



**DESAIN SISTEM NAVIGASI PADA ROBOT BERKAKI
ENAM UNTUK MODEL LAHAN SAWAH**

SKRIPSI

oleh

Fathur Ridwan

NIM 061910201149

PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2011



**DESAIN SISTEM NAVIGASI PADA ROBOT BERKAKI
ENAM UNTUK MODEL LAHAN SAWAH**

SKRIPSI

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

oleh

Fathur Ridwan

NIM 061910201149

PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2011

PERSEMBAHAN

*Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang ku raih
sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidup ku.*

Untuk itu Saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:

*Ummi Fatimah, Ayahanda Abdul Halim, Saudara/i kandungku :
Fatihaturrizqi Amelia, Fauziah Agustina, Fakhruddin, Fahmi Dahlan,
Fatihah, Faizal Rahman, Faqih Hidayat, Sholihah, Iis Aisyah,
serta kerabat yang tidak dapat Saya sebutkan satu persatu
terima kasih atas kasih sayang, dukungan moral & materil
serta kesabaran dan doa restunya.*

*Kawan-kawan Lab Informatika, Lab Instalasi, Lab Jarkom
Tjhack Crew, FOSS-ID Jember, JRUX Crew, Regency AD-34,
Dhika Management (tempat bernaung mencari nafkah), dan
Teman-teman Elektro 2003-2010 kebersamaan dengan kalian
menjadi sumber inspirasi luar biasa.*

*Guru – guruku baik secara akademik dan non akademik,
secara fisik dan spiritual yang telah mendidikku
mulai dari tidak mengerti menjadi mengerti
dari tidak bisa menjadi bisa, dari kekanak-kanakan menjadi dewasa*

Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember

MOTTO

“Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati agar kamu bersyukur (menggunakannya sesuai petunjuk Illahi untuk memperoleh pengetahuan)”

(QS Al-Nahl : 78)

“Allah akan meninggikan orang – orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(QS AL-Mujadalah : 11)

“Hidup adalah kegelapan jika tanpa hasrat dan keinginan. Semua hasrat dan keinginan adalah buta jika tidak disertai pengetahuan. Pengetahuan adalah hampa jika tidak diikuti pelajaran. Dan semua pelajaran akan sia-sia jika tidak disertai cinta.”

(Kahlil Gibran)

“Sempurna bukan berarti semuanya harus baik, sempurna adalah ketika putih dan hitam berpadu seimbang dan saling melengkapi namun tidak menjadi abu-abu”

(Fathur Ridwan)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fathur Ridwan

NIM : 061910201149

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “ *Desain Sistem Navigasi pada Robot Berkaki Enam untuk Model Lahan Sawah*” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Januari 2011
yang menyatakan,

Fathur Ridwan
NIM 061910201149

SKRIPSI

**DESAIN SISTEM NAVIGASI ROBOT BERKAKI ENAM
UNTUK MODEL LAHAN SAWAH**

Oleh

Fathur Ridwan
NIM 061910201149

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Khairul Anam, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwiretno Istiyadi Swasono, S.T., M.Kom.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ *Desain Sistem Navigasi Pada Robot Berkaki Enam Untuk Model Lahan Sawah* ” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember

Pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 27 Januari 2011

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua Penguji)

Pembimbing Anggota (Sekretaris)

Khairul Anam, S.T., M.T.
NIP. 19780405 200501 1 002

Dwiretno Istiyadi S, S.T., M.Kom
NIP. 19780330 200312 1 003

Mengetahui,

Penguji I

Penguji II

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

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T
NIP. 19710614 199702 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

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

DESAIN SISTEM NAVIGASI PADA ROBOT BERKAKI ENAM UNTUK MODEL LAHAN SAWAH

Fatur Ridwan

Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember

ABSTRAK

Robot berkaki enam merupakan perkembangan teknologi dunia robot yang memiliki keunggulan dibandingkan jenis robot berkaki lain dalam hal fleksibilitas pola gerakan, kestabilan statis dan kecepatan dalam bergerak. Pemberian kecerdasan buatan pada sebuah robot dengan pemrograman lewat komputer bukan sebuah perkara yang mudah, diperlukan sebuah perhitungan matematis tertentu dengan menggabungkan berbagai kemungkinan. Konsep *behavior-based control* dianggap sebagai sebuah konsep mutakhir untuk menciptakan sebuah kecerdasan yang dapat diterapkan pada sebuah robot dimana robot dapat melakukan aksi terhadap kondisi lingkungan yang ada seperti melakukan navigasi dan menghindari halangan. Pada skripsi ini dibahas mengenai sebuah sistem navigasi robot berkaki enam dengan menggunakan konsep *behavior-based control* untuk mendapatkan sebuah *Autonomous mobile robot* yang mampu menghindari halangan dan melewati medan yang dinamis seperti model lahan sawah.

Kata kunci : Kestabilan Statis, Behavior-Based Kontrol, Kecerdasan Buatan

DESIGN OF SIX-LEGGED ROBOT NAVIGATION SYSTEM FOR PADDY'S FIELDS MODEL

Fatur Ridwan

Department of Electrical Engineering University of Jember

ABSTRACT

Six-legged robot is an expansion of robot technology that advantages other types of legged robots in terms flexibility of movement patterns, statically stable gait and speed of movement. Provision of artificial intelligent on a robot with computer programming is not an easy case, it takes a certain mathematical calculations to combining the various possibilities Behavior-based control as considered an advanced concept to create intelligence that can be applied to robot. They can take action against the existing environmental conditions such as to navigate and avoid obstacles. This paper discussed about a six-legged robot navigation system using behavior-based control concept to obtain an autonomous mobile robot that can avoid obstacles and pass through a dynamic field such as paddy's field.

Keywords: *Statically Stable Gait, Behavior-Based Control, Artificial Intelligence*

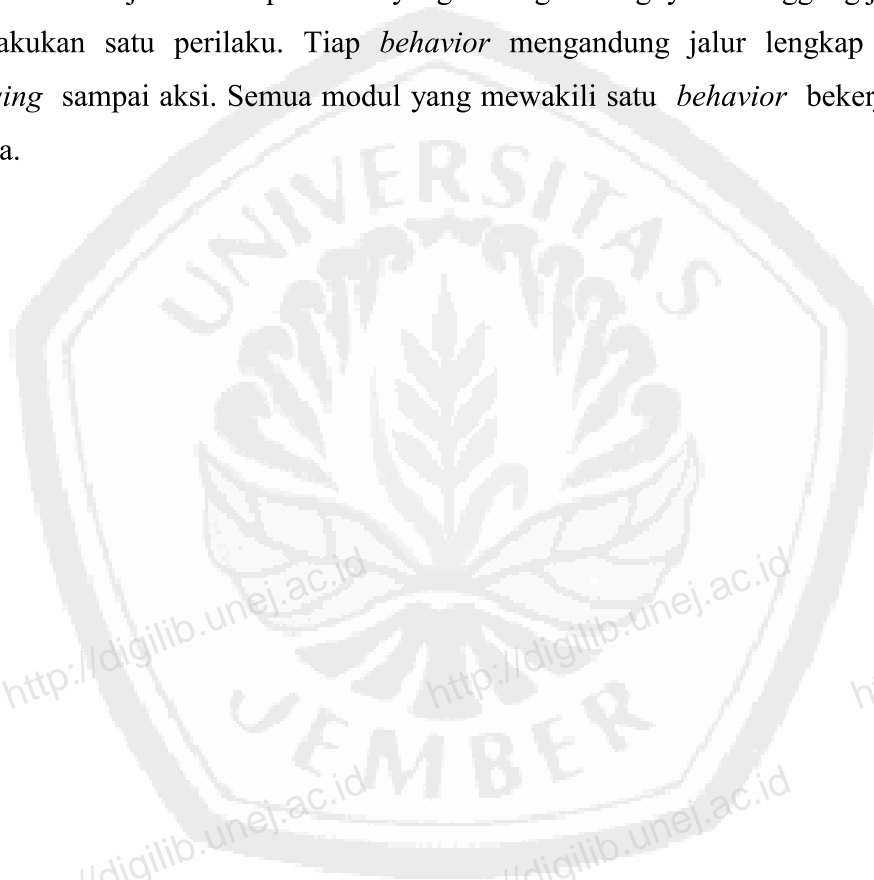
RINGKASAN

Desain Sistem Navigasi pada Robot Berkaki Enam untuk Model Lahan Sawah;
Fathur Ridwan; 061910201149; 2010; 154 halaman; Program Studi Strata Satu (S1);
Jurusan Teknik Elektro; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Untuk membiarkan *autonomous robot system* (ARS) bekerja pada dunia nyata, kontrol dan sistem sensor harus memperhatikan tantangan yang diakibatkan oleh ketidakpastian observasi terhadap lingkungan dan kondisi tugasnya. Oleh karena itu diperlukan perhatian seberapa banyak system control yang diperlukan dan memenuhi prasyarat Sistem kontrol robot bersifat sensor *driven*, arsitektur kontrol yang adaptif, Memenuhi batasan keamanan, dan sistem kontrol memiliki kemampuan belajar. Desain sistem semacam ini diaplikasikan pada *autonomous mobile robot* (AMR).

Autonomous mobile robot (AMR) merupakan kendaraan yang memiliki kemampuan untuk bergerak secara keseluruhan dari satu posisi ke posisi lainnya secara mandiri. AMR mengenali lingkungannya melalui sensor-sensor yang dimiliki. Kemudian sensor tersebut diterima sebagai persepsi yang akan diekstraksi menjadi pengetahuan bagi AMR. Dari pengetahuan yang dimiliki, AMR akan menentukan dan mengambil keputusan tentang apa yang harus dilakukan pada kondisi tertentu sesuai dengan keadaan lingkungan tempat AMR bekerja. Dalam perancangan dan implementasi *autonomous mobile robot* (AMR), masalah yang dihadapi adalah operasi bahasa alami yang digunakan oleh robot untuk dapat menerima perintah, transformasi informasi dari sensor sebagai basis pengetahuan robot, arsitektur komputer dan organisasi perangkat lunak untuk menangani dua masalah sebelumnya, deskripsi lingkungan untuk realitas situasi gerak, sistem penglihatan robot, dan proses pengambilan keputusan oleh robot secara mandiri berdasar pandangan terhadap lingkungan.

Pada aplikasi robot berkaki enam (*hexapod*) yang dioperasikan pada lingkungan dinamis atau tidak terstruktur, kesulitannya adalah memperoleh model matematik yang tepat dari interaksi robot dengan lingkungannya. Untuk mewujudkan tujuan tersebut diperlukan sistem kendali robot yang tidak berbasiskan model yang dikenal dengan sistem kendali *behavior-based robot* (BBR). Pada pendekatan ini, sistem diuraikan menjadi beberapa modul yang masing-masingnya bertanggung jawab untuk melakukan satu perilaku. Tiap *behavior* mengandung jalur lengkap mulai dari *sensing* sampai aksi. Semua modul yang mewakili satu *behavior* bekerja bersama-sama.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat *Illahi robbi* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Desain Sistem Navigasi pada Robot Berkaki Enam untuk Model Lahan Sawah*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan beberapa pihak. Oleh karena itu, Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

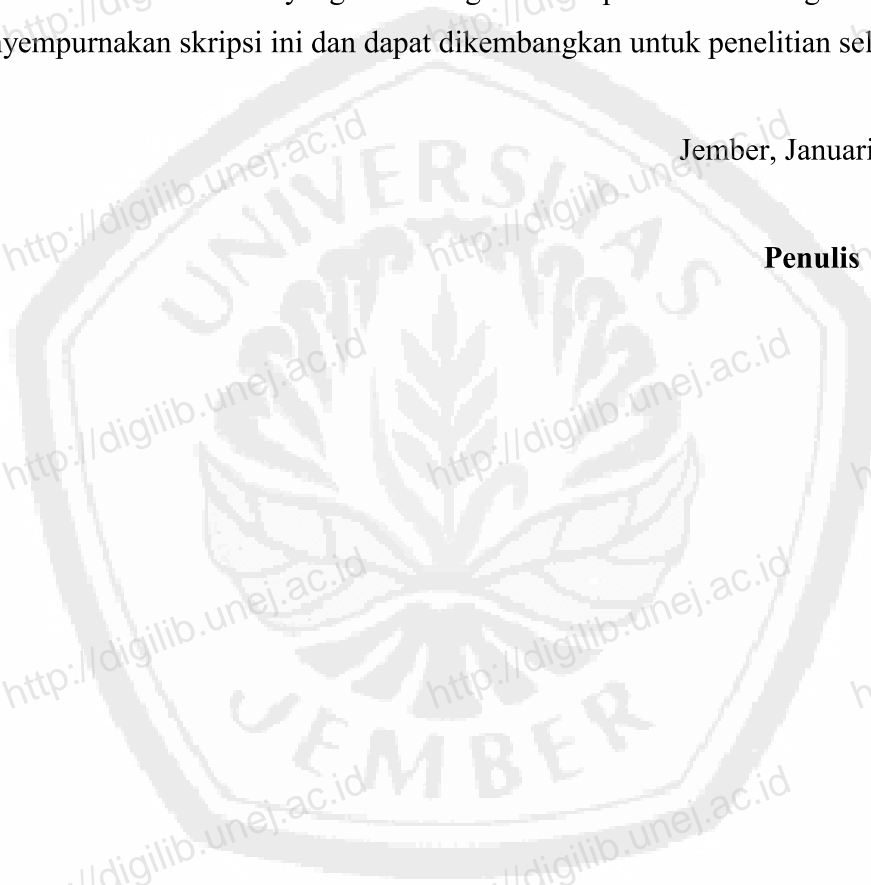
1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Sumardi , S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember dan Penguji utama dalam skripsi ini.
3. Khairul Anam, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dwiretno Istiyadi Swasono, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T., selaku anggota tim Penguji yang telah meluangkan waktu dan pikiran memberikan pengarahan dan masukan demi kesempurnaan skripsi ini.
5. Ayahanda Abdul Halim, Ibunda Fatimah, Kakak dan Adik, terima kasih atas segala dukungannya baik secara material maupun moral serta doa restunya.
6. Teman – teman satu perjuangan di Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Kawan – kawan pengurus Lab. Informatika, Lab. Instalasi dan Lab. Otomasi, *Crew TJHACK*, atas segala dukungan dan dorongan moral kalian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Reny Indrayani, Ardian Adjie Wirawan, Dwi Septaningtyas, terima kasih atas segala dukungan moral dalam penulisan skripsi ini.

9. Pihak – pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.

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

Jember, Januari 2011

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jenis – Jenis <i>Mobile Robot</i>	5
2.2 Teknik Pergerakan Robot Berkaki	5
2.3 Gaya Berjalan Robot Berkaki Enam	9
2.4 Desain Elektronika Robot	9
2.4.1 Mikrokontroler AVR (<i>Atmega 8515</i>)	12
2.4.2 Sensor Inframerah	12
2.4.3 Aktuator	15
	xiii
	17

2.5	Sistem Kontrol Untuk Robot Mandiri	19
2.6	Teknik Pengendalian Robot	21
2.7	<i>Behavior-Based Robotics</i>	24
2.7.1	Sejarah	24
2.7.2	Dasar Biologis <i>Behavior-Based Robotics</i>	25
2.8	Asitektur <i>Subsumption</i>	27
2.8.1	Level dan Layer	29
2.9	Metode Koordinasi Antar Behavior	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.1.1	Tempat Penelitian.....	38
3.1.2	Waktu Penelitian	38
3.2	Alat dan Bahan.....	39
3.2.1	<i>Hardware</i>	39
3.2.2	<i>Software</i>	39
3.2.3	Peralatan dan Perlengkapan Pendukung	39
3.3	Tahapan Penelitian	40
3.4	Perancangan Mekanik Robot	41
3.4.1	Desain Mekanik Robot.....	41
3.4.2	Desain Elektronika Robot Berkaki Enam	45
3.5	Mekanisme Gerak Robot.....	53
3.6	Sistem Navigasi Robot.....	57
3.7	Pengujian	59

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	60
4.1.1	Sensor Inframerah.....	60
4.1.2	Servo <i>Dynamixel AX-12 64</i>	64
4.2	Gaya Bergerak Robot	65
4.3	Pengujian Gerak Robot pada Model Lahan Sawah.....	69

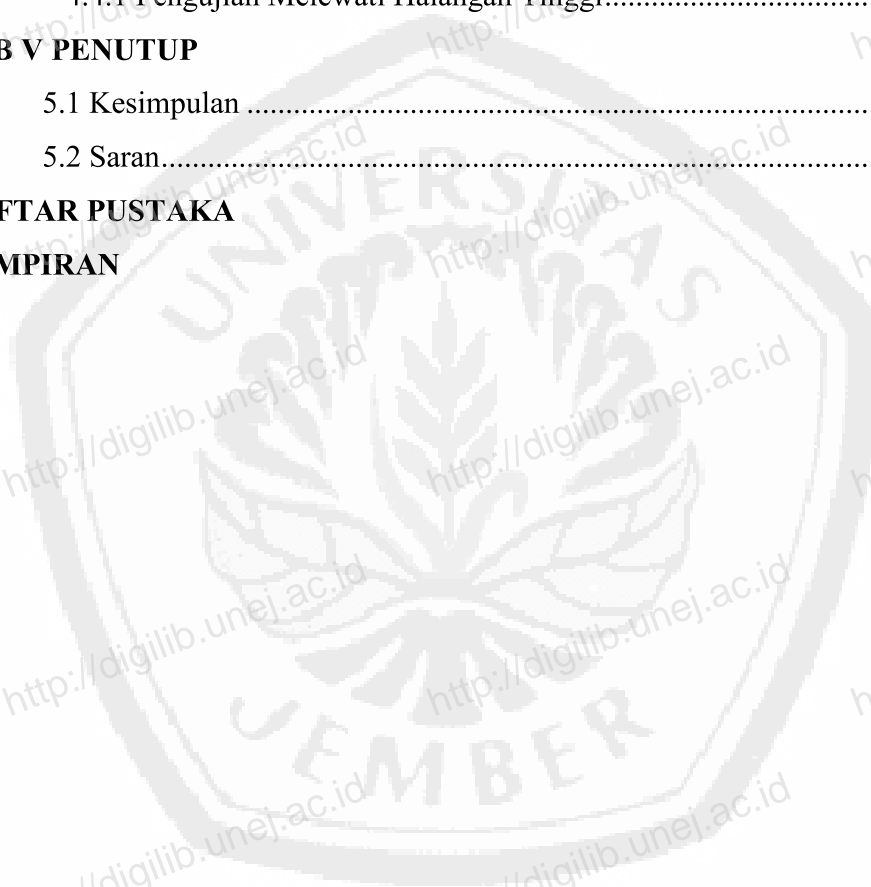
4.3.1 Pengujian pada Lahan Berumput	69
4.3.2 Pengujian pada Lahan Berbatu.....	69
4.3.3 Pengujian pada Lahan Tanah Basah	70
4.4 Pengujian Sistem Navigasi.....	72
4.4.1 Pengujian Melewati Halangan Rendah	72
4.4.1 Pengujian Melewati Halangan Tinggi.....	74

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Servo Dynamixel AX-12.....	18
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	38
Tabel 3.2 Pembagian <i>Range</i> Jarak Pembacaan Masing-Masing Sensor.....	47
Tabel 3.3 Konfigurasi Pin dan Fungsi Mikrokontroler ATmega8	50
Tabel 3.4 Konfigurasi Pin I/O Mikrokontroler pada Robot.....	51
Tabel 3.5 Kondisi dan Aksi yang Dilakukan oleh Robot	59
Tabel 4.1 Data Pengukuran Tegangan Keluaran Sensor GP2D12.....	61
Tabel 4.2 Pembagian Kelompok Kaki pada Robot Berkaki Enam.....	66
Tabel 4.3 Tabel Waktu Tempuh Robot pada Lahan yang Berbeda.....	71
Tabel 4.4 Pengujian Robot Melewati Halangan Rendah	72
Tabel 4.5 Pengujian Navigasi Robot Dengan Halangan Tinggi	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Manipulator Robot</i>	6
Gambar 2.2 ASIMO dari HONDA Salah Satu Robot <i>Humanoid</i>	7
Gambar 2.3 Robot Berkaki Pencari Lilin yang Merupakan Salah Satu Contoh Robot Berkaki yang Biasa Digunakan Untuk Kontes Robot Cerdas.....	7
Gambar 2.4 Salah Satu <i>Flying Robot</i> yang Memiliki 4 Buah Baling-Baling.....	8
Gambar 2.5 Salah Satu Contoh Bentuk Fisik dari <i>Under Water Robot</i>	8
Gambar 2.6 Pergerakan Robot <i>Hexapod</i> dengan <i>Wave Gait</i>	10
Gambar 2.7 Pergerakan Kaki dengan <i>Tripod Gait</i>	11
Gambar 2.8 Diagram Kendali Robot.....	12
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATMega8.....	13
Gambar 2.10 Modul Mikrokontroler ATMega128.....	13
Gambar 2.11 Konfigurasi Pin pada ATMega128.....	14
Gambar 2.12 GP2D12 dari SHARP.....	15
Gambar 2.13 Blok Diagram GP2D12.....	16
Gambar 2.14 Blok Pewaktu GP2D12.....	16
Gambar 2.15 Grafik Hubungan Tegangan Keluaran Sensor dengan Jarak pada GP2D12.....	16
Gambar 2.16 <i>Dynamixel AX-12</i>	18
Gambar 2.17 Contoh <i>Humanoid Robot</i>	25
Gambar 2.18 ARIEL: Robot <i>Behavior-Based</i> Dikembangkan oleh iRobot Untuk Meletakkan dan Meledakkan Ranjau pada <i>Surfzone</i>	26
Gambar 2.19 INAT:Robot yang Dikembangkan oleh <i>Idaho National Laboratory</i> yang Dilatih Untuk Merespon Suara dan Cahaya.....	26
Gambar 2.20 DART: Robot Air yang Dikembangkan oleh iRobot.....	27
Gambar 2.21 Rumusan Masalah Berdasarkan Rangkaian Unit Fungsional.....	28

Gambar 2.22 Dekomposisi <i>Mobile Robot</i> dengan <i>Task Achieving Behaviors</i>	29
Gambar 2.23 <i>Subsumption Architecture</i> Menurut Rodney Brook	31
Gambar 2.24 Sistem Kontrol Level ke Nol.....	31
Gambar 2.25 Sistem Kontrol Level 0 Ditambah dengan Sistem Level 1	33
Gambar 2.26 Sistem Kontrol Level 0 dan 1 Ditambah Sistem Level Kedua	34
Gambar 2.27 Normalisasi <i>Behavior</i> (Carreras,2003).....	35
Gambar 2.28 Formulasi Luaran HHCN (Carreras,2003).....	36
Gambar 2.29 Klasifikasi Mekanisme Koordinasi (Pirjanian,1999).....	36
Gambar 2.30 Klasifikasi Koordinasi Behavior yang Lain (Pirjanian,1999).....	37
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penelitian	40
Gambar 3.2 Tampak Serong Kiri Robot <i>Hexapod</i>	41
Gambar 3.3 Tampak Atas Robot <i>Hexapod</i>	41
Gambar 3.4 Rangka Samping Robot Berkaki Enam.....	42
Gambar 3.5 Fiber Penutup Bagian Atas dan Bawah robot	43
Gambar 3.6 Desain Penutup Bagian Atas dan Bawah robot.....	43
Gambar3.7 Desain Kaki Robot yang Digunakan pada Robot Berkaki Enam	44
Gambar 3.8 Blok Diagram Desain Elektronika Robot	45
Gambar 3.9 GP2D12 dari SHARP.....	45
Gambar 3.10 <i>Dynamixel AX-12</i>	48
Gambar 3.11Rangkaian Sistem Minimum AVR ATMega8.....	49
Gambar 3.12 Modul Mikrokontroler AVR ATMega128.....	51
Gambar 3.13 Desain Rangkaian Regulator Untuk Servo.....	52
Gambar 3.14 Pemasangan ID pada Robot	53
Gambar 3.15 <i>Flowchart</i> Gerak Maju.....	54
Gambar 3.16 <i>Flowchart</i> Gerak Mundur	55
Gambar 3.17 <i>Flowchart</i> Gerak Belok Kanan	56
Gambar 3.18 <i>Flowchart</i> Gerak Belok Kiri	57

Gambar 3.19 Diagram Alir Perangkat Lunak Sistem Navigasi Robot	58
Gambar 4.1 Susunan Kaki Pada Sensor Inframerah GP2D12	60
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Tegangan Keluaran Sensor GP2D12 dengan Jarak.....	62
Gambar 4.3 Pembagian Zona Pembacaan Sensor	63
Gambar 4.4 Pengujian Servo Dynamixel AX-12 Bergerak Searah Jarum Jam	64
Gambar 4.5 Pengujian Servo Dynamixel AX-12 Bergerak Berlawanan Arah Jarum Jam.....	65
Gambar 4.6 Penempatan Servo pada Robot Berdasarkan ID	66
Gambar 4.7 <i>Hexapod</i> Bergerak Maju Dalam Kondisi Tanpa Halangan.....	67
Gambar 4.8 <i>Hexapod</i> Belok Kanan Menghindari Halangan	68
Gambar 4.9 <i>Hexapod</i> Belok Kiri Menghindari Halangan	68
Gambar 4.10 Pengujian Robot pada Lahan Berumput	69
Gambar 4.11 Robot Melintasi Lahan Berbatu	70
Gambar 4.12 Robot Melintasi Lahan Berair	71
Gambar 4.13 Robot Melewati Halangan Rendah pada Medan Rumput.....	73
Gambar 4.14 Robot Melewati Halangan Rendah pada Medan Berbatu	73
Gambar 4.15 Robot Melewati Halangan Rendah pada Medan Berair.....	74
Gambar 4.16 Navigasi Robot pada Medan Rumput	76
Gambar 4.17 Navigasi Robot pada Medan Berbatu.....	76
Gambar 4.18 Navigasi Robot pada Medan Berair	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Bentuk Fisik Robot Berkaki Enam
Lampiran B.1	Datasheet Servo Dynamixel AX-12
Lampiran B.2	<i>Datasheet</i> Sensor Inframerah GP2D12
Lampiran C.1	<i>Datasheet</i> Mikrokontroler ATmega8
Lampiran C.1	<i>Datasheet</i> Mikrokontroler ATmega128
Lampiran D.1	<i>Listing Program Low Level Controller</i>
Lampiran D.1	<i>Listing Program High Level Controller</i>

