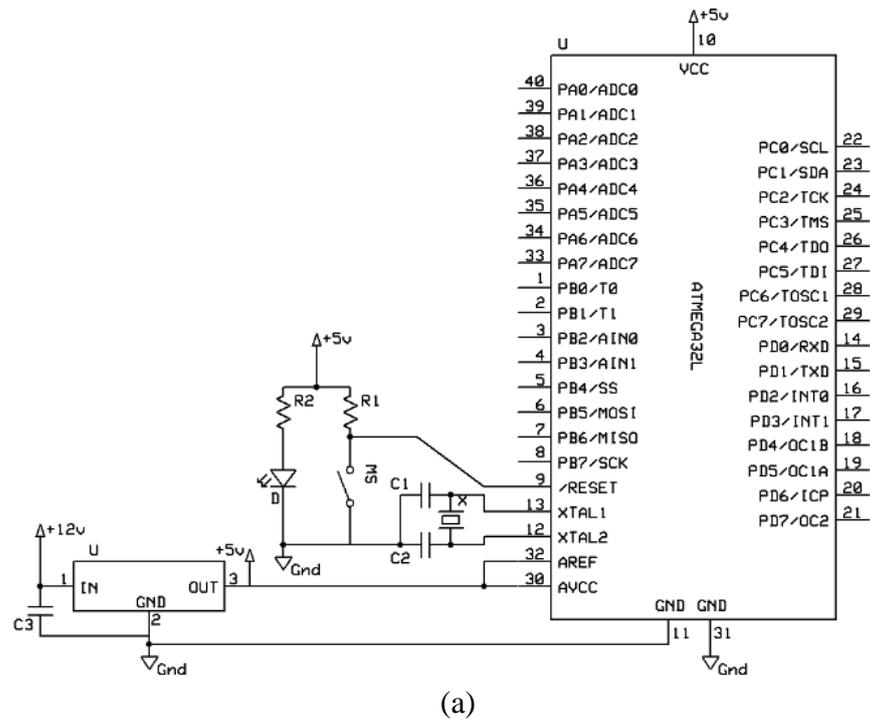
Gambar 3.3. merupakan arena labirin yang digunakan penelitian menggunakan Robot *Wall Follower* dengan panjang

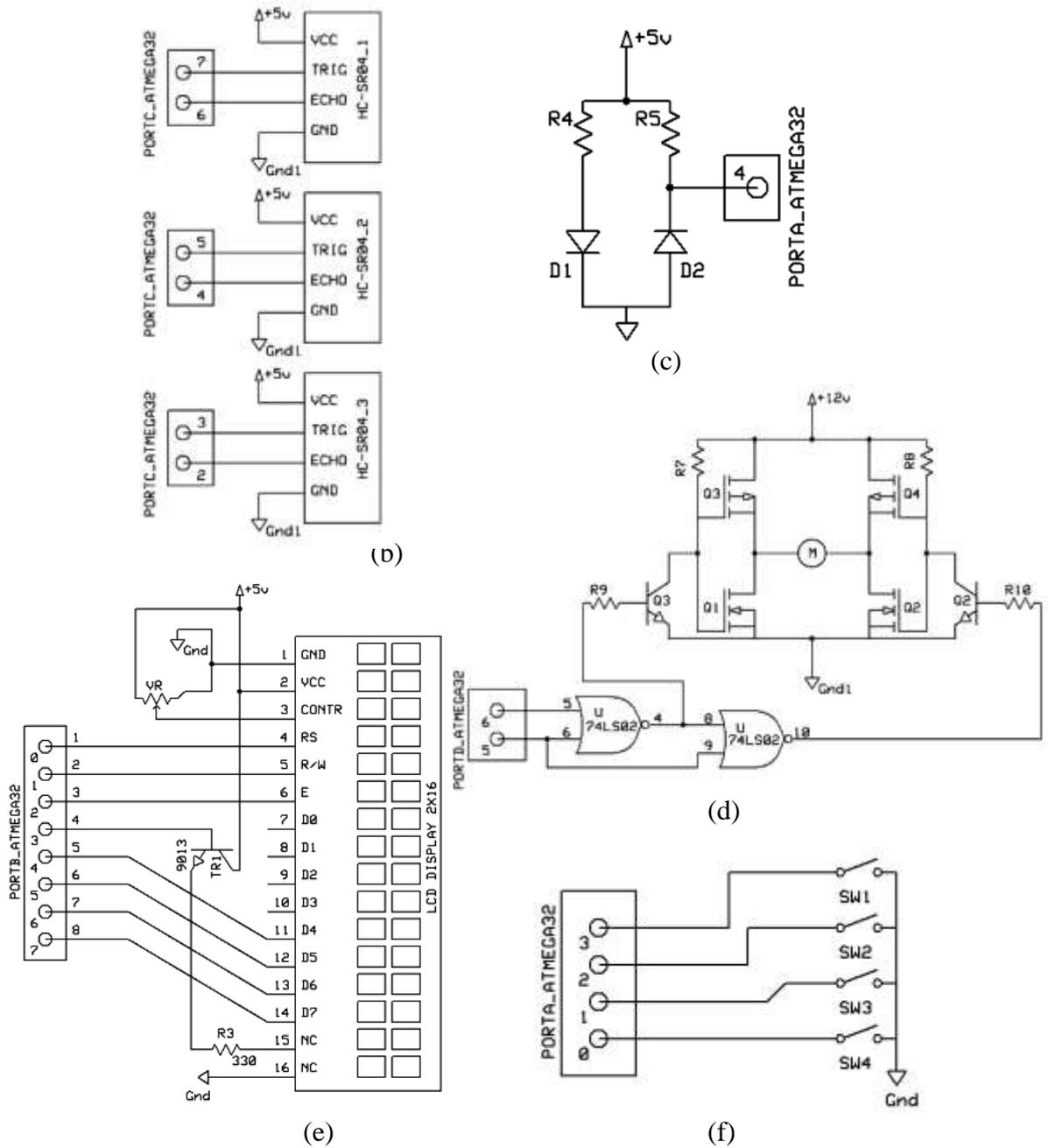
150 cm dan lebar 50 cm. Dalam arena terdapat 6 ruang labirin yang salah satunya merupakan ruangan *homing* atau posisi awal robot. Robot akan memulai tugasnya dari posisi tersebut, yaitu mencari finish dan menemukan jalur terpendek.



Gambar 3.3. Arena Labirin *Robot Wall Follower*

Robot *Wall Follower* pada Gambar 3.2., tersusun dari beberapa rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.





Gambar 3.4. Sekematik Robot Wall Follower

- (a) Sistem Minimum ATmega32, (b) HC-SR04,
- (c) Photodiode, (d) H-bridge Mosfet, (e) LCD 2x16,
- (f) Switch push button.

Pembuatan rangkaian tersebut menggunakan bantuan software ExpressPCB. Prinsip kerja rangkaian pada Gambar 3.4. secara lengkap adalah sebagai berikut:

1) Sistem minimum ATmega32

Berdasarkan fitur yang terdapat dalam ATmega32. Sistem minimum ATmega32 digunakan sebagai sistem utama atau *main system* dari robot *Wall Follower*. Minimum sistem ini bekerja mulai dari menerima logika high-low dari rangkaian switch push button yang kemudian mengaktifkan robot. Selain itu tombol push button juga digunakan untuk melakukan seting penelusuran yang digunakan, melihat data hasil penelusuran dan melihat data dari sensor ultrasonik dan photodiode. Sistem minimum ATmega32 juga digunakan untuk mengolah hasil pembacaan sensor ultrasonik dan photodiode untuk dijadikan acuan robot dalam mengeksekusi algoritma pemrograman *Simple Maze*.

ATmega32 memiliki memori yang disebut EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory). Membuat program dengan menggunakan EEPROM, robot akan tetap menyimpan data-data sebelumnya yang sudah ditentukan harus disimpan oleh program. Data yang sudah tersimpan itulah yang nantinya akan diolah sesuai aturan dalam program sehingga robot dapat menemukan jalur terpendeknya dan menyimpan hasil akhir dari pengolahan data.

2) Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada gambar 3.4.(b) terdapat sensor HC-SR04 yang merupakan modul yang berisi transmitter dan receiver ultrasonik, modul ini digunakan untuk mengukur jarak. Prinsip kerja dari HC-SR04 adalah mengukur jarak dengan cara menghitung selisih waktu antara saat pemancaran sinyal dan saat penerimaan sinyal pantul. Kita dapat memberikan sinyal trigger dari mikrokontrol untuk dapat mengaktifkan HC-SR04. Selanjutnya sensor ultrasonik HC-SR04 akan mengeluarkan data berupa pulsa sebesar 100uS sampai 18mS. Sensor inilah yang menjadi petunjuk utama Robot *Wall Follower* dalam menjalankan tugasnya.

3) Sensor Photodiode

Pada gambar 3.4.(c) terdapat sensor photodiode yang digunakan untuk menentukan finish dari robot. Sensor photodiode yaitu sensor cahaya, prinsip kerja dari sensor ini yaitu akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara reverse. Penerimaan cahaya dengan dipantulkan ke alas track yang dilalui dengan perbedaan warna.

4) H-Bridge Mosfet

Rangkaian H-Bridge seperti pada Gambar 3.4.(d) berfungsi sebagai driver atau pengendali dua buah motor DC. H-Bridge yang digunakan dalam instrumen penelitian ini berbasis Mosfet.

Rangkaian ini terdiri dari empat buah MOSFET kanal P dan empat buah MOSFET kanal N. Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan mengatur mati-hidupnya ke delapan MOSFET tersebut. H-Bridge tersebut terdiri dari empat Pin masukan yang terhubung ke Pin sistem minimum ATmega32, empat buah pin keluaran yang dihubungkan dengan dua buah motor. Terdapat 2 pin *enable* yang terhubung ke pin ATmega32 dari keempat pin masukan tersebut yang difungsikan untuk mengeluarkan sinyal PWM.

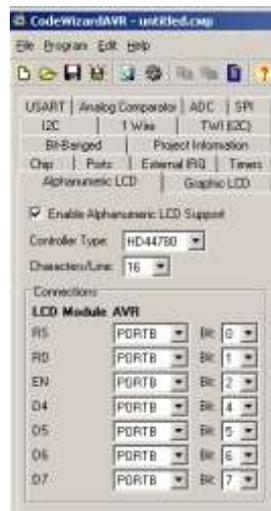
5) LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi untuk menampilkan karakter-karakter yang mewakili data-data yang diperlukan. Dimana LCD ini nantinya menampilkan informasi mengenai data-data sensor dan menu-menu pelaksana program *Simple Maze*.

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000			0	@	P	\	P				-	9	ε	α	p	
xxxx0001	!	1	A	Q	a	q			.	7	4	ä	q			
xxxx0010	"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ	β	θ		
xxxx0011	#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	∞		
xxxx0100	\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ヤ	μ	Ω		
xxxx0101	%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	1	ε	Ü		
xxxx0110	&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ		
xxxx0111	'	7	G	W	g	w			ア	キ	ヲ	ラ	g	π		
xxxx1000	(	8	H	X	h	x			イ	ク	ネ	リ	」	×		
xxxx1001	)	9	I	Y	i	y			ウ	ケ	ル	ル	」	y		
xxxx1010	*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ン	レ	」	〒		
xxxx1011	+	;	K	[	k	<			オ	サ	ヒ	ロ	×	⌘		
xxxx1100	,	<	L	¥	l	l			カ	シ	フ	ワ	¢	⌘		
xxxx1101	-	=	M	]	m	>			ユ	ズ	ン	ト	¢	÷		
xxxx1110	.	>	N	^	n	→			ヨ	セ	ホ	ン	¢	ñ		
xxxx1111	/	?	O	_	o	←			ツ	ツ	マ	¢	ö	■		

Gambar 3.5. Alamat atau register dan kode ascii

Dalam bahasa C pada program CV-AVR untuk menampilkan karakter yang diperlukan, telah dipermudah dengan adanya fasilitas codewizard dan library yang disediakan sehingga tidak perlu menghafalkan register-register atau alamat akses setiap karakternya.



Gambar 3.6. Pengaturan LCD pada Code Wizard AVR

Misalkan untuk menuliskan karakter “*Wall Follower*” pada baris pertama maka library yang diakses adalah “`lcd_gotoxy(0,0);lcd_putsf(“Wall Follower”);`”.

6) Switch push button

Rangkaian Switch push button pada Gambar 3.4.(f) yang terhubung ke PORTC ATmega32 bekerja membuat logik pada PORTC sehingga logika yang dihasilkan menjadi masukan bagi program untuk menjalankan sub-rutin program yang di arahnya. Pada Robot *Wall Follower* tombol ini nantinya

digunakan untuk melihat satu persatu data dari sensor yang ada pada Robot *Wall Follower*, memulai program penelusuran dan menampilkan data hasil dari penelusuran robot *Wall Follower*.

3.4.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Perangkat Keras (*Hardware*):
 - a. ATmega32
 - b. Sensor Ultrasonik HC-SR04
 - c. Sensor warna Photodiode
 - d. LCD (*Liquid Cristal Display*) 2x16 karakter
 - e. Downloader USBASP
 - f. H-Bridge Mosfet
- 2) Perangkat lunak (*Software*)
 - a. Software Codevision AVR
 - b. ExpressPCB
 - c. ExpressSCH

3.5. Pengujian Alat

Pengujian alat meliputi pengujian sensor-sensor yang digunakan pada Robot *Wall Follower*, aktuator sebagai penggerak robot dan pengujian metode *Simple Maze* pada Robot. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari *hardware* yang digunakan serta eksekusi algoritma pada robot, khususnya pengujian metode *Simple Maze* pada Robot.

Setelah dilakukan pengujian alat, kemudian dilakukan uji kelayakan pada alat. Uji kelayakan dilakukan dua kali yaitu pertama pada Dr. I Made Sudana, M.Pd sebagai dosen ahli teknik elektro sesuai skripsi. Pengujian kedua di Fornext Robotics kepada Bapak Imam Pujaya sebagai pimpinan.

3.6. Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian terbagi menjadi empat bagian yaitu:

1) Data sensor jarak

Peran komponen *feedback* pada sistem kontrol loop tertutup yang digunakan untuk mendeteksi adanya sinyal kesalahan (jarak dinding dengan robot) harus dapat mengkonversi besaran yang dideteksinya. Diperlukan pengujian sensor jarak HC-SR04 terhadap alat ukur panjang untuk mendapatkan keakuratan dari sensor tersebut. Hasil pengujian tersebut digunakan untuk menentukan keakuratan instrumen yang telah dibuat.

Tabel 3.3. instrumen 1 pengambilan data sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Nilai Mistar (cm)	Nilai Sensor (cycle)
1	0	
2	2	
3	4	
4	6	
5	8	
.....	
76	150	

Cara pengukuran yaitu meletakkan robot pada track dengan mengambil besar nilai mistar dari sensor ke dinding dan besar nilai yang terbaca pada sensor. Untuk mengkonversi nilai counta sensor Ultrasonik HC-SR04 ke cm, yaitu dengan rumus,

$$US = (\text{Counta} * \text{Konstanta}) \quad \dots\dots\dots 3.1$$

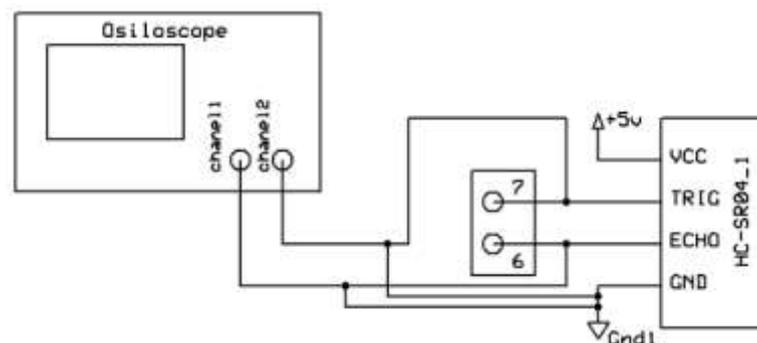
Keterangan:

US = data Ultrasonik dalam cm

Counta = data sensor HC-SR04

Konstanta = nilai persen yang dicari dari perbandingan jarak maksimal dan counta maksimal.

Data yang dihasilkan sensor menunjukkan pulsa dari kaki trigger dan echo pada sensor HC-SR04. Pengukuran menggunakan osiloskop dilakukan untuk menampilkan pulsa tersebut. Titik-titik pengukuran pulsa tersebut dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. titik pengujian Sensor HC-SR04 dengan Osiloskop

2) Data sensor warna

Pada robot *Wall Follower* selain sensor jarak yang menjadi sensor utama, robot juga dilengkapi dengan sensor warna yang menggunakan

Photodiode. Kegunaan sensor ini yaitu untuk mendeteksi posisi finish atau tempat tujuan dari labirin yang ada. Setelah robot sampai pada finish, selanjutnya robot berhenti sejenak untuk mengolah data yang diperoleh lalu kembali keposisi awal melalui jalur terdekat. Oleh sebab itu diperlukan pengujian sensor photodiode tersebut terhadap warna yang terdapat pada arena robot *Wall Follower*, sehingga bisa digunakan untuk menentukan posisi finish Robot.

Dalam penelitian yang akan dilakukan dari sensor photodiode diambil data-data seperti pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. instrumen 2 pengambilan data sensor photodiode

Posisi robot	Data ADC (8bit)	Pengukuran (Volt)	Perhitungan (volt)
Hitam			
Putih			

Menentukan nilai perhitungan dengan menggunakan rumus,

$$x = \left(\frac{y}{k}\right) \times V_{ref} \quad \dots\dots\dots 3.2$$

Keterangan:

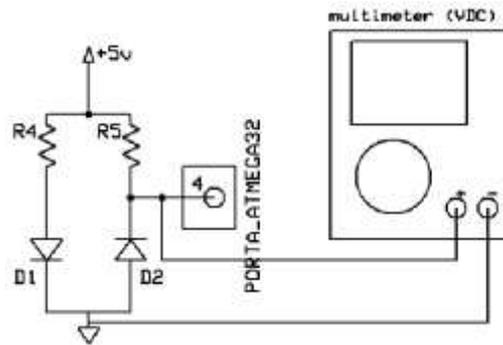
x = Nilai perhitungan

y = Nilai pengukuran

V ref = Nilai tegangan referensi

k = Nilai bit maksimal

Nilai pengukuran pada sensor photodiode dilakukan praktek pengukuran menggunakan multimeter seperti gambar 3.8.



Gambar 3.8. titik pengujian Sensor Photodiode dengan Multimeter

3) Data PWM (Pulse Width Modulation) Aktuator

Aktuator pada robot *Wall Follower* menggunakan motor DC. Motor DC ini dapat bergerak dengan adanya rangkaian H-Bridge motor dengan masukan 4 pin ke ATmega32 seperti dijelaskan di atas. Pin masukan tersebut 2 pin berfungsi untuk mengeluarkan pulsa PWM. Nilai rata-rata pulsa ini hanya dipengaruhi oleh nilai Duty Cycle seperti yang disebut pada rumus (2.1). Pulsa PWM inilah yang nantinya mempengaruhi cepat tidaknya motor DC berputar, sehingga perlu adanya pengujian pada PWM dengan gerakan motor DC. Berikut data-data yang akan diuji pada bagian ini.

Tabel 3.5. instrumen 3 pengambilan data Aktuator (motor DC)

No	Variable Pemotong (VP)	Duty Cycle 10bit (%)	Tegangan Teori (Volt)	Tegangan Motor (Volt)
1	0x00			
2	0x28			
3	0x50			
.....			
27	0x3FF			

Menentukan Duty Cycle tiap Variable Pemotongnya:

$$D_{cycle} = \left(\frac{x}{VP_{max}} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots 3.3$$

Yang mana:

Dcycle = Nilai persen dari VP dibanding VP max

x = Nilai VP

Sedangkan untuk menghitung tegangan teori, dapat diselesaikan dengan

$$T_t = \left(\frac{x}{VP_{max}} \right) \times V_{max} \quad \dots\dots\dots 3.4$$

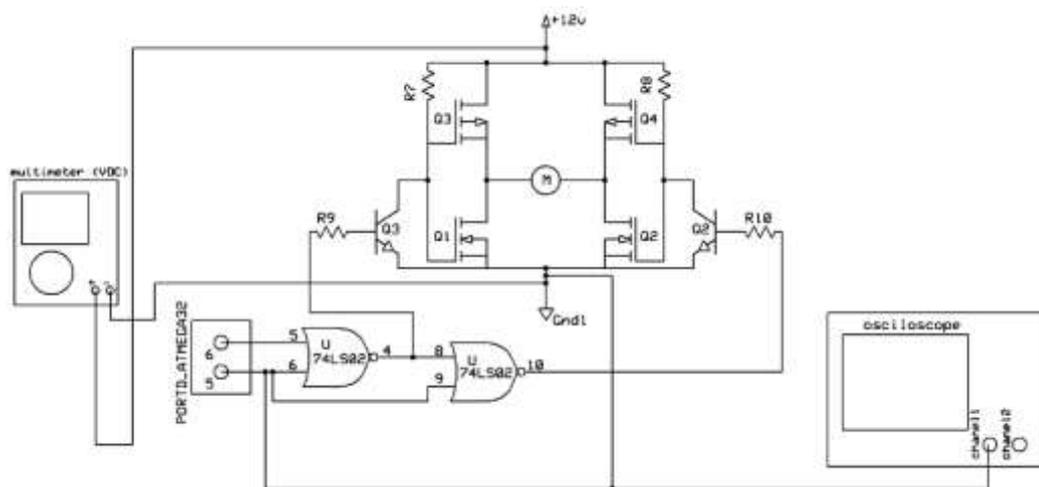
Yang mana:

Tt = Nilai tegangan teori

x = Nilai VP

V max = Tegangan maksimal motor DC

Pengukuran yang harus dilakukan pada bagian ini yaitu untuk mengetahui tegangan pengukuran dengan menggunakan multimeter serta untuk menampilkan pulsa PWM dengan menggunakan osiloskop seperti berikut.



Gambar 3.9. titik pengujian PWM aktuator

4) Data metode *Simple Maze*

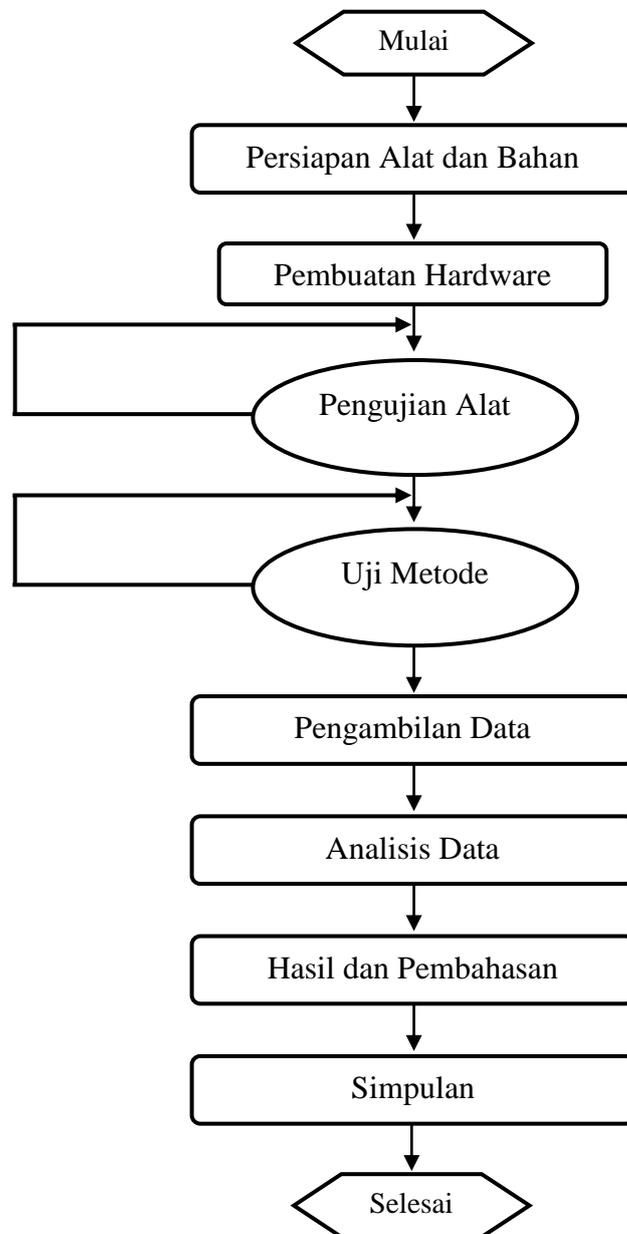
Data ini digunakan untuk menunjukkan bahwa data algoritma dengan menggunakan metode *Simple Maze* yang telah dibuat dapat mengontrol sistem kerja robot pada Gambar 3.2. sehingga robot *Wall Follower* dapat mengolah data yang diterima untuk mencari jalur terpendek. Titik uji yang di ambil yaitu dengan melakukan simplifikasi data (tabel 3.2.). Instrumen pengujian robot dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 3.6. instrumen 4 pengambilan data metode *Simple Maze*

No	Jalur yang ditelusuri	Data simplifikasi	Eksekusi robot
1			
2			
3			

3.7. Alur Penelitian

Pelaksanaan penelitian seperti yang dijelaskan pada metode penelitian *forward engineering* harus melalui beberapa tahapan. Terdapat 4 tahapan pada penelitian *forward engineering* yaitu pertama tahapan perencanaan, kedua tahapan perancangan, ketiga tahapan pembangunan, dan keempat tahapan penerapan. Setelah 4 tahapan terselesaikan, dilakukan pengujian pada produk penelitian. Dapat dibuat diagram blok penelitian secara rinci dari alur penelitian diatas, seperti gambar 3.10. berikut.



Gambar 3.10. Diagram Alur Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Penerapan Metode *Simple Maze* menghasilkan 1 buah robot *Wall Follower* dengan 3 buah sensor Ultrasonik, 1 buah sensor photodiode dan 2 buah motor. Robot *Wall Follower* dengan metode *Simple Maze* akan menemukan *finish*nya sendiri dengan menelusuri setiap ruangan pada labirin dan kembali ke home atau start melalui jalan terpendek. Hasil penelitian dari pembahasan dan analisis diperoleh pada sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor utama robot memiliki ketelitian sebesar 99,632 % dan nilai error sebesar 1,34 %, pada sensor photodiode terdapat error pengukuran sebesar 4,9 % , serta pada PWM motor nilai error pengukuran sebesar 5,9 %. Metode *Simple Maze* dapat diterapkan pada Robot *Wall Follower*. Pada robot dengan metode *Simple Maze*, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas lebih cepat dibanding robot dengan metode konvensional.

5.2. Saran

Diharapkan untuk penelitian lebih lanjut metode *Simple Maze* dapat diterapkan pada robot yang lebih aplikatif dan penyempurnaan algoritma sehingga metode *Simple Maze* dapat terlaksana dimanapun Start dan finish yang digunakan pada labirin.

Daftar Pustaka

- Ali. 2014. Pengertian Pembangunan Menurut Para Pakar.
http://www.pengertianpakar.com/2014/10/pengertian-pembangunan-menurut-para.html#_. 11 Agustus 2015 (19:53)
- Andrianto, H. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler AVRATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisin AVR)*. Revised Ed. INFORMATIKA. Bandung.
- Bejo, A. 2008. *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Budiwahjuningsih, S. 2015. Pengertian Perancangan Menurut Bin Ladjamudin.
http://www.academia.edu/9308770/Pengertian_perancangan_menurut_bin_Ladjamudin. 11 Agustus 2015 (19:40)
- Elektronika-dasar. Online at <http://www.elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/prinsip-kerja-motor-dc/> (diakses 09 Januari 2015)
- Darmawan, A., A. Hendriawan, R. Akbar. 2015. Penerapan Algoritma Pledge Untuk Menyelesaikan Maze Pada Line follower.
<https://www.pens.ac.id/uploadta/downloadmk.ph>. 05 Agustus 2015 (08:11).
- Hendriawan, A. dan R. Akbar. 2010. Penyelesaian Jalur Terpendek dengan menggunakan Algoritma Maze Mapping Pada Line Maze. *The 12th Industrial Electronics Seminar 2010*. 3 Nopember: 91-94.

Hendriawan, A. dan R. Akbar. 2010. Penyelesaian Jalur Terpendek dengan menggunakan Algoritma Flood Fill pada Line Maze. *The 12th Industrial Electronics Seminar 2010*. 3 Nopember: 95-100.

Jogiyanto. 2006. *Konsep Dasar Pemrograman Bahasa C*. 4th Ed. ANDI. Yogyakarta.

KBBI. Online at <http://kbbi.web.id/labirin> (diakses 05 Agustus 2015)

Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. 2015. *Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) 2015*. Cetakan 1. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Bagian Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Jakarta.

Laila. 2014. Pengertian Perencanaan (Planning) dan Langkah-langkahnya. <https://lailaallatief.wordpress.com/2014/10/10/pengertian-perencanaan-planning-dan-langkah-langkahnya/>. 11 Agustus 2015 (19:34)

Pengertian “Penerapan”. Online at <http://internetsebagaisumberbelajar.blogspot.com/2010/07/pengertian-penerapan.html> (diakses 11 Agustus 2015)

Pratama, N.A. 2014. Telekomunikasi Pada Robot Swarm Pemadam Api Menggunakan Protokol MODBUS. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang (UNNES). Semarang.

- Putri R.D.M., D. Purwanti, U. Mediati, dan S. Sukamto. 2009. *PROTOTIPE PEMODELAN PARKING ASSISTANT MENGGUNAKAN SENSOR JARAK PADA KENDARAAN RODA EMPAT*. 21-23.
- Saman, A.B.S., I. Abdramane. 2013. Solving a Reconfigurable Maze Using Hybrid Wall Follower Algoritm. *International Journal of Computer Applications* 82(3):22-26.
- Segara, B. 2014. 7 Segment Interfacing. <http://www.microtech00.blogspot.com>. 09 Januari 2015 (06:26).
- Siagian, P. 2011. Sistem Kontrol Tertutup & Mikrokontroler Atmega16. <http://www.atmel88.blogspot.com/2011/07/sistem-kontrol-tertutup-mikrokontroler.html>. 09 Januari 2015 (06:32).
- Subiyantoro, E. 2013. PARADIGMA METODOLOGI PENELITIAN TEKNIK INFORMATIKA MODEL PENDEKATAN PENELITIAN REKAYASA (*Forward,Reverse,Re-Engineering*). *Teknologi Informasi (TI)* : 3-11. <http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php>. 3 Agustus 2015.
- Suradana, M.I., dan I.W. Sudiarsa. 2013. PENGENDALIAN MOBILE ROBOT MENGGUNAKAN PERSONAL COMPUTER KONEKSI BLUETOOTH. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)* 2(01): 95-109.
- Umam, F. 2013. PENGEMBANGAN SISTEM KENDALI PERGERAKAN AUTONOMOUS MOBILE ROBOT UNTUK MENDAPATKAN JALUR

BEBAS HAMBATAN MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC CONTROLLER*. *Jurnal Ilmiah Mikrotek* 1(01): 35-42.

Yultrisna, dan A. Syofian. 2013. RANCANG BANGUN ROBOT SOLVING MAZE DENGAN ALGORITMA DEPTH FIRST SEARCH. *Jurnal Momentum* 15(02): 89-90.

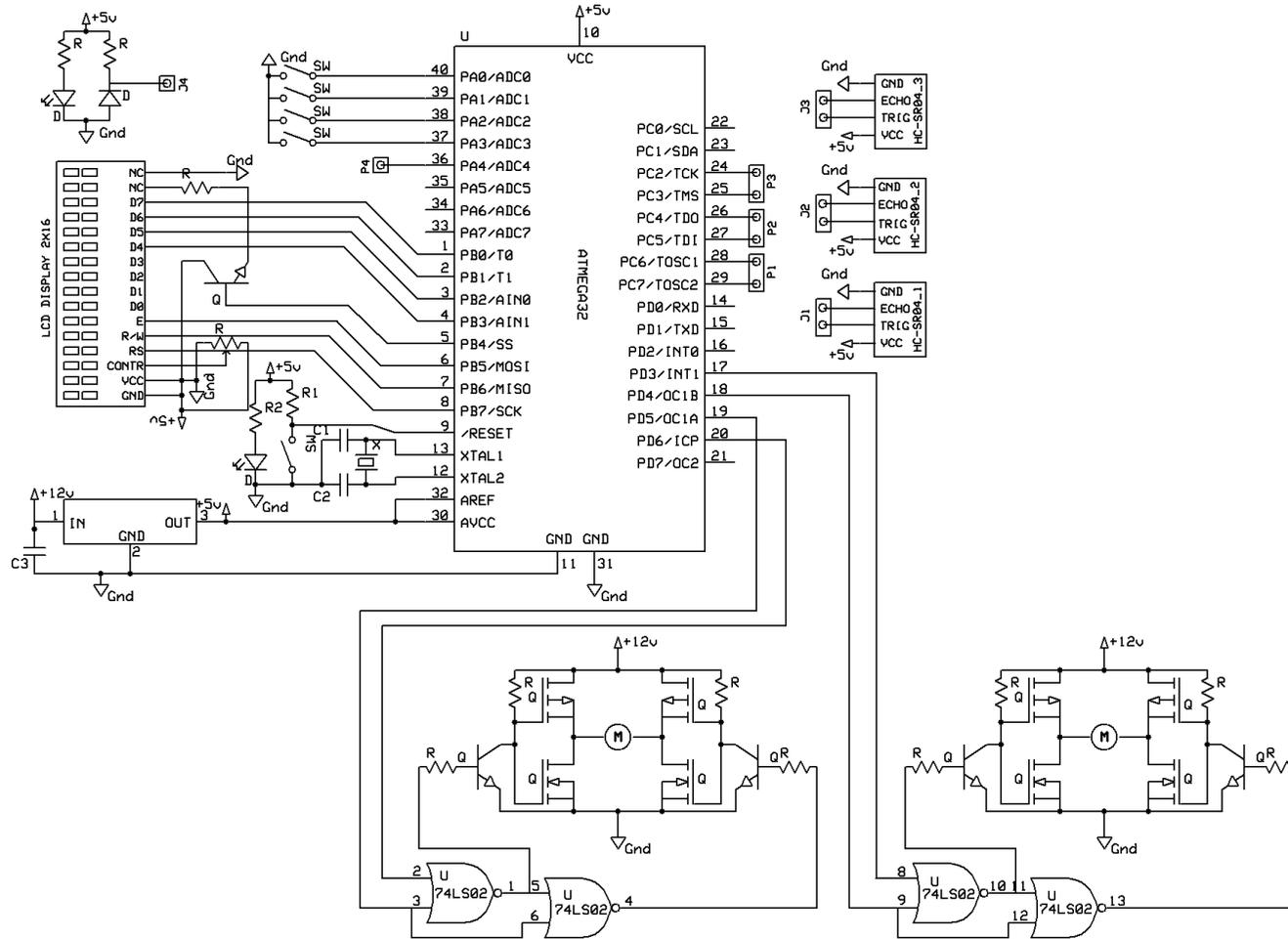
Yadav, S., K.K. Verma, S. Mahanta. 2012. The *Maze* Problem Solved by Micro mouse. *International Journal of Engineering and Advanced Technology* 1(4),157-162.

<http://www.electronics-tutorials.ws> (tanggal 09 Januari 2015)

<http://www.digi-bytes.com> (diakses 09 Januari 2015)

Lampiran 1.

Rangkaian Robot Wall Follower



Lampiran 2.

Pengukuran Sensor Ultrasonik

No	nilai mistar (cm) X_i	nilai sensor (counta)	nilai sensor (cm) Y_i	X_i^2	Y_i^2	$(X_i)(Y_i)$	$|Y_i - X_i|$	$(|Y_i - X_i|/X_i) * 100\%$
1	0	274	2.9592	0	8.75686464	0	2.9592	0
2	2	288	3.1104	4	9.67458816	6.2208	1.1104	55.52
3	4	384	4.1472	16	17.19926784	16.5888	0.1472	3.68
4	6	581	6.2748	36	39.37311504	37.6488	0.2748	4.58
5	8	749	8.0892	64	65.43515664	64.7136	0.0892	1.115
6	10	955	10.314	100	106.378596	103.14	0.314	3.14
7	12	1128	12.1824	144	148.4108698	146.1888	0.1824	1.52
8	14	1310	14.148	196	200.165904	198.072	0.148	1.057142857
9	16	1492	16.1136	256	259.648105	257.8176	0.1136	0.71
10	18	1694	18.2952	324	334.714343	329.3136	0.2952	1.64
11	20	1881	20.3148	400	412.691099	406.296	0.3148	1.574
12	22	2054	22.1832	484	492.0943622	488.0304	0.1832	0.832727273
13	24	2241	24.2028	576	585.7755278	580.8672	0.2028	0.845
14	26	2428	26.2224	676	687.6142618	681.7824	0.2224	0.855384615
15	28	2615	28.242	784	797.610564	790.776	0.242	0.864285714
16	30	2788	30.1104	900	906.6361882	903.312	0.1104	0.368
17	32	2994	32.3352	1024	1045.565159	1034.7264	0.3352	1.0475

18	34	3176	34.3008	1156	1176.544881	1166.2272	0.3008	0.884705882
19	36	3363	36.3204	1296	1319.171456	1307.5344	0.3204	0.89
20	38	3541	38.2428	1444	1462.511752	1453.2264	0.2428	0.638947368
21	40	3713	40.1004	1600	1608.04208	1604.016	0.1004	0.251
22	42	3915	42.282	1764	1787.767524	1775.844	0.282	0.671428571
23	44	4093	44.2044	1936	1954.028979	1944.9936	0.2044	0.464545455
24	46	4280	46.224	2116	2136.658176	2126.304	0.224	0.486956522
25	48	4472	48.2976	2304	2332.658166	2318.2848	0.2976	0.62
26	50	4664	50.3712	2500	2537.257789	2518.56	0.3712	0.7424
27	52	4832	52.1856	2704	2723.336847	2713.6512	0.1856	0.356923077
28	54	5053	54.5724	2916	2978.146842	2946.9096	0.5724	1.06
29	56	5215	56.322	3136	3172.167684	3154.032	0.322	0.575
30	58	5417	58.5036	3364	3422.671213	3393.2088	0.5036	0.868275862
31	60	5609	60.5772	3600	3669.59716	3634.632	0.5772	0.962
32	62	5777	62.3916	3844	3892.711751	3868.2792	0.3916	0.631612903
33	64	5964	64.4112	4096	4148.802685	4122.3168	0.4112	0.6425
34	66	6136	66.2688	4356	4391.553853	4373.7408	0.2688	0.407272727
35	68	6304	68.0832	4624	4635.322122	4629.6576	0.0832	0.122352941
36	70	6487	70.0596	4900	4908.347552	4904.172	0.0596	0.085142857
37	72	6688	72.2304	5184	5217.230684	5200.5888	0.2304	0.32
38	74	6866	74.1528	5476	5498.637748	5487.3072	0.1528	0.206486486
39	76	7053	76.1724	5776	5802.234522	5789.1024	0.1724	0.226842105
40	78	7246	78.2568	6084	6124.126746	6104.0304	0.2568	0.329230769
41	80	7418	80.1144	6400	6418.317087	6409.152	0.1144	0.143

42	82	7596	82.0368	6724	6730.036554	6727.0176	0.0368	0.044878049
43	84	7794	84.1752	7056	7085.464295	7070.7168	0.1752	0.208571429
44	86	7966	86.0328	7396	7401.642676	7398.8208	0.0328	0.038139535
45	88	8171	88.2468	7744	7787.49771	7765.7184	0.2468	0.280454545
46	90	8336	90.0288	8100	8105.184829	8102.592	0.0288	0.032
47	92	8540	92.232	8464	8506.741824	8485.344	0.232	0.252173913
48	94	8715	94.122	8836	8858.950884	8847.468	0.122	0.129787234
49	96	8906	96.1848	9216	9251.515751	9233.7408	0.1848	0.1925
50	98	9078	98.0424	9604	9612.312198	9608.1552	0.0424	0.043265306
51	100	9279	100.2132	10000	10042.68545	10021.32	0.2132	0.2132
52	102	9459	102.1572	10404	10436.09351	10420.034	0.1572	0.154117647
53	104	9654	104.2632	10816	10870.81487	10843.373	0.2632	0.253076923
54	106	9843	106.3044	11236	11300.62546	11268.266	0.3044	0.287169811
55	108	10042	108.4536	11664	11762.18335	11712.989	0.4536	0.42
56	110	10226	110.4408	12100	12197.1703	12148.488	0.4408	0.400727273
57	112	10400	112.32	12544	12615.7824	12579.84	0.32	0.285714286
58	114	10581	114.2748	12996	13058.72992	13027.327	0.2748	0.241052632
59	116	10801	116.6508	13456	13607.40914	13531.493	0.6508	0.561034483
60	118	10931	118.0548	13924	13936.9358	13930.466	0.0548	0.046440678
61	120	11149	120.4092	14400	14498.37544	14449.104	0.4092	0.341
62	122	11314	122.1912	14884	14930.68936	14907.326	0.1912	0.156721311
63	124	11554	124.7832	15376	15570.847	15473.117	0.7832	0.631612903
64	126	11718	126.5544	15876	16016.01616	15945.854	0.5544	0.44
65	128	11913	128.6604	16384	16553.49853	16468.531	0.6604	0.5159375

66	130	12065	130.302	16900	16978.6112	16939.26	0.302	0.232307692
67	132	12242	132.2136	17424	17480.43602	17452.195	0.2136	0.161818182
68	134	12450	134.46	17956	18079.4916	18017.64	0.46	0.343283582
69	136	12615	136.242	18496	18561.88256	18528.912	0.242	0.177941176
70	138	12845	138.726	19044	19244.90308	19144.188	0.726	0.526086957
71	140	13007	140.4756	19600	19733.3942	19666.584	0.4756	0.339714286
72	142	13216	142.7328	20164	20372.6522	20268.058	0.7328	0.516056338
73	144	13364	144.3312	20736	20831.49529	20783.693	0.3312	0.23
74	146	13552	146.3616	21316	21421.71795	21368.794	0.3616	0.247671233
75	148	13770	148.716	21904	22116.44866	22009.968	0.716	0.483783784
76	150	13907	150.1956	22500	22558.71826	22529.34	0.1956	0.1304
Σ	5700		5725.4796	573800	577552.5437	575667	25.4796	101.4943027
	ΣX_i	nilai sensor (counta)	ΣY_i	ΣX_i^2	ΣY_i^2	$\Sigma (X_i)(Y_i)$	$\Sigma |Y_i - X_i|$	$\frac{\Sigma (|Y_i - X_i|)}{X_i} * 100\%$

Analisis ketelitian sensor dengan analisis regresi:

Rumus =

I. Katelitian = $(100 - Se) \%$

II. $Se = \sqrt{\frac{\Sigma Y_i^2 - a \Sigma Y_i - b \Sigma (X_i)(Y_i)}{n-2}}$

III. $a = \bar{Y}_i - b (\bar{X}_i)$

$$\text{IV. } b = \frac{n(\sum(X_i)(Y_i)) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}$$

keterangan :

- Se = Standar error
 a = koefisien variabel terikat
 b = koefisien variabel bebas
 Xi = variabel bebas
 Yi = variabel terikat
 n = jumlah sampel

sehingga dapat dicari:

$$\checkmark b = \frac{n(\sum(X_i)(Y_i)) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{76(575667) - (5700)(5725.48)}{76(573800) - (5700)^2}$$

$$b = \frac{11115458.28}{11118800}$$

$$b = 0.9996$$

$$\checkmark a = \bar{Y}_i - b(\bar{X}_i)$$

$$a = \frac{5725.48}{76} - 0.9996\left(\frac{5700}{76}\right)$$

$$a = 0.3578$$

$$\checkmark \text{Se} = \sqrt{\frac{\sum Y_i^2 - a\sum Y_i - b\sum(X_i)(Y_i)}{n-2}}$$

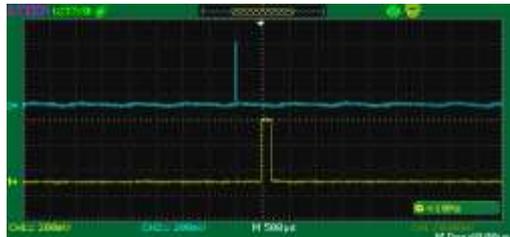
$$\text{Se} = \sqrt{\frac{(577552.54) - (0.3578)(5725.48) - (0.9996)(575667)}{76-2}}$$

$$\text{Se} = 0.367$$

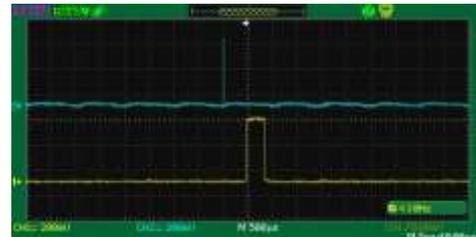
$$\checkmark \text{Ketelitian} = (100 - 0.367) \% \\ = 99.632 \%$$

Lampiran 3.

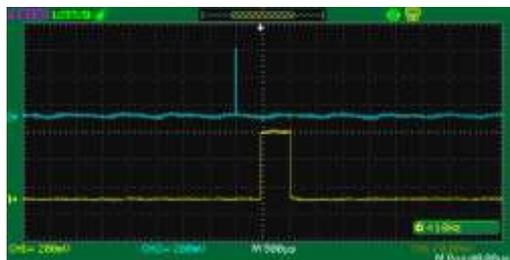
Pulsa Sinyal Sensor Ultrasonik



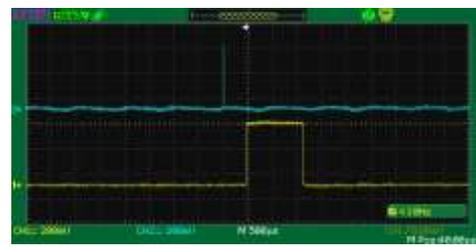
0 cm



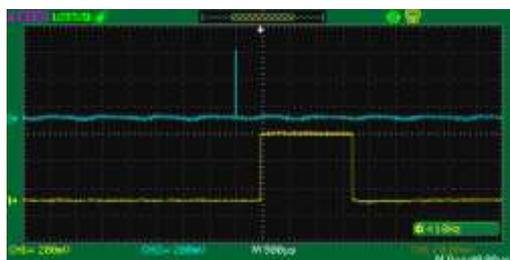
6 cm



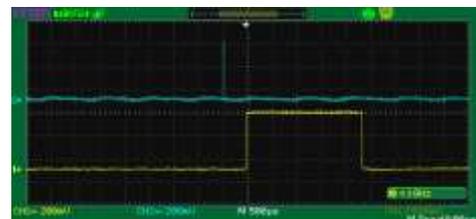
10 cm



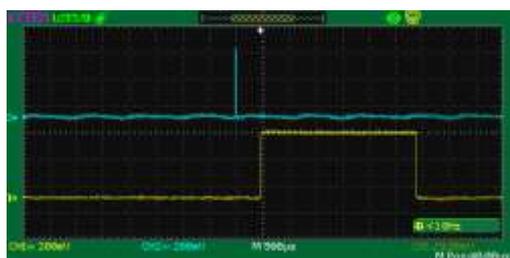
20 cm



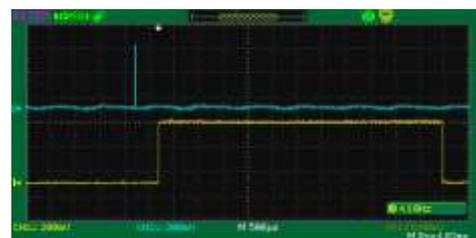
30 cm



40 cm



50 cm



100 cm

Lampiran 4.

Pengukuran Sensor Photodioda

posisi robot	data ADC (8bit)	data ADC hexa	(Yi) V pengukuran	(Xi) V perhitungan	(Xi) V perhitungan	|Yi-Xi|	(|Yi-Xi|/Xi)*100%
hitam	220	0xDC	4.22	4.2188235	4.21	0.01	0.237529691
putih	18	0x12	0.378	0.3451765	0.345	0.033	9.565217391
keterangan			V ref = 4.89 V				9.802747083

Error Pengukuran:

$$\begin{aligned}
 \text{Error (\%)} &= \frac{\sum \frac{|Y_i - X_i|}{X_i} \times 100 \%}{n} \\
 &= \frac{9.8027}{2} \\
 &= 4.9013 \%
 \end{aligned}$$

Lampiran 5.

Pengukuran PWM Motor DC

no	VP (Hexa)	Duty Cycle 10bit (%)	V teori (Xi)	V pengukuran (Yi)	|Yi-Xi|	(|Yi- Xi|/Xi)*100%
1	0x00	0	0	0	0	0
2	0x28	3.90625	0.4629	0.636	0.1730479	37.38343019
3	0x50	7.8125	0.9259	1.06	0.1340958	14.48275156
4	0x78	11.71875	1.3888	1.486	0.0971437	6.994793708
5	0xA0	15.625	1.8518	1.911	0.05919159	3.196435541
6	0xC8	19.53125	2.3147	2.336	0.02123949	0.917591554
7	0xF0	23.4375	2.7777	2.761	0.01671261	0.601670806
8	0x118	27.34375	3.2406	3.18	0.06066471	1.872020972
9	0x140	31.25	3.7036	3.64	0.06361681	1.717702055
10	0x168	35.15625	4.1665	4.07	0.09656891	2.317746669
11	0x190	39.0625	4.6295	4.49	0.13952102	3.013738344
12	0x1B8	42.96875	5.0924	4.91	0.18247312	3.583244016
13	0x1E0	46.875	5.555	5.34	0.21542522	3.878041763
14	0x208	50.78125	6.01	5.76	0.25837732	4.299123488
15	0x230	54.6875	6.4813	6.18	0.30132942	4.649212708
16	0x258	58.59375	6.9442	6.6	0.34428152	4.957828475
17	0x280	62.5	7.4072	7.02	0.38723363	5.227800337
18	0x2A8	66.40625	7.8701	7.45	0.42018573	5.33901384
19	0x2D0	70.3125	8.3331	7.86	0.47313783	5.677812938
20	0x2F8	74.21875	8.796	8.28	0.51608993	5.867325279
21	0x320	78.125	9.259	8.71	0.54904203	5.929819994
22	0x348	82.03125	9.7219	9.13	0.59199413	6.089284347
23	0x370	85.9375	10.1849	9.55	0.63494624	6.234192153
24	0x398	89.84375	10.6478	9.97	0.67789834	6.36655777
25	0x3C0	93.75	11.1108	10.38	0.73085044	6.577838138
26	0x3E8	97.65625	11.6738	10.8	0.77380254	6.628540334
27	0x3FF	99.90234	11.84	10.95	0.89	7.516891892
keterangan		V motor = 11.84 V			Σ	161.3204089

- a. Sampel perhitungan Duty cycle

Dimana pada VP 240 dengan VP max = 1023

$$D_{Cycle} = \left(\frac{x}{VP \max} \right) \times 100\%$$

$$D_{Cycle} = \left(\frac{240}{1023} \right) \times 100\%$$

$$D_{Cycle} = 23.4375 \%$$

- b. Sampel perhitungan tegangan

Dimana pada VP 240 dengan VP max = 1023, V max = 11.84

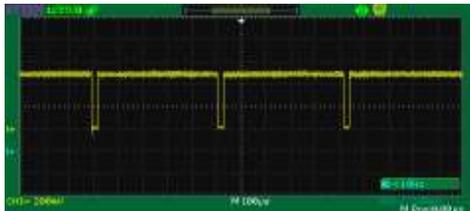
$$T_t = \left(\frac{x}{VP \max} \right) \times V \max$$

$$T_t = \left(\frac{240}{1023} \right) \times 11.84$$

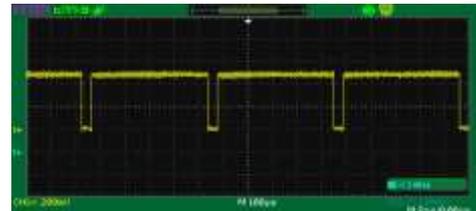
$$T_t = 2.77 V$$

Lampiran 6.

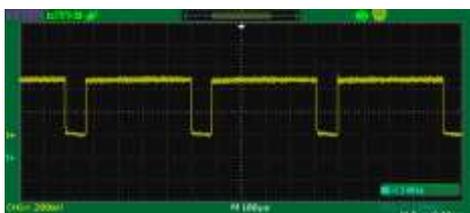
Sinyal PWM Motor DC



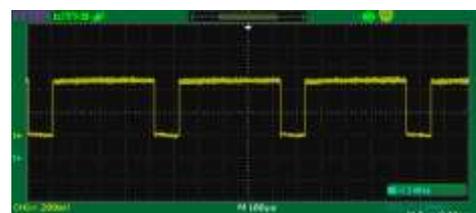
40 VP



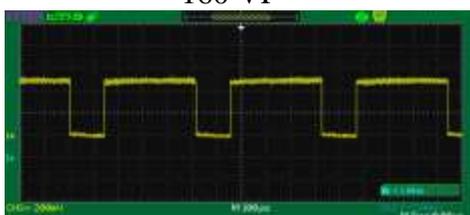
80 VP



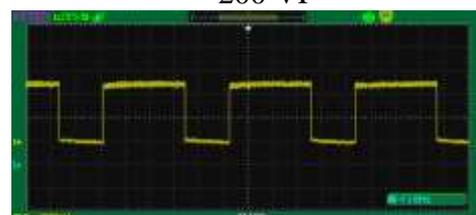
160 VP



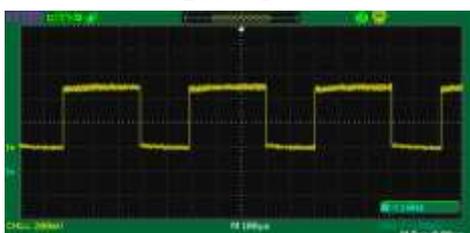
200 VP



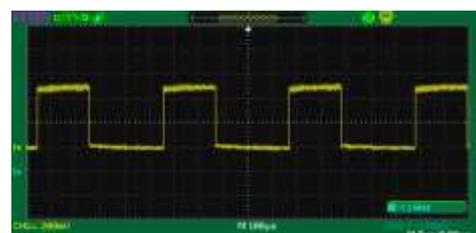
280 VP



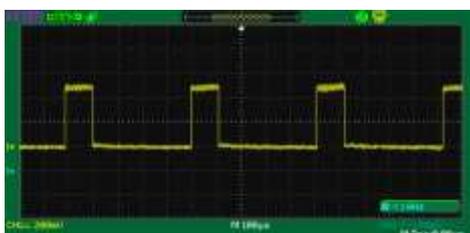
360 VP



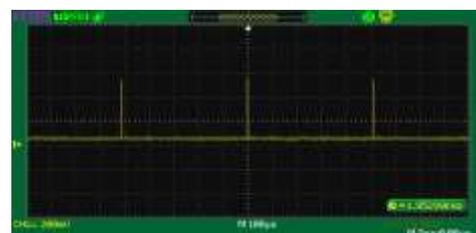
400 VP



600 VP



800 VP



1023 VP

Lampiran 7.

Dokumentasi



Lampiran 8.

Surat Tugas Pembimbing



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor: 308/FT-UNNES/2014

Tentang

**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2013/2014**

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Tanggal 23 April 2014

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama : TATYANTORO ANDRASTO, S.T., M.T.

NIP : 196803161999031001

Pangkat/Golongan : III/D

Jabatan Akademik : Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : FAELA SHOFA

NIM : 5301411042

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro

Topik : Penerapan Metode Simple Maze pada Robot Line Follower untuk Menyelesaikan Line Maze

KEDUA :

Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik

2. Ketua Jurusan

3. Petinggal

DITETAPKAN DI : SEMARANG

PADA TANGGAL : 25 April 2014

DEKAN



Drs. Mohammad Harlanu, M.Pd.

NIP 196602151991021001

5301411042

FM-03-AKD-24/Rev. 00

Lampiran 9.

Surat Tugas Penguji



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK

Gedung E6 It 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telepon: 8508104

Laman: www.te.unnes.ac.id, surel:

No. : A957/UM 37.1.5/PT/2015
Lamp. :
Hal : Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Sarjana Fakultas Teknik UNNES untuk jurusan Teknik Elektro adalah sebagai berikut:

I. Susunan Panitia Ujian:

a. Ketua : Drs. Suryono, M.T.
b. Sekretaris : Drs. Agus Suryanto, M.T.
c. Pembimbing Utama : TATYANTORO ANDRASTO, S.T., M.T.
d. Penguji : 1. Dr. Djuniadi, M.T.
: 2. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.

II. Calon yang diuji:

Nama : FAELA SHOFA
NIM/Jurusan/Program Studi : 5301411042/Teknik Elektro
/Pendidikan Teknik Elektro, S1
Judul Skripsi : Penerapan Metode Simple Maze pada Robot Wall Follower untuk Menyelesaikan Labirin

II. Waktu dan Tempat Ujian:

Hari/Tanggal : Rabu / 24 Juni 2015
Jam : 11:00:00
Tempat : e6 377
Pakaian :

Tembusan
1. Ketua Jurusan Teknik Elektro
2. Calon yang diuji



Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.

190602151991021001

Lampiran 10.

Surat Penelitian di Laboratorium Teknik Elektro UNNES



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009

Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft_unnes@yahoo.com

Nomor : 2706 /UN37.1.5/DT/2015
Lampiran : -
Hal : **Permohonan Izin Penelitian**

Yth : Ketua Jurusan Teknik Elektro
FT UNNES

Dengan Hormat,

Dengan ini kami mohonkan ijin penelitian di Laboratorium Teknik Elektro, dalam rangka Penyusunan Skripsi mahasiswa kami :

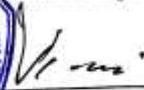
Nama : Faela Shofa
N I M : 5301411042
Program Studi : SI PTE
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Penerapan Metode Simple Maze Pada Robot Wall Follower Untuk Menyelesaikan Labirin.

Waktu Penelitian : Mulai tanggal 13 April 2015 s/d selesai

Atas bantuannya kami ucapkan terima kasih

Semarang, 10 April 2015

Dekan
Perwakilan Dekan Bidang Akademik



Dr. Dyoko Adi Widodo, M.T
NIP. 195909271986011001

Tembusan

1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Ketua Jurusan TE

FM-05-AKD-24

Lampiran 11.

LEMBAR UJI KELAYAKAN

H. Testimoni Pakar dalam uji kelayakan

1. Apa yang perlu diperbaiki dari segi tampilan dan dimensi robot?

Jawab:

Perlu dipertimbangkan bila ada objek yang menghalangi gerak maju / mundur robot

2. Bagaimana kualitas robot dalam segi cara pemegangan dan penempatan robot ketika digunakan?

Jawab:

Relatif aman

3. Bagaimana keefektifan pengendalian pada robot?

Jawab:

Perlu dipertimbangkan perubahan kecepatan pasca menemukan jalur. Kita sangat praktikal untuk keperluan lomba.

4. Dari segi keseluruhan, apakah robot sudah dalam kondisi produk yang baik atau belum? Mohon penjelasannya!

Jawab:

Kelain sebatas prototype sudah layak. Tetapi idealnya diperbaiki perlu dikembangkan lagi.

5. Apa pendapat Bapak tentang kelayakan robot Wall Follower ini?

Jawab:

Bagus untuk dasar pengembangan lebih lanjut

Semarang, 15 April 2015

Dosen/Pakar

Dr. I Made Sudana, M.Ts.
NIP.195605081984031004

Lampiran 12.

Surat Keterangan Uji Kelayakan di Fornext Semarang

Nomor : 0946/FR.R/T27/V/2015

Semarang, 27 Mei 2015

Kepada Yth :

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Semarang

Di
Tempat

Perihal : Surat Uji Kelayakan Alat

Dengan Hormat,

Berdasarkan Permohonan Saudara Faela Shofa Mahasiswi Fakultas Teknik Elektro Angkatan 2011 Universitas Negeri Semarang terkait dengan Uji Kelayakan Alat. Sedangkan alat yang diajukan sebagai berikut :

No	Nama Alat	Keterangan
1	Robot Pemadam Api	Sudah Sesuai dengan Tujuan Pembuatan Alat

Setelah diadakan pengecekan dan pengujian kemampuan alat maka kami sampaikan bahwa alat tersebut di atas sudah sesuai dengan tujuan pembuatan alat tersebut.

Atas Perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.


 (Direktur Utama)

Lampiran 13.

LEMBAR UJI KELAYAKAN

II. Testimoni Pakar dalam uji kelayakan

1. Apa yang perlu diperbaiki dari segi tampilan dan dimensi robot?

Jawab:

- Penempatan LCD pinggir atas untuk mempermudah set nilai.
- baterai harus dilikat, jangan sampai gerak.

2. Bagaimana kualitas robot dalam segi cara pemegangan dan penempatan robot ketika digunakan?

Jawab:

- Penambahan lapisan grip / karet agar tidak licin saat dipegang.

3. Bagaimana keefektifan pengendalian pada robot?

Jawab:

- Sangat efektif untuk model simple maze.

4. Dari segi keseluruhan, apakah robot sudah dalam kondisi produk yang baik atau belum? Mohon penjelasannya!

Jawab:

- 90% sudah siap produksi massal. Hanya perlu perbaikan struktur agar lebih modular.

5. Apa pendapat Bapak tentang kelayakan robot Wall Follower ini?

Jawab:

- Kecepatan perlu ditingkatkan jika ingin digunakan di maze yg lebih kompleks. Untuk simple maze, sudah cukup.
- akurasi, perlu ditingkatkan agar tidak menjauh dari dinding / objek lain saat menuju ke target.

Semarang, 22 April 2015

Pimpinan Fornext Robotics,


Imam Pujaya