

RANCANG BANGUN ROBOT PENGGIRING BOLA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Ahli Madya Komputer



OLEH :

ADHITIYA SUGIARTO

09030581620017

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ROBOT PENGGIRING BOLA
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Ahli Madya Komputer

Oleh :

ADHITIYA SUGIARTO

09030581620017

Pembimbing I,



Ahmad Zarkasi, S.T.,M.T

NIP. 197908252013071201

Pembimbing II,



Aditya Putra P Prasetvo, S.Kom.,M.T.

NIP. 198810202016011201

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Teknik Komputer


Huda Ubaya, M.T.

NIP.198106162012121003

HALAMAN PERSETUJUAN

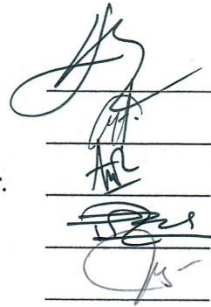
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Sabtu

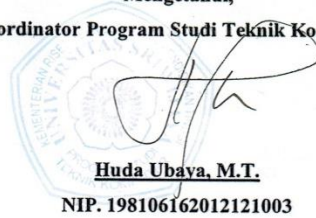
Tanggal : 27 Juli 2019

Tim Penguji:

1. Ketua : Erwin, M.Si.
2. Pembimbing I : Ahmad Zarkasi, M.T.
3. Pembimbing II : Aditya Putra P Prasetyo., M.T.
4. Penguji I : Rendyansyah, S.Kom., M.T.
5. Penguji II : Kemahyanto Exaudi, M.T.



Mengetahui,
Kordinator Program Studi Teknik Komputer,



Huda Ubaya, M.T.
NIP. 198106162012121003

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adhitiya Sugiarto

NIM : 09030581620017

Judul : **RANCANG BANGUN ROBOT PENGGIRING BOLA BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA328**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Juli 2019



Adhitiya Sugiarto
NIM. 09030581620017

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Fainnama'al usri yusro. Innama'al usri yusro”

Kupersembahkan Kepada :

- *Allah SWT. yang memberikan nikmat iman, kesehatan, kekuatan dan kesabaran.*
- *Kedua orang tua saya yang hebat (Joni Sugiarto dan Henny Juliastini) adik-adik saya (Rafi dan Reyhan) serta keluarga besar saya terima kasih untuk seluruh kasih sayang, doa, dukungan dan segala hal yang telah engkau lakukan terhadap saya.*
- *Kakak saya yang senantiasa selalu menyemangati saya, memberi serta senantiasa melakukan yang terbaik untuk saya.*
- *My best sister seperjuangan Febriyanti sebagai tempat berbagi, membantu dan berperan penting dalam penulisan tugas akhir ini.*
- *Megawati yang telah memberi semangat dan penasehat terbaik untuk saya.*
- *Alpasya dira sebagai sahabat terbaik saya.*
- *Kedua pembimbing saya (Ahmad Zarkasi, S.T.,M.T) dan (Aditya Putra P Prasetyo, S.Kom.,M.T.) yang telah banyak membantu dan membimbing saya dalam penyelesaian Tugas Akhir. Terima kasih.*
- *Sahabat – sahabat saya yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk tetap berusaha serta teman-teman Teknik Komputer 2016 yang berbagi banyak cerita, moment senang dan sedih selama 3 tahun ini*
- *Almamaterku.*

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Robot Penggiring Bola Berbasis Mikrokontroler Atmega328" ini penulis dapat menyelesaikannya dengan baik.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, Jika tanpa adanya bimbingan, bantuan, dorongan, dan petunjuk serta dukungan dari semua pihak tidak mungkin laporan ini dapat terselesaikan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Huda Ubaya, M.T. sebagai koordinator program studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ahmad Zarkasi, S.T.,M.T. sebagai dosen pembimbing pertama.
3. Bapak Aditya Putra Perdana Prasetyo, S.Kom.,M.T. sebagai pembimbing kedua.
4. Bapak Rendyansyah, S.Kom., M.T. sebagai pembimbing akademik.
5. Seluruh dosen pengajar di Diploma Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Kedua orang tua saya yang hebat (Joni Sugiarto dan Henny Juliastini) adik-adik saya (Rafi dan Reyhan) serta keluarga besar saya terima kasih untuk seluruh kasih sayang, doa, dukungan dan segala hal yang telah engkau lakukan terhadap saya.
7. Kakak saya yang senantiasa selalu menyemangati saya, memberi serta senantiasa melaukan yang terbaik untuk saya.

8. My best sister seperjuangan Febriyanti sebagai tempat berbagi, membantu dan berperan penting dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Megawati yang telah memberi semangat dan penasehat terbaik untuk saya.
10. Alpasya dira sebagai sahabat terbaik saya.
11. Teman-teman saya Justika Sari Fajerin, Ningrum Pertiwi, Indriani Melindra semua yang ada di grup “Coming Soon”.
12. Seluruh teman-teman Fakultas Ilmu Komputer yang telah berbagi pengalaman dan ilmu selama di Fakultas Ilmu Komputer.

Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho dan berkah-Nya kepada kita.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Terima Kasih.

Palembang,
2019

Juli

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Robot Otonom Mobile Robot.....	6
2.2 Pengertian Logika Fuzzy	7
2.2.1 Metode Sugeno.....	9
2.2.2 Pemodelan Dasar Sistem Fuzzy	10
2.2.3 Fungsi Keanggotaan	10
2.3 Arduino Uno.....	12
2.3.1 Mikrokontroler AVR ATmega328	14
2.4 Sensor Jarak.....	19
2.5 Motor Servo	20
2.5 Pulse Width Modulation (PWM)	23

2.5	Motor DC	25
2.5	IC Driver Motor L298D	26
2.5	Bahasa Pemrograman C	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Pendahuluan	30
3.2	Tahapan Penelitian	31
3.2.1	Analisis Kebutuhan Sistem	32
3.2.2	Mekanisme Perancangan Sistem.....	32
3.3	Perancangan Perangkat Keras	33
3.3.1	Sistem Minimum Mikrokontroler Atmega328.....	36
3.3.2	Rangkaian Sensor Jarak	37
3.3.3	Perancangan Motor DC	39
3.3.4	Perancangan Motor Servo	41
3.4	Perancangan Perangkat Lunak	42
3.4.1	Fuzzyfikasi	42
3.4.2	Inferensi Rule Base	45
3.4.3	Defuzzyfikasi	47
3.5	Flowchart Sistem Dengan Metode Fuzzy	49
3.6	Pengujian dan Validasi.....	50
3.7	Analisis dan Kesimpulan.....	50
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS		51
4.1	Pengujian dan Analisis	51
4.2	Pengujian Robot	52
4.2.1	Pengujian Pada Mikrokontroler Atmega328.....	53
4.2.2	Pengujian Sensor Jarak.....	55
4.2.3	Logika Fuzzy.....	59
4.2.4	Defuzzyfikasi	62
4.2.5	Pengujian Driver Motor	63
4.2.6	Pengujian Motor Servo.....	66
4.2.7	Pengujian Pergerakan Robot	70
BAB V KESIMPULAN.....		72
5.1	Kesimpulan	72

5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konsep Dasar Logika Fuzzy	8
Gambar 2. 2 Tahap Pemodelan dalam Logika Fuzzy	10
Gambar 2. 3 Resprentasi Linier Naik.....	11
Gambar 2. 4 Resprentasi Linier Turun	12
Gambar 2. 5 Arduino Uno.....	14
Gambar 2. 6 Arsitektur ATmega328	16
Gambar 2. 7 Konfigurasi Pin ATmega328.....	17
Gambar 2. 8 Karakteristik Keluaran Sensor GP2D12	20
Gambar 2. 9 Motor Servo.....	21
Gambar 2. 10 Input pada Motor Servo.....	23
Gambar 2. 11 Bentuk Sinyal PWM pada Berbagai Nilai Duty Cycle	24
Gambar 2. 12 Kontruksi Motor DC	25
Gambar 2. 13 Konfigurasi Pin IC L298D	27
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	31
Gambar 3. 2 Perancangan Posisi Sensor	32
Gambar 3. 3 Blok diagram sistem.....	33
Gambar 3. 4 Rangkaian Sistem Minimum Atmega328	37
Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor Jarak	38
Gambar 3. 6 Rangkaian Driver L298.....	40
Gambar 3. 7 Rangkaian Motor Servo	41
Gambar 3. 8 Fungsi Keanggotaan Sensor Jarak Kiri	43
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Sensor Jarak Kanan	44
Gambar 3. 10 Keluaran Fuzzy	48

Gambar 3. 11 Flowchart Sistem Program Fuzzy	49
Gambar 4. 1 Robot Mobile Pendeteksi Objek Bola.....	52
Gambar 4. 2 Rangkaian Pengujian Sensor Jarak	55
Gambar 4. 3 Jarak Pengujian Objek 20cm.....	57
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor Jarak Kanan	59
Gambar 4. 5 Pengujian Sensor Jarak Kiri	61
Gambar 4. 6 Rangkaian Pengujian Driver Motor	64
Gambar 4. 7 Pengujian Motor Servo.....	66
Gambar 4. 8 Program Pengujian Motor Servo.....	67
Gambar 4. 9 Data Pengukuran Aktivasi Servo	69
Gambar 4. 10 Pengujian Sensor Jarak Kiri dan Kanan.....	70
Gambar 4. 11 Pengujian Sensor Objek dan Motor Servo	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino Uno	13
Tabel 3.1	Kebenaran Motor Kiri	41
Tabel 3.2	Parameter Masukkan Jarak	43
Tabel 3.3	Masukkan Fuzzy Variabel Sensor Kiri	44
Tabel 3.4	Fuzzy Masukkan Sensor Jarak Kanan	45
Tabel 3.5	Rule Base Fuzzy Logic	46
Tabel 4.1	Hail Pengujian Sensor1 Jarak Kiri	58
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Sensor2 Jarak Kanan	58
Tabel 4.3	Aktivasi Tegangan Motor	65
Tabel 4.4	Data Pulsa Motor Servo	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat SK Tugas Akhir

Lampiran 2 Kartu Konsultasi Tugas Akhir Pembimbing I

Lampiran 3 Kartu Konsultasi Tugas Akhir Pembimbing II

Lampiran 4 Surat Rekomendasi Ujian Tugas Akhir Pembimbing I

Lampiran 5 Surat Rekomendasi Ujian Tugas Akhir Pembimbing II

Lampiran 6 Form Perbaikan Ujian Tugas Akhir Pembimbing I

Lampiran 7 Form Perbaikan Ujian Tugas Akhir Pembimbing II

Lampiran 8 Form Perbaikan Ujian Tugas Akhir Pembimbing Penguji I

Lampiran 9 Form Perbaikan Ujian Tugas Akhir Pembimbing Penguji II

Lampiran 10 Surat Keterangan Anti Plagiat Laporan Tugas Akhir

Lampiran 11 Surat Keterangan Hasil Suliet

Lampiran 12 Surat Keterangan Bebas Pustaka

Lampiran 13 Surat Keterangan Bebas Pembayaran

Lampiran 14 Sertifikat Kerja Praktek

Lampiran 15 Tanda Terima Laporan Kerja Praktek

Lampiran 16 Surat Keterangan Bebas Peminjaman Alat Laboratorium

Lampiran 17 Sertifikat Sriwijaya International Leaders Forum 2017

Lampiran 18 Sertifikat Seminar Nasional Technology Euphoria 2017

RANCANG BANGUN ROBOT PENGGIRING BOLA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328


Adhitiya Sugiarto
09030581620017

Abstrak


Pada tugas akhir ini membahas tentang rancang bangun robot penggiring bola berbasis mikrokontroler atmega328. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan gerakan-gerakan dasar robot dalam bermain sepak bola, bergerak sesuai tujuan yang ingin dicapai dan sesuai dengan misi yang diberikan pada robot. Robot ini mengenali lingkungannya melalui sensor-sensor yang dimilikinya seperti sensor pendeteksi objek, serta sensor kiri dan kanan untuk penghindar halangan. Kemudian sensor tersebut diterima sebagai persepsi yang akan diekstraksi menjadi pengetahuan bagi robot tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah objek bola akan terdeteksi oleh kamera dan akan di proses oleh mikrokontroler. Mikrokontroler akan memproses semua data masukan dari sensor jarak dan data keluaran yang merupakan data gerak. Data yang di peroleh dari sensor jarak akan diproses pada mikrokontroler yang berupa logika fuzzy dan mikrokontroler akan mengatur kecepatan putaran motor menggunakan pengaturan pwm untuk pergerakan motor dc sehingga sesuai dengan kondisi yang diinginkan seperti kondisi maju, belok kiri, belok kanan dan berhenti. Dari semua proses tersebut servo berfungsi untuk menepak dan menggiring bola, apabila objek atau bola sudah terdeteksi dalam jarak dekat servo akan bergerak 90 derajat untuk menepak dan menggiring bola.

Kata Kunci : Robot Penggiring Bola, Sensor Pendeteksi Bola, Sensor Jarak

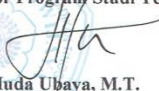
Pembimbing I,

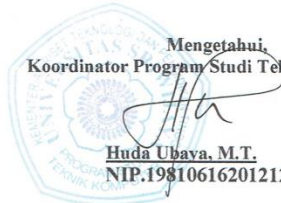

Ahmad Zarkasi, S.T., M.T
NIP. 197908252013071201

Pembimbing II,


Aditva Putra P Prasetyo, S.Kom., M.T.
NIP. 198810202016011201

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Komputer,


Huda Ubaya, M.T.
NIP. 198106162012121003



Design of Atmega328 Microcontroller-Based Robotic Robot

Adhitiya Sugiarto
09030581620017

Abstract


In this final project discusses the design of atmega328 microcontroller-based dribbling robots. In this study aims to develop basic movements of robots in playing football, moving according to the objectives to be achieved and in accordance with the mission given to the robot. This robot recognizes its environment through its sensors such as object detection sensors, as well as left and right sensors for obstacle avoidance. Then the sensor is accepted as a perception that will be extracted into knowledge for the robot. The results of this study are the ball objects will be detected by the camera and will be processed by a microcontroller. The microcontroller will process all input data from the proximity sensor and the output data which is motion data. The data obtained from the proximity sensor will be processed on the microcontroller in the form of fuzzy logic and the microcontroller will adjust the motor rotation speed using PWM settings for the movement of the DC motor so that it matches the desired conditions such as forward conditions, turn left, turn right and stop. Of all these processes the servo functions to punch and dribble the ball, if the object or ball has been detected in close range the servo will move 90 degrees to punch and dribble the ball.

Keywords: Ball Rotating Robot, Ball Detection Sensor, Proximity Sensor

Pembimbing I,


Ahmad Zarkasi, S.T.,M.T
NIP. 197908252013071201

Pembimbing II,


Aditya Putra P Prasetyo, S.Kom.,M.T.
NIP. 198810202016011201

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Komputer,


Huda Ubaya, M.T.
NIP.198106162012121003



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robot autonomous atau yang dikenal dengan wahana gerak mandiri adalah wahana/kendaraan yang memiliki kemampuan untuk bergerak secara keseluruhan dari satu posisi ke posisi lainnya secara mandiri. Aplikasinya diarahkan untuk membantu tugas manusia di berbagai bidang dan bukan hanya pada industri [1].

Permasalahan utama mobile robot adalah masalah pengendalian pergerakan untuk berbagai tujuan yang ingin dicapai. Penggunaan mobile robot dalam lingkungan penelitian dan lingkungan aplikasi menekankan pentingnya intelligent autonomus behavior dan teknik pengendalian gerakan [2]. Hal tersebut sangat penting bagi robot untuk memahami misi yang diberikan. Mobile Robot mengenali lingkungannya melalui sensor-sensor yang dimilikinya. Kemudian sensor tersebut diterima sebagai persepsi yang akan diekstraksi menjadi pengetahuan bagi robot tersebut. Mobile robot akan menentukan dan mengambil keputusan tentang apa yang harus dilakukan pada kondisi tertentu sesuai dengan keadaan lingkungan tempat robot ini bekerja. Salah satu sensor yang dapat digunakan pada aplikasi tersebut adalah kamera [3].

Dalam bermain [4], robot diharuskan mampu melakukan gerakan-gerakan dasar dalam bermain sepakbola. Dalam paper ini dikembangkan gerakan-gerakan dasar robot yang saat ini memiliki kecepatan aksi yang kurang. Robot harus bisa

berlari mengejar bola secara cepat,dan menendang bola dan bangun secara cepat. Untuk membantu memahami masalah yang timbul dalam menyeimbangkan robot sepakbola, kita dapat mempelajari sikap keseimbangan manusia. Kompleksitas sistem pada manusia menghasilkan timbal balik dari berbagai macam sistem sensor. Integrasi antara sensor, keseimbangan dan sistem kontrol yang dibutuhkan agar dapat sesuai dengan tubuh manusia sangat sulit. Rancangan sistem keseimbangan sempurna melibatkan penghitungan dan kontrol yang sangat telit.

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam tugas akhir ini, dengan segala pertimbangan penulis mengambil judul ‘ **Rancang Bangun Robot Penggiring Bola Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328**’

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan Tugas Ahir ini adalah

1. Membuat prototype robot penggiring bola dengan sistem gerak berdasarkan mikrokontroler Atmega328.
2. Mengaplikasikan metode logika fuzzy pada sistem sensor untuk penghindar halangan,

1.3 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Merancang bangun mekanik robot penggiring bola,
2. Dapat menghasilkan perangkat lunak dan perangkat keras robot mobile penggiring bola dengan kendali mikrokontroler atmega328.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terarah, maka penulis membuat batasan dari permasalahan ini yaitu pembuatan rancang bangun robot penggiring bola

1. Menggunakan metode fuzzy logic sebagai penghindar halangan,
2. Alat menggunakan roda sebagai penggerak,
3. Sensor jarak sebagai penghindar halangan,
4. Motor Servo digunakan sebagai penangkap bola,
5. Track arena merupakan lapangan persegi empat (indor).

1.5 Metode Penelitian

a. Metode Literatur

Merupakan metode referensi kepustakaan yang digunakan dalam mengkaji masalah yang ada, seperti mengumpulkan data dari buku, jurnal, dan internet.

b. Metode Konsultasi

Merupakan metode konsultasi atau tanya jawab dengan dosen pembimbing sehingga penulis mendapatkan masukan yang berarti untuk kesempurnaan dalam penulisan laporan akhir ini.

c. Metode Observasi

Mengamati sistem kerja tempat pelaksanaan tugas akhir, dengan diskusi yaitu melakukan pembahasan dengan pembimbing maupun pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaan tugas akhir.

d. Metode Perancangan

Melakukan perancangan sistem mulai dari topologi dan logika kerja dari sistem yang akan dibuat.

e. Metode Implementasi dan Pengujian

Mengimplementasikan sistem yang telah dibuat di tempat pelaksanaan tugas akhir dan melakukan pengujian pada sistem tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan ini ditulis dalam beberapa bagian dan masing-masing bagian terbagi dalam sub-sub bagian. Secara sistematika laporan ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis mengemukakan secara garis besar mengenai latar belakang pengambilan judul laporan.

BAB II DASAR TEORI

Dalam bab ini dijelaskan tentang teori-teori yang digunakan sebagai landasan dan kerangka pikiran yang akan digunakan dalam penelitian serta istilah-istilah dan pengertian-pengertian yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini menjelaskan perancangan alat, alat dan bahan yang di gunakan pada perancangan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat rancang bangun mekanik robot deteksi bola.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

Pada bab ini berisi gambaran umum tentang sistem yang akan dibuat meliputi perancangan perangkat keras, perangkat lunak, rencana pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini merupakan bab terakhir yang berisikan tentang kesimpulan dari tugas akhir yang telah dilaksanakan dan saran-saran dari penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handika, Efran, 2007. **“Perancangan Perangkat Lunak Robot AVOIDER Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Logika Fuzzy”**, Skripsi Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Indonesia..

- [2] Kusumadewi, Sri, 2003. **“Artificial Intelligence : Teknik dan Aplikasinya”**, Graha Ilmu, Yogyakarta.

- [3] Kuswadi, Son, 2007, **“Kendali cerdas, Teori dan Aplikasinya”**, Andi, Yogyakarta.

- [4] Nahla, G. S., Pramadihanto, I. D., Eng, M., & Ph, D. (n.d.). Tracking Bola Menggunakan Robotino.

- [5] Pitowarno, Endra. 2006. **Robotika: Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan**. Buku teks. Penerbit ANDI. Yogyakarta. Indonesia.

- [6] Prakoso, Didi Sulistyono. 2007. **Line Follower Robot**. Makalah Ilmiah. Faculty of Computer Science. Gunadarma University Library.

- [7] Raharjo, Stevanus Budi dan Sutopo, Bambang. **Robot Pengikut Garis Berbasis Mikrokontroler AT89C51 Menggunakan Sensor Infra Merah**. Makalah ilmiah. Teknik Elektro UGM, Yogyakarta. Indonesia.

- [8] Saputra, A. A. (2014). Acceleration and deceleration optimization using inverted pendulum model on humanoid robot EROS-2 ACCELERATION AND DECELERATION OPTIMIZATION USING INVERTED PENDULUM MODEL ON HUMANOID ROBOT EROS-2, (January).