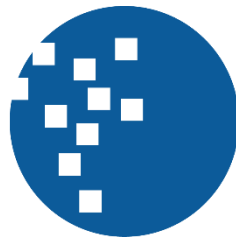


**PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN SISTEM *SENSING*
DAN *OBSTACLE AVOIDANCE* MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK PADA *INDOOR MECANUM WHEEL MOBILE*
*ROBOT***



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Sancho Harmalita Liu

00000042573

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2024**

**PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN SISTEM *SENSING*
DAN *OBSTACLE AVOIDANCE* MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK PADA *INDOOR MECANUM WHEEL MOBILE*
*ROBOT***



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro (S.T.)

Sancho Harmalita Liu

00000042573

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

TANGERANG

2024

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Sancho Harmalita Liu

Nomor Induk Mahasiswa : 00000042573

Program studi : Teknik Elektro

Skripsi dengan judul:

Pengembangan dan Penerapan Sistem *Sensing* dan *Obstacle Avoidance* Menggunakan Sensor Ultrasonik pada *Indoor Mecanum Wheel Mobile Robot*

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 13 Mei 2024



Sancho Harmalita Liu

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

Pengembangan dan Penerapan Sistem *Sensing* dan *Obstacle Avoidance*
Menggunakan Sensor Ultrasonik pada *Indoor Mecanum Wheel Mobile
Robot*

Oleh

Nama : Sancho Harmalita Liu
NIM : 00000042573
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Rabu, 29 Mei 2024

Pukul 13.00 s.d 16.30 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang



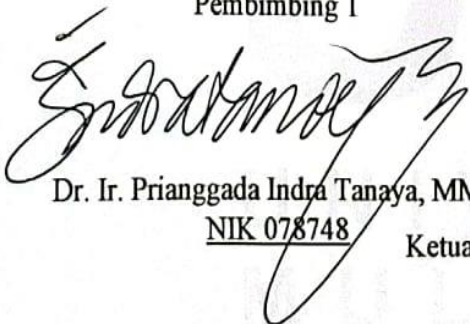
Marojahan Tampubolon, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK 074883

Penguji



Megantara Pura, S.T., M.T.
NIK 075103

Pembimbing 1



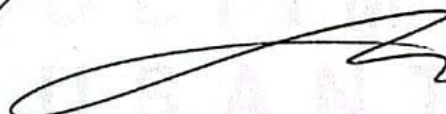
Dr. Ir. Prianggada Indra Tanaya, MME
NIK 078748

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Pembimbing 2



Ir. Arko Djajadi, M.Sc., Ph.D.
NIK 078764



Ahmad Syahril Muharom, S. Pd., M. T.

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sancho Harmalita Liu
NIM : 00000042573
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : ~~D3/S1/S2~~ (pilih salah satu)
Judul Karya Ilmiah : Pengembangan dan Penerapan Sistem
Sensing dan Obstacle Avoidance
Menggunakan Sensor Ultrasonik pada
Indoor Mecanum Wheel Mobile Robot

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (pilih salah satu):

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial. Saya tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.
- Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: Dalam proses pengajuan penerbitan ke dalam jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*)*.

Tangerang, 10 - Juni - 2024.



(Sancho Harmalita Liu)

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

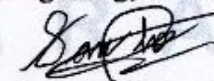
KATA PENGANTAR

Puji syukur atas selesainya penulisan skripsi dengan judul: "Pengembangan dan Penerapan Sistem *Sensing* dan *Obstacle Avoidance* Menggunakan Sensor Ultrasonik pada *Indoor Mecanum Wheel Mobile Robot*" dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ninok Leksono, M.A., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Dr. Ir. Prianggada Indra Tanaya, MME., sebagai Pembimbing pertama dan Ir. Arko Djajadi, M.Sc., Ph.D., sebagai Pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. M. B. Nugraha, S. T., M. T., dan Megantara Pura, S.T., M. T., sebagai dosen-dosen yang memberikan bantuan berupa saran dan jawaban dari konsultasi saya akan tugas akhir ini.
6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman dari program studi Teknik Elektro angkatan 2020 sebagai sahabat seperjuangan yang sama-sama mengerjakan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat digunakan dengan baik sebagai sumber informasi, inspirasi, serta acuan bagi para pembaca

Tangerang, 17 Mei 2024



Sancho Harmalita Liu

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengembangkan dan menerapkan sistem *sensing* dan *obstacle avoidance* pada *mobile robot* yang menggunakan sensor ultrasonik dan *mecanum wheel*. *Mecanum wheel mobile robot* ini digunakan untuk aktivitas pergudangan pada industri logistik yang aktivitasnya sangat padat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dibuat telah berjalan dengan baik. Sensor *encoder* pada sistem lokomosi memiliki pembacaan yang presisi sebesar 99,686% pada pengaturan *clock speed* Raspberry Pico sebesar 200 MHz dan pergerakan yang dihasilkan dari sistem lokomosi juga memiliki nilai presisi yang bagus diatas 98%. Sistem *sensing* yang dibuat pun berhasil mendeteksi objek di sekeliling *mecanum wheel mobile robot*. Komunikasi yang dilakukan juga berhasil terlaksanakan dengan baik dengan mengirim dan menerima data dari Raspberry Pi 4. Namun reaksi dari *mecanum wheel mobile robot* terbilang lambat ketika seluruh sistem digabungkan menjadi satu sehingga jarak pendeteksian pada *mecanum wheel mobile robot* harus menggunakan *trigger distance* yang memiliki jari-jari sebesar 63 cm untuk mengkompensasi keterlambatan reaksi dari sistem.

Kata kunci: *Mobile Robot, Sensing, Obstacle Avoidance, Sensor Ultrasonik, Mecanum Wheel*

UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

ABSTRACT (English)

This research was carried out with the aim of developing and implementing a sensing and obstacle avoidance system on a mobile robot that uses ultrasonic sensors and a mecanum wheel. This Mecanum wheel mobile robot is used for warehousing activities in the logistics industry where activity is very busy. The results of this research show that the system created has worked well. The encoder sensor in the locomotion system has a precision reading of 99.686% at the Raspberry Pico clock speed setting of 200 MHz and the movements produced by the locomotion system also have a good precision value of above 98%. The sensing system created was also successful in detecting objects around the mobile robot's mecanum wheel. The communication carried out was also successfully carried out well by sending and receiving data from the Raspberry Pi 4. However, the reaction of the mecanum wheel mobile robot was relatively slow when the entire system was combined into one so that the detection distance on the mecanum wheel mobile robot had to use a trigger distance which had a radius of 63 cm to compensate for the reaction delay of the system.

Keywords: *Mobile Robot, Sensing, Obstacle Avoidance, Ultrasonic Sensor, Mecanum Wheel*



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT (English)</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Konsep Sistem	5
1.4 Batasan Sistem	6
1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem	7
BAB II KONSEP DESAIN & SPESIFIKASI SISTEM	8
2.1 Konsep Desain Sistem	8
2.2 Spesifikasi Sistem	10
2.2.1 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas	10
2.2.2 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi	10
2.2.3 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan	11
2.2.4 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Hambatan	11
2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi	12
BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	14
3.1 Tinjauan Desain Sistem	14
3.1.1 Desain Sistem Keseluruhan	14
3.1.2 Desain Subsystem	15
3.1.3 Diagram Sistem	20
3.2 Implementasi Sistem	21
3.2.1 Hasil Implementasi	21

3.2.2	Hambatan dan Solusi Implementasi	28
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM	31
4.1	Studi Kasus 1: Uji Coba Pembacaan <i>Encoder</i> dengan <i>Clock Speed</i> Berbeda	31
4.1.1	Tujuan Pengujian.....	31
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	31
4.1.3	Kode Program Pengujian	32
4.1.4	Hasil Pengujian	33
4.1.5	Analisa Hasil Pengujian.....	39
4.2	Studi Kasus 2: Uji Coba Pergerakan Maju dan Uji Coba Pergerakan Mundur	41
4.2.1	Tujuan Pengujian.....	41
4.2.2	Prosedur Pengujian.....	41
4.2.3	Kode Program Pengujian	42
4.2.4	Hasil Pengujian	42
4.2.5	Analisa Hasil Pengujian.....	44
4.3	Studi Kasus 3: Uji Coba Pembacaan Sensor Ultrasonik pada Sistem <i>Sensing</i>	45
4.3.1	Tujuan Pengujian.....	45
4.3.2	Prosedur Pengujian.....	45
4.3.3	Kode Program Pengujian	46
4.3.4	Hasil Pengujian	47
4.3.5	Analisa Hasil Pengujian.....	48
4.4	Studi Kasus 4: Uji Coba Komunikasi Serial pada Sistem Lokomosi dan Sistem <i>Sensing</i>	49
4.4.1	Tujuan Pengujian.....	49
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	49
4.4.3	Kode Program Pengujian	49
4.4.4	Hasil Pengujian	50
4.4.5	Analisa Hasil Pengujian.....	51
4.5	Studi Kasus 5: Uji Coba Kerja Sama Sistem <i>Sensing</i> dan Sistem lokomosi	52
4.5.1	Tujuan Pengujian.....	52
4.5.2	Prosedur Pengujian.....	52

4.5.3	Kode Program Pengujian	54
4.5.4	Hasil Pengujian	54
4.5.5	Analisa Hasil Pengujian	58
4.6	Studi Kasus 6: Uji Coba <i>Obstacle Avoidance</i>	59
4.6.1	Tujuan Pengujian	59
4.6.2	Prosedur Pengujian	59
4.6.3	Kode Program Pengujian	60
4.6.4	Hasil Pengujian	60
4.6.5	Analisa Hasil Pengujian	63
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	64
5.1	Simpulan	64
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	69



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 - Penjelasan DFD Level 0 <i>Mecanum Wheel Mobile Robot</i>	14
Tabel 3.2 - Penjelasan DFD Level 1 <i>Mecanum Wheel Mobile Robot</i>	15
Tabel 3.3 - Penjelasan DFD Level 2 Subsistem <i>Sensing</i>	16
Tabel 3.4 - Penjelasan DFD Level 2 Subsistem Lokomosi	18
Tabel 4.1 - Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 125 MHz	33
Tabel 4.2 - Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 150 MHz	34
Tabel 4.3 - Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 176 MHz	36
Tabel 4.4 - Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 200 MHz	37
Tabel 4.5 - Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 225 MHz	38
Tabel 4.6 - Hasil Percobaan Subsistem Lokomosi dalam Pergerakan Maju	42
Tabel 4.6 - Hasil Percobaan Subsistem Lokomosi dalam Pergerakan Maju	43
Tabel 4.7 - Hasil Percobaan Subsistem Lokomosi dalam Pergerakan Mundur....	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 - Pergerakan dari <i>Mecanum Wheel</i>	4
Gambar 2.1 - CAD File Pandangan Isometri Desain Awal <i>Mecanum Wheel Mobile Robot</i>	9
Gambar 2.2 - Diagram Blok Sistem <i>Sensing</i> dan Lokomosi	9
Gambar 3.1 - DFD Level 0 <i>Mecanum Wheel Mobile Robot</i>	14
Gambar 3.2 - DFD Level 1 <i>Mecanum Wheel Mobile Robot</i>	15
Gambar 3.3 - DFD Level 2 Subsistem <i>Sensing</i>	16
Gambar 3.4 - Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik	17
Gambar 3.5 - Peletakan Sensor Ultrasonik	17
Gambar 3.6 - DFD Level 2 Subsistem Lokomosi.....	18
Gambar 3.7 - <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Obstacle Avoidance</i> Ketika <i>Mecanum Wheel Mobile Robot</i> Bergerak Maju.....	19
Gambar 3.8 - <i>Wiring Diagram</i> Sistem <i>Sensing</i>	20
Gambar 3.9 - Pandangan Isometri <i>Mecanum Wheel Mobile Robot</i>	22
Gambar 3.10 - Pancaran Gelombang Sensor Ultrasonik pada Bagian Depan	25
Gambar 3.11 - Pancaran Gelombang Sensor Ultrasonik pada Bagian Samping ..	26
Gambar 4.1 - Potongan Kode untuk Mengatur <i>Clock Speed</i> Mikrokontroler.....	32
Gambar 4.2 - Potongan Kode untuk Menjalankan Motor Selama 5 Detik	32
Gambar 4.3 - Potongan Kode untuk Melakukan Pembacaan pada Masing-Masing Sensor <i>Encoder</i>	33
Gambar 4.4 - Grafik Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 125 MHz	34
Gambar 4.5 - Grafik Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 150 MHz	35
Gambar 4.6 - Grafik Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 176 MHz	37
Gambar 4.7 - Grafik Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 200 MHz	38
Gambar 4.8 - Grafik Hasil Pembacaan <i>Encoder</i> pada Empat Roda dengan <i>Clock Speed</i> 225 MHz.....	39
Gambar 4.9 - Grafik yang Menunjukkan Jarak yang Ditempuh Sistem Lokomosi Selama Sepuluh Percobaan Dalam Pergerakan Maju	43
Gambar 4.10 - Grafik yang Menunjukkan Jarak yang Ditempuh Sistem Lokomosi Selama Sepuluh Percobaan Dalam Pergerakan Mundur.....	44
Gambar 4.4 - Pengujian Mendeteksi Halangan pada Posisi Depan	46
Gambar 4.5 - Potongan Kode untuk Mendeklarasikan Pin Sensor Ultrasonik.....	47
Gambar 4.6 - Potongan Kode untuk Melakukan Pembacaan Sensor Ultrasonik..	47
Gambar 4.7 - Hasil Pengujian yang Menunjukkan Pembacaan Ultrasonik pada Sistem <i>Sensing</i> dari Sisi Tengah Depan hingga Samping Kanan	48
Gambar 4.8 – Hasil Pengujian Komunikasi Serial Raspberry Pi 4 dengan Sistem Lokomosi dan Sistem <i>Sensing</i>	50

Gambar 4.9 - Pengujian Pergerakan Maju. Kondisi Robot Diangkat dan Roda Depan Diputar untuk Mengetahui Keberhasilan Komunikasi Raspberry Pi (<i>Master</i>) dengan Raspberry Pico (<i>Slave</i>).	51
Gambar 4.11 - Area <i>Safety Distance</i> dan <i>Trigger Distance</i> Mecanum Wheel Mobile Robot.....	53
Gambar 4.12 - Posisi Awal Mecanum Wheel Mobile Robot dan Objek pada Pengujian Pergerakan Maju	54
Gambar 4.13 - Posisi Berhenti Mecanum Wheel Mobile Robot Ketika Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Safety Distance</i>	55
Gambar 4.14 - Pendeteksian Objek Depan Mecanum Wheel Mobile Robot Ketika Langsung Diletakkan di Dekat Objek	55
Gambar 4.15 - Posisi Awal Mecanum Wheel Mobile Robot dan Objek pada Pengujian Pergerakan Mundur dengan Menggunakan <i>Safety Distance</i>	56
Gambar 4.16 - Posisi Berhenti Mecanum Wheel Mobile Robot Ketika Bergerak Mundur.....	56
Gambar 4.17 - Pendeteksian Objek Belakang Mecanum Wheel Mobile Robot Ketika Langsung Diletakkan di Dekat Objek	57
Gambar 4.18 – Posisi Berhenti Mecanum Wheel Mobile Robot Ketika Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Trigger Distance</i>	57
Gambar 4.19 – Posisi Berhenti Mecanum Wheel Mobile Robot Ketika Bergerak Mundur dengan Menggunakan <i>Trigger Distance</i>	58
Gambar 4.20 - Potongan Kode dari Algoritma <i>Obstacle Avoidance</i>	60
Gambar 4.21 - Posisi Awal Mecanum Wheel Mobile Robot Dalam Pengujian <i>Obstacle Avoidance</i> Saat Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Safety Distance</i>	60
Gambar 4.22 - Pergerakan yang Dilakukan oleh Mecanum Wheel Mobile Robot untuk Menghindari Objek Saat Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Safety Distance</i>	61
Gambar 4.23 - Posisi Akhir Mecanum Wheel Mobile Robot Setelah Menghindari Objek Saat Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Safety Distance</i>	61
Gambar 4.24 - Posisi Awal Mecanum Wheel Mobile Robot Dalam Pengujian <i>Obstacle Avoidance</i> Saat Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Trigger Distance</i>	62
Gambar 4.25 - Pergerakan yang Dilakukan oleh Mecanum Wheel Mobile Robot untuk Menghindari Objek Saat Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Trigger Distance</i>	62
Gambar 4.26 - Posisi Akhir Mecanum Wheel Mobile Robot Setelah Menghindari Objek Saat Bergerak Maju dengan Menggunakan <i>Trigger Distance</i>	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: Kode Program Lokomosi yang Terdapat pada Mikrokontroler Raspberry Pico untuk Mengendalikan ke-4 Driver Motor dan Membaca <i>Encoder</i>	69
Lampiran B: Kode Program <i>Sensing</i> yang Terdapat pada Mikrokontroler Raspberry Pico untuk Mengendalikan ke-12 Sensor Ultrasonik.....	76
Lampiran C: Kode Program untuk Melakukan Komunikasi Serial antara Raspberry Pico pada Sistem <i>Sensing</i> dengan Raspberry Pi 4	78
Lampiran D: Kode Program untuk Melakukan Komunikasi Serial antara Sistem Lokomosi dengan Raspberry Pi 4 untuk Membaca Nilai <i>Encoder</i>	79
Lampiran E: Kode Program untuk Melakukan Komunikasi Serial antara Sistem Lokomosi dengan Raspberry Pi 4 untuk Mengirimkan Perintah Pergerakan	80
Lampiran F: Kode Program untuk Mengirimkan <i>Action</i> yang Berisi Perintah Pergerakan ke <i>Node</i> Komunikasi Serial antara Sistem Lokomosi dengan Raspberry Pi 4	82
Lampiran G: Kode Program Membuat <i>Launch</i> untuk Menghubungkan <i>Node</i> dan Meneruskan Argumen dari Xacro	84
Lampiran H: Kode Program yang Berisi Algoritma <i>Obstacle Avoidance</i>	85
Lampiran I: Truth Table yang Menampilkan Pergerakan yang Dapat Dipilih Oleh Robot Berdasarkan Sensor yang Bekerja.....	89
Lampiran J: Formulir Konsultasi Skripsi Pembimbing 1	91
Lampiran K: Formulir Konsultasi Skripsi Pembimbing 2	92

