

**SISTEM AUTONOMOUS TURTLEBOT MINI MENGGUNAKAN ROS  
(ROBOT OPERATING SYSTEM) DENGAN INTEGRASI RASPBERRY  
PI DAN ARDUINO MEGA 2560**

**TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Teknik Informatika Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta



Disusun oleh :

**ALFIAN FATHONI MA`RUF**

**123130064**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
YOGYAKARTA**

**2018**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

**SISTEM AUTONOMOUS TURTLEBOT MINI MENGGUNAKAN ROS  
(ROBOT OPERATING SYSTEM) DENGAN INTEGRASI RASPBERRY  
PI DAN ARDUINO MEGA 2560**

Disusun oleh:

ALFIAN FATHONI MA'RUF  
123130064

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh pembimbing  
pada tanggal: Juni 2018

Menyetujui,  
Pembimbing I

Pembimbing II

Dr Awang Hendrianto Pratomo, S.T., M.T.  
NIP. 1977 07 25 2005 01 1001

Nuryono Satya Widodo S.T., M.Eng.  
NIP. 1978 08 15 2005 01 1001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi

Dr Awang Hendrianto Pratomo, S.T., M.T.  
NIP. 1977 07 25 2005 01 1001

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**SISTEM *AUTONOMOUS TURTLEBOT* MINI MENGGUNAKAN *ROS (ROBOT OPERATING SYSTEM)* DENGAN INTEGRASI *RASPBERRY PI* DAN *ARDUINO MEGA 2560***

Disusun oleh:

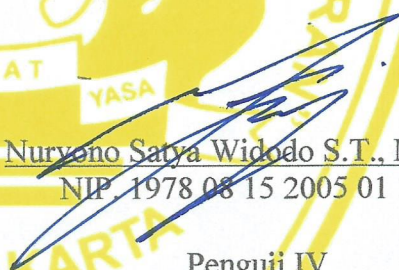
ALFIAN FATHONI MA'RUF  
123130064

Telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal Juni 2018 oleh :

Menyetujui,  
Penguji I

  
Dr Awang Hendrianto Pratomo, S.T., M.T.  
NIP. 1977 07 25 2005 01 1001

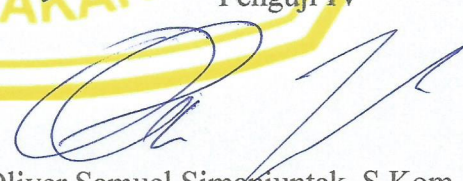
Penguji II

  
Nuryono Satya Widodo S.T., M.Eng.  
NIP. 1978 08 15 2005 01 1001

Penguji III

  
Wilis Kaswidjanti.,S.Si.,M.Kom  
NIK. 2 7604 00 0226 1

Penguji IV

  
Oliver Samuel Simanjuntak, S.Kom., M.Eng.  
NIK. 2 8305 11 0300 1

## SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, yang bertandatangan dibawah ini, saya :

Nama : Alfian Fathoni Ma'ruf

NIM : 123130064

Menyatakan bahwa karya ilmiah saya yang berjudul :

**SISTEM *AUTONOMOUS TURTLEBOT* MINI MENGGUNAKAN *ROS (ROBOT OPERATING SYSTEM)* DENGAN INTEGRASI *RASPBERRY PI* DAN *ARDUINO MEGA 2560***

Merupakan karya asli saya dan belum pernah dipublikasikan dimanapun. Apabila dikemudian hari, karya saya disyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta

Pada Tanggal : 29 Juni 2018

Yang Menyatakan



Alfian Fathoni Ma'ruf

123130064

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alfian Fathoni Ma'ruf  
NIM : 123130064  
Fakultas/Prodi : Teknik Industri / Teknik Informatika

dengan ini saya menyatakan bahwa judul Tugas Akhir

**SISTEM *AUTONOMOUS TURTLEBOT* MINI MENGGUNAKAN *ROS (ROBOT OPERATING SYSTEM)* DENGAN INTEGRASI *RASPBERRY PI* DAN *ARDUINO MEGA 2560***

adalah hasil kerja saya sendiri dan benar bebas dari plagiat kecuali cuplikan serta ringkasan yang terdapat didalamnya telah saya jelaskan sumbernya (sitasi) dengan jelas. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang – undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta,

Yang membuat pernyataan



Alfian Fathoni Ma'ruf

123130064

## ABSTRAK

Pengembangan robot pada saat ini sangatlah pesat yang dikarenakan untuk memnuhi kebutuhan industri dan akademik. Hal tersebut menyebabkan pengembangan komponen untuk robot juga mengikuti perkembangan. Banyak industri komponen robot berlomba-lomba untuk menciptakan sebuah komponen berupa IC (*Integrated Circuit*), sensor, dan sistem visi yang dapat digunakan untuk robot. Selain dari pengembangan komponen terdapat juga yang mengembangkan pada sistem perangkat lunak untuk memajemen proses pada robot berbasis *framework*, salah satunya yaitu *Robot Operating System (ROS)*. Pengembangan *robot operating system (ROS)* menghasilkan sebuah produk *base* yang dikenal dengan *turtlebot*. *Turtlebot* salah satu robot yang sangat kompleks dengan berbagai jenis sensor dan base buatan Willow Garage. Untuk pengembangan robot menggunakan *robot operating system(ROS)* memerlukan *base* buatan Willow Garage yang menyebabkan kurang efisiennya pengembangan. Sehingga memerlukan sebuah *platform* sederhana untuk mengembangkan sebuah robot menggunakan *robot operating system (ROS)*.

Pada penelitian ini robot yang digunakan untuk membuat *platform* agar dapat digunakan untuk mengembangkan *robot operating system (ROS)* dengan menggunakan *single board processor* berupa Raspberry Pi. Selain itu *base turtlebot* yang seharusnya menggunakan OpenCR menjadi Arduino Mega 2560 sebagai kontroler dan menambahkan Arduino Uno sebagai sub-kontroler. Untuk sensor untuk kontroler robot menggunakan sensor ultrasonik dan sensor *gyroscope* yang digunakan untuk minimum system agar robot dapat bergerak secara *autonomous* dengan cara mendeteksi benda didepan robot. Pergerakan robot agar dapat sesuai dengan sudut juga dilengkapi dengan sensor *gyroscope* tersebut. Pergerakan robot juga menggunakan sistem kontrol yang sudah menggunakan PID (*proportional, derivatif, integral*) untuk menggerakkan motor agar robot dapat bergerak secara stabil.

Hasil dari penelitian ini robot dengan menggunakan *robot operating system (ROS)* dapat beroperasi secara *autonomous* dan bergerak sesuai sudut yang diinginkan dengan bantuan sensor ultrasonik dan sensor *gyroscope*. Komunikasi serial antara *robot operating system (ROS)* dapat berjalan dengan baik, meskipun sering terdapat *lost sync device* terhadap kontroler. Sistem kontrol pada sub-kontroler penelitian ini didapatkan dua jenis nilai Kp untuk roda yaitu nilai Kp = 2.0 untuk motor kanan, dan nilai Kp = 1.88 untuk motor kiri. Pada penelitian ini masih terdapat kelemahan pada pengiriman data dari kontroler ke sub-kontroler yang menyebabkan pergerakan motor tidak dapat bergerak sesuai waktu yang ditentukan.

**Kata Kunci :** *Autonomous, Turtlebot, Robot Operating System (ROS), PID, Gyroscope, Ultrasonik.*

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayahNya kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dilalui oleh penulis untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta.

Penulis ucapka terima kasih sebesar – besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini. Secara khusus rasa terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan daya atas upaya penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan dorongan dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini, beserta seluruh doa dan pengorbanan baik berupa materi dan non-materi yang telas diberikan kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Awang Hendrianto P, S.T., M.T. dan Bapak Nuryono Satya Widodo, S.T., M.Eng. yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Wilis Kaswidjanti, S.Si., M.Kom. dan Bapak Oliver Samuel Simanjuntak, S.Kom., M.Eng. selaku penguji yang telah melakukan pengujian serta memberikan pengarahan pada tugas akhir ini.
5. Teman – teman Robot Soccer Team UPN “Veteran” Yogyakarta yang selalu memberikan dukungan moral dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Teman – teman angkatan 2013 “13 Syndicate” yang selalu memberikan dorongan dan dukungan untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
7. Teman – teman HIMATIF 2014/2015, Asisten, Al Khawarizmi, #SikPentingGayeng, SAHABAT, dan teman – teman yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR MODUL PROGRAM .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
1.6. Metodologi Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Robot .....	7
2.1.1 Turtlebot .....	8
2.1.2 Robot Operating System (ROS) .....	10
2.1.2.1 Community Level .....	11
2.1.2.2 Computational Level .....	11
2.1.2.3 File System Level .....	15
2.2. Sistem Kontrol PID (Proporsional, Integral, Derifvatif) .....	16
2.3. Sensor .....	18
2.3.1 Sensor Ultrasonik .....	18
2.3.2 Sensor Gyroscope .....	19
2.3.3 Sensor Encoder .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN.....</b>	<b>21</b>
3.1. Metodologi Penelitian .....	21
3.2. Analisis Sistem .....	23
3.3. Pembuatan Arsitektur Hardware Robot .....	24
3.3.1 Perancangan Hardware Robot .....	24
3.3.1.a. Perancangan Mikrokontroler .....	24
3.3.1.b. Perancangan Sensor Gyroscope (GY-521) .....	27
3.3.1.c. Perancangan Sensor Ultrasonik (HC-SRF04) .....	27
3.3.1.d. Perancangan Motor Driver (L298N) .....	28
3.3.2 Integrasi Arsitektur Robot .....	31
3.4. Pengujian Arsitektur Sistem Robot .....	35
3.4.1 Pengujian Hardware Robot .....	36
3.4.1.a. Pengujian Encoder Motor .....	37
3.4.1.b. Pengujian Sensor Gyroscope .....	38



3.4.1.c. Pengujian Sensor Ultrasonik .....	39
3.4.1.d. Pengujian Motor Driver L298N .....	41
3.4.2 Pengujian Integrasi Arsitektur Sistem .....	42
3.4.3 Pengembangan Arsitektur .....	44
3.5. Implementasi Robot dengan Robot Operating System (ROS) .....	48
<b>BAB IV HASIL, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1. Hasil .....	52
4.1.1 Komunikasi Data ROS ( <i>Robot Operating System</i> ) Arduino .....	52
4.1.2 Proses Fungsi Sensor Ultrasonik dengan ROS ( <i>Robot Operating System</i> ) .....	54
4.1.3 Proses Fungsi Sensor Gyroscope dengan ROS ( <i>Robot Operating System</i> ) .....	56
4.1.4 Sistem Kendali Robot Pada Sub-Kontroler .....	58
4.1.4.a. Proses Penerimaan Data Sub-Kontroler .....	58
4.1.4.b. Proses <i>external timer interrupt 0 overflow</i> .....	59
4.1.4.c. Proses Perhitungan <i>Encoder</i> .....	61
4.1.4.d. Proses <i>External Interrupt 0</i> .....	61
4.1.4.f. Proses Berhenti Motor Sub-Kontroler .....	62
4.1.4.g. Program Sub-Kontroler Penggerak Motor .....	64
4.1.4.h. Proses Kendali Kecepatan .....	67
4.1.4.i. Penentuan Konstanta PID .....	69
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>71</b>
5.1. Kesimpulan .....	71
5.2. Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Robot Bebek Mekanik ole Jacques de Vaucanson .....	7
Gambar 2.2. <i>Turtlebot Family</i> .....	8
Gambar 2.3. Arsitektur <i>Turtlebot</i> .....	9
Gambar 2.4. <i>Road Map to ROS Development</i> .....	11
Gambar 2.5. <i>Computational Level</i> .....	12
Gambar 2.6. Alur Komunikasi roserial turtlebot dengan OpenCR dan ASUS 1215N.	14
Gambar 2.7. Susun <i>Filesystem Level ROS</i> .....	15
Gambar 2.8. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik .....	18
Gambar 2.9. Desain Sensor Gyroscope .....	19
Gambar 2.10. Desain Sensor <i>Encoder</i> .....	20
Gambar 3.1. Alur Metodologi Penelitian .....	22
Gambar 3.2. Skematik Arduino Mega 2560 .....	25
Gambar 3.3. Arduino Mega 2560 .....	26
Gambar 3.4. Skematik Arduino Uno .....	26
Gambar 3.5. Arduino Mega 2560 .....	27
Gambar 3.6. Skematik Arduino Mega 2560 <i>Gyroscope</i> .....	28
Gambar 3.7. Rangkaian Arduino Mega 2560 <i>Gyroscope</i> .....	28
Gambar 3.8. Rangkaian Arduino Mega 2560 Ultrasonik .....	29
Gambar 3.9. Skematik Arduino Uno dan Motor Driver L298N .....	31
Gambar 3.10. Rangka Atas Robot .....	32
Gambar 3.11. Posisi Sensor Ultrasonik Robot .....	32
Gambar 3.12. Rangka Bawah Robot .....	33
Gambar 3.13. Posisi Roda berada di belakang .....	34
Gambar 3.14. Posisi Roda berada di tengah .....	34
Gambar 3.15. Skematik Seluruh Rangkaian Robot .....	35
Gambar 3.16. Rangkaian Robot Tampak Atas .....	35
Gambar 3.17. Rangkaian Robot Tampak Samping Kiri .....	36
Gambar 3.18. Rangkaian Robot Tampak Samping Kanan .....	36
Gambar 3.19. Perputaran Robot dengan Roda di Belakang .....	43
Gambar 3.20. Perputaran Robot dengan Roda di Tengah .....	44
Gambar 3.21. Kobuki Base .....	45
Gambar 3.22. Pengembangan Robot dengan Tiga Layer .....	46
Gambar 3.23. Konsep PID .....	47
Gambar 3.24. Komunikasi Serial <i>Arduino</i> dengan <i>Raspberry</i> .....	48
Gambar 3.25. <i>Roscore</i> .....	49
Gambar 3.26. <i>Rosserial_python</i> untuk komunikasi serial .....	50
Gambar 3.27. Alur singkat dari <i>rqt_graph</i> .....	50
Gambar 3.28. Alur robot dengan <i>rqt_graph</i> .....	51
Gambar 4.1. Rising Edge .....	61
Gambar 4.2. Grafik Pengujian dengan konstanta proporsional kiri 1.88 dan kanan 2.0 .....	70
Gambar 4.3. Grafik Pengujian dengan konstanta proporsional kiri 1.425 dan kanan 1.6 .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Tuning PID .....	17
Tabel 3.1. Tabel Pengujian Jumlah Interupsi Encoder Motor .....	38
Tabel 3.2. Tabel Pengujian Perputaran Sudut Menggunakan Gyroscope .....	39
Tabel 3.3. Tabel Pengujian Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik .....	40
Tabel 3.4. Tabel Pengujian Motor Driver .....	41
Tabel 3.5. Tabel Pengujian Posisi Roda Belakang .....	43
Tabel 3.6. Tabel Pengujian Posisi Roda Tengah .....	44

## DAFTAR MODUL PROGRAM

Modul Program 4.1. Proses penerimaan data sub kontroler .....	49
Modul Program 4.2. Lanjutan Proses penerimaan data sub kontroler .....	49
Modul Program 4.3. Proses external interrupt 0 overflow .....	50
Modul Program 4.4. Proses external interrupt 0 .....	52
Modul Program 4.5. Proses external interrupt 0 .....	52
Modul Program 4.6. Proses berhenti robot sub kontroler .....	53
Modul Program 4.7. Lanjutan Proses berhenti robot sub kontroler .....	54
Modul Program 4.8. Program Sub Kontroler Motor .....	55
Modul Program 4.9. Lanjutan Program Sub Kontroler Motor .....	56
Modul Program 4.10. Lanjutan Program Sub Kontroler Motor .....	57
Modul Program 4.11. Proses Kendali Kecepatan .....	58
Modul Program 4.12. Lanjutan Proses Kendali Kecepatan .....	59