

**RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN BERBASIS ARDUINO
UNTUK KASUS PENYORTIR BARANG**



**OLEH :
PUTRAMAN GUSDA
(09030581519028)**

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

**RANCANGAN BANGUN ROBOT LENGAN BERBASIS
ARUDUINO UNTUK KASUS PENYORTIR BARANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Diploma Komputer**



OLEH :

**PUTRAMAN GUSDA
(09030581519028)**

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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN BERBASIS ARDUINO UNTUK KASUS PENYORTIR BARANG

Sebagai salah satu untuk penyelesaian studi di Program
Teknik Komputer DIII

Oleh :

PUTRAMAN GUSDA

09030581519028

Pembimbing I,



Ahmad Zarkasi, M.T.

NIP. 197908252013071201

Palembang, Agustus 2019
Pembimbing II,



Aditya Putra P Prasetyo, S.Kom., MT

NIPUS. 198810202016011201

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Komputer



Huda Ubaya, S.T., M.T.

NIP. 198106162012121003

HALAMAN PERSETUJUAN

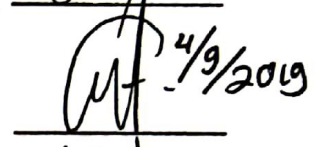
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Sabtu

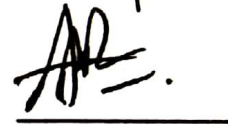
Tanggal : 19 Juli 2019

Tim Penguji:

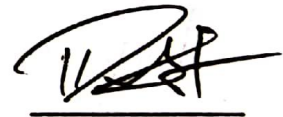
1. Ketua : Huda Ubaya, M.T.
2. Pembimbing I : Ahmad Zarkasi, M.T.
3. Pembimbing II : Aditya Putra P Prasetyo, M.T.
4. Penguji I : Rendyansyah, S.Kom., M.T.
5. Penguji II : Rahmat Fadli Isnanto, S.SI., M.Sc



4/9/2019

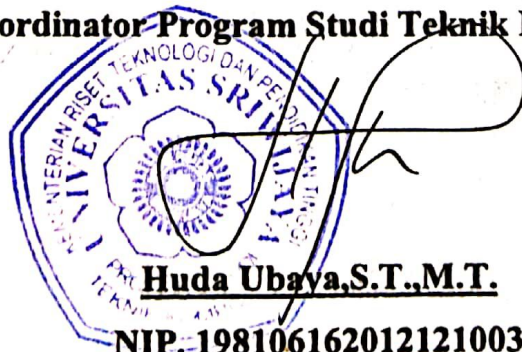


3/9/2019



Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Komputer,



Huda Ubaya, S.T., M.T.
NIP. 198106162012121003

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putraman Gusda

NIM : 09030581519028

Judul : "RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN BERBASIS ARDUINO UNTUK KASUS PENYORTIR BARANG"

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

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

Palembang, Agustus 2019



Putraman Gusda
NIM. 09030581519028

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto : Ilmu adalah harta yang tak akan pernah habis

Lebih baik terlambat daripada tidak wisuda sama sekali.

Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri – (Al-Ankabut: 6)

Katakanlah : Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. – (Al-Baqarah: 286)

Karya ini ku persembahkan kepada :

- *Kedua orang tuaku tercinta yang telah membesarkan dan senantiasa mendo'akanku.*
- *Keluarga tercinta yang selalu mendukung dan selalu mengharapkan keberhasilanku.*
- *Saudara laki – laki Muhammad Helmein Farachad Idial*
- *Teman – teman seperjuangan Teknik Komputer 2015.*
- *Almamaterku.*

ABSTRAK

Rancang Bangun Robot Lengan Berbasis Arduino Untuk Kasus Penyortir Barang

By :

Putraman Gusda

09030581519028

Perkembangan teknologi komputer pada saat ini telah membawa kemajuan yang sangat berarti dalam berbagai aspek terutama bagi negara yang sedang berkembang. Salah satu cara menambah tingkat kecerdasan sebuah robot adalah menambah sensor pada robot tersebut. Pada dunia industri seringkali kita jumpai bentuk lain dari aplikasi Pengolahan Citra misalnya untuk mendeteksi warna objek untuk penyortiran barang. Jika beberapa kasus penyortiran barang dilakukan dengan deteksi luas atau volume secara manual, maka sekarang sudah menggunakan warna atau bentuk objek. Barang akan dipindahkan ke satu tempat ketempat lain sesuai pola warna yang terdaftar. Berdasarkan uraian diatas.

Kata Kunci: Pengolahan Citra, Bahasa Python, Arduino, motor dc, webcam, motor servo.

Palembang, Agustus 2019

Pembimbing I,



Ahmad Zarkasi, M.T.

NIP. 197908252013071201

Pembimbing II,



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

NIPUS.198810202016011201

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Teknik Komputer



Huda Ubaya, S.T., M.T.

NIP. 198106162012121003

ABSTRACT

Arduino Based Arm Robot Design And Building For Good Case

By :

Putraman Gusda

09030581519028

The development of computer technology at this time has brought significant progress in various aspects, especially for developing countries. One way to increase the intelligence level of a robot is to add sensors to the robot. In the industrial world we often encounter other forms of image processing applications, for example, to detect the color of objects for sorting goods. If some cases of goods contamination are done by detecting the area or volume manually, now the color or shape of the object is now used. Goods will be moved to one place to another according to the registered color patterns. Based on the description above, "Designing Arduino-Based Robot Arm for Case Sorting Goods" As the main title in this final report.

Keywords: Image Processing, Python, Arduino, dc motor, webcam, servo motor.

Palembang, Agustus 2019

Pembimbing I,



Ahmad Zarkasi, M.T.

NIP. 197908252013071201

Pembimbing II,



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

NIPUS.198810202016011201

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Teknik Komputer



Huda Ubaya, S.T., M.T.

NIP. 198106162012121003

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai pendidikan Diploma III pada jurusan Sistem Komputer Program Studi Teknik Komputer Universitas Sriwijaya.

Adapun judul Laporan Akhir ini adalah **“Rancang Bangun Robot Lengan Berbasis Arduino Untuk Kasus Penyortir Barang”**

Dalam penulisan Laporan Akhir ini penulis telah menerima banyak bantuan dari berbagai pihak berupa bimbingan penyusunan laporan maupun pengambilan data, baik secara tertulis maupun lisan. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Ahmad Zarkasi, M.T dan Bapak Aditya Putra P Prasetyo, M.T sebagai Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah membimbing penulis hingga laporan Akhir ini dapat diselesaikan.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada :

1. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
2. Bapak Huda Ubaya, M.T selaku Koordinator Prodi Teknik Komputer Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ahmad Heriyanto, S.Kom., M.T selaku pembimbing akademik Universitas Sriwijaya
4. Bapak / Ibu Dosen, Staf dan Karyawan Universitas Sriwijaya
5. Kepada Kedua Orang tuaku dan Adik tersayang, serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis sehingga laporan akhir ini dapat diselesaikan
6. Beberapa teman – teman dan rekan – rekanku yang telah membantu, terutama Dhemran Afga ,Renaldi Ago ,Yoggy Rachmawan ,Andes Pradana dan teman teman yang telah memberikan dorongan do’a dan membantu hingga Laporan Akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir ini masih jauh dari kata Sempurna. Oleh karena itu Kritik dan Saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis demi kebaikan dan kesempurnaan perbaikan Laporan ini di masa yang akan datang. Sehingga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca terutama mahasiswa Jurusan Sistem Komputer Program Studi Teknik Komputer.

Demikianlah yang dapat penulis sampaikan, semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Palembang Agustus 2019

Penulis,

Putraman Gusda

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 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.2.1 Tujuan	3
1.2.2 Manfaat	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metode Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Logika Fuzzy	7
2.1.1 Metode Sugeno	9
2.1.2 Pemodelan Dasar Sistem Fuzzy.....	10
2.1.3 Fungsi Keanggotaan.....	10

2.2 Raspberry Pi.....	12
2.3 Mikrokontroler AVR ATmega328.....	14
2.3.1 Arduino Uno	19
2.4 Motor Servo	20
2.5 Pulse Width Modulation	24
2.6 Motor DC	26
2.7 IC Driver Motor L298D.....	27
2.8 Bahasa Pemrograman Python.....	29
2.8.1 Library OpenCV	30

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan	31
3.2 Tahap Perancangan.....	31
3.2.1 Analisis Kebutuhan Sistem.....	33
3.3 Perancangan Perangkat Keras	33
3.3.1 Sistem Minimum Mikrokontroler Atmega328.....	35
3.3.2 Perancangan Motor DC	36
3.3.3 Perancangan Motor Servo	38
3.4 Perancangan Perangkat Lunak	39
3.4.1 Fuzzifikasi.....	39
3.5 Flowchart Sistem Dengan Metode Fuzzy	43
3.6 Pengujian dan Validasi	44
3.7 Analisis dan Kesimpulan	45

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan	46
4.2 Pengujian modul Hardware	47
4.2.1 Pengujian Mikrokontroler Atmega328.....	47
4.2.1.1 Langkah Pengujian	47
4.2.1.2 Analisa Hasil Pengujian.....	49
4.2.2 Pengujian Driver Motor.....	50
4.2.2.1 Langkah Pengujian	50
4.2.2.2 Hasil Pengujian.....	52
4.2.3 Pengujian Motor Servo.....	54

4.2.3.1 Langkah Pengujian Motor Servo.....	54
4.2.3.2 Analisa Hasil Pengujian Motor Servo	55
4.3 Pengujian Raspberry	58
4.4 Jarak Deteksi Objek	62
4.4.1 Fuzzyfikasi.....	62
4.4.2 Defuzzyfikasi	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
Kodingan	
Form Revisi	
Konsultasi.....	

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Dasar Logika Fuzzy	8
Gambar 2.2 Tahap Pemodelan Dalam Logika Fuzzy	10
Gambar 2.3 Representasi Linear Naik	11
Gambar 2.4 Representasi Linear Turun	12
Gambar 2.5 Raspberry Pi	14
Gambar 2.6 Arsitektur ATmega328	16
Gambar 2.7 Konfigurasi Pin ATmega328	17
Gambar 2.8 Arduino Uno	20
Gambar 2.9 Motor Servo	21
Gambar 2.10 Konstruksi Motor Sinkron Magnet Permanen	22
Gambar 2.11 <i>Input</i> pada Motor Servo	24
Gambar 2.12 Bentuk Sinyal PWM Pada Berbagai Nilai Duty Cycle	25
Gambar 2.13 Konstruksi Motor DC	26
Gambar 2.14 Konfigurasi Pin IC L298D	28
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	31
Gambar 3.2 Blok diagram sistem	32
Gambar 3.3 Rangkaian sistem minimum Atmega328	34
Gambar 3.4 Rangkaian driver L298	36
Gambar 3.5 Rangkaian Motor Servo	38
Gambar 3.6 Fungsi keanggotaan keliling kotak	40
Gambar 3.7 Keluran Fuzzy	43
Gambar 3.12 Flowchart sistem program <i>Fuzzy</i>	43
Gambar 4.1 Robot Lengan pemindah kotak	47
Gambar 4.2 Rangkaian pengujian arduino	48

Gambar 4.3 Program Pengujian Arduino Menggunakan LED	49
Gambar 4.4 Pengujian driver motor	51
Gambar 4.5 Program Pengujian motor dc.....	51
Gambar 4.6 Pengujian motor servo	54
Gambar 4.7 Program Pengujian Motor Servo	55
Gambar 4.8 Data Pengukuran Aktivasi Servo	57
Gambar 4.9 Data pengukuran aktivasi servo.....	58
Gambar 4.10 Tampilan ip raspberry	59
Gambar 4.11 Tampilan Internet Protocol V4	59
Gambar 4.12 Tampilan pengaturan internet protocol.....	60
Gambar 4.13 Tampilan VNC Viewer	60
Gambar 4.14 Tampilan VNC Viewer Encryption	61
Gambar 4.15 Tampilan OS Raspberry	61
Gambar 4.16 Tampilan program led.....	62
Gambar 4.17 Tampilan nyala led.....	62
Gambar 4.18Pengujian deteksi keliling kotak	63

DAFTAR TABEL

Table 3.1 Tabel Kebenaran Motor Kiri.....	37
Tabel 3.2 Parameter Masukan Kode Warna.....	40
Tabel 3.3 Masukan Fuzzy Variabel Keliling.....	40
Tabel 3.4 Rule Base Fuzzy Logic.....	41
Tabel 4.1 Pengujian Driver Motor.....	52
Tabel 4.2 Aktivasi tegangan Motor	54
Tabel 4.3 Data Pulsa Motor Servo.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Keseluruhan.....	
Lampiran 2 Form Pebaikan/Revisi	
Lampiran 3 Kartu Konsultasi	
Lampiran 4 SK Tugas Akhir	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi komputer pada saat ini telah membawa kemajuan yang sangat berarti dalam berbagai aspek terutama bagi negara yang sedang berkembang. Perkembangan demikian yang didukung tersedianya perangkat keras dan perangkat lunak yang semakin hebat kemampuannya. Salah satu teknologi yang mengalami perkembangan yang begitu pesat adalah pengolahan citra. Banyak peralatan elektronik, misalnya scanner, kamera digital, mikroskop digital, dan fingerprint reader (pembaca sidik jari) yang menghasilkan citra digital. Perangkat lunak untuk mengolah citra digital juga sangat populer dalam perkembangannya, digunakan oleh pengguna untuk mengolah foto atau untuk berbagai keperluan lain sebagai contoh, Adobe Photoshop dan GIMP (GNU Image Manipulation Program) yang menyajikan berbagai fitur dalam memanipulasi citra digital.

Robot adalah sesuatu yang dapat diprogram dan diprogram ulang yang didesain untuk menyelesaikan suatu tugas atau pekerjaan secara otomatis dengan memiliki manipulator mekanik (Arthur, 1985). Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Robotik memiliki unsur yang sedikit berbeda dalam ilmu-ilmu dasar atau terapan yang lain dalam perkembangan. Ilmu dasar biasanya berkembang dari suatu asas atau hipotesis yang kemudian diteliti secara metodis. Ilmu terapan dikembangkan setelah ilmu-

ilmu yang mendasarinya berkembang dengan baik. Sedangkan ilmu robotik lebih sering berkembang melalui pendekatan praktis pada awalnya.

Salah satu cara menambah tingkat kecerdasan sebuah robot adalah menambah sensor pada robot tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Bhakti, 2010) berjudul "*Perancangan Lengan Robot Pemindah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan PLC WAGO 750-842*". Dalam penelitian ini lengan robot digunakan untuk memisahkan barang dengan cara mendeteksi warna dengan sensor inframerah dan sensor posisi yang dipasang pada konveyor. Namun pada penelitian tersebut lengan robot dikendalikan oleh PLC dan menggunakan konveyor sehingga ruang lingkup untuk mengambil benda hanya terbatas benda yang melewati konveyor saja. Dalam laporan akhir ini lengan robot dibuat mobile (bergerak) sehingga ruang lingkup lengan robot dalam mengambil benda jadi tidak terbatas.

Pengolahan citra digital merupakan salah satu subjek dari teknologi informasi yang sangat menarik dan menantang saat ini yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digital dapat dikelompokkan ke dalam dua jenis kegiatan yaitu memperbaiki kualitas suatu gambar dan mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar diam (foto), Suara, warna, Text, Vidio maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam) untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis.[1]

Pada dunia industri seringkali kita jumpai bentuk lain dari aplikasi Pengolahan Citra misalnya untuk mendeteksi warna objek untuk penyortiran barang. Jika beberapa kasus penyortiran barang dilakukan dengan deteksi luas atau volume secara manual, maka sekarang sudah menggunakan warna atau bentuk

objek. Barang tersebut akan dipindahkan ke satu tempat ketempat lain sesuai dengan pola warna yang ada. Berdasarkan uraian diatas, Maka penulis mengambil judul **“Rancang Bangun Robot Lengan Berbasis Arduino Untuk Kasus Penyortir Barang”** Sebagai judul utama dalam laporan akhir ini.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk membuat prototype pendeteksi objek menggunakan kamera yang digunakan dalam kasus penyortiran barang pada robot lengan berbasis prosessor ARM.

1.2.2 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari Penulisan Tugas Akhir ini yaitu

1. Dapat membuat software robot lengan penyortir barang berbasis arduino,
2. Dapat menghasilkan suatu alat yang mampu digunakan untuk menyortir barang, dengan mengaplikasikan metode logika fuzzy Sugeno orde 0, yang inputnya merupakan hasil dari deteksi tepi permukaan objek kotak.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Mendeteksi tepi permukaan kotak menggunakan webcam secara berbasis Processor ARM,

2. Hasil dari monitoring ini adalah sebagai pendeteksi tepi permukaan kotak. Apabila objek keliling telah ditemukan maka proses eksekusinya adalah dengan memindahkan kotak sesuai ukurannya,
3. Alat pemindah yang akan digunakan pada robot lengan berbentuk capit sebagai pemegang kotak. Objek yang akan dipindahkan adalah kotak dalam 2 variasi, besar dan kecil,
4. Pemograman menggunakan *Bahasa GUI arduino* dan *Python* dengan *Library OpenC*.

1.4 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang akan digunakan dalam pengumpulan data untuk penulisan Laporan Tugas Akhir yaitu :

1. Metode Literatur

Langkah pertama Merupakan metode referensi kepustakaan yang digunakan dalam mengkaji masalah yang ada sesuai dengan judul yang diambil, seperti mengumpulkan data yang bersumber dari buku-buku ilmiah , jurnal-jurnal ilmiah , sumber- sumber dari cetak maupun elektronik dan internet ataupun lainnya yang dapat menunjang penulisan Laporan Tugas Akhir.

2. Metode Konsultasi

Metode yang dilakukan pada halini adalah konsultasi atau tanya jawab dengan dosen pembimbing sehingga penulis mendapatkan masukan yang berarti untuk kesempurnaan dalam penulisan laporan akhir ini.

3. Metode Observasi

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

4. Metode Perancangan

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

5. Metode Implementasi dan Pengujian

Metode ini termasuk dalam metode Mengimplementasikan sistem yang telah dibuat di tempat pelaksanaan tugas akhir dan melakukan pengujian pada sistem tersebut

1.5 Sistematika Penulisan

Bagian ini merupakan bagian dimana penulis akan menulis bagian bagian bab dan sub bab pada laporan tugas akhir yang akan tersusun didalamnya, Secara sistematika maka laporan ini akan disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab 1 yang kita tulis sebagai bagian pendahuluan ini berisikan tentang tentang latar belakang yang bersangkutan dengan pembuatan alat untuk tugas akhir. Selain itu juga akan dibahas tentang tujuan dan manfaat, batasan masalah, metododologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka atau dasar teori yang mendukung aspek aspek yang berkaitan dengan pembuatan alat yang dibuat untuk laporan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI

Bab III ini berisi metodologi atau langkah yang dilakukan secara bertahap dan terperinci yang berhubungan dengan mencari, mengambil serta menganalisa bahan bahan yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tentang pengujian terhadap perangkat lunak maupun perangkat keras yang telah dibuat saat penelitian berlangsung. Selain itu, penulis juga akan menganalisa kerja dari alat dari hasil yang didapatkan saat pengujian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi resume atas bahasan pengujian dan analisa hasil yang dituang dalam penulisan laporan tugas akhir. Selain itu, akan diberikan saran yang ditujukan apabila ada yang ingin mencoba untuk mengembangkan alat berdasarkan laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurmaini, Zarkasi, 2014, **Pengantar Robotika**, Materi Ajar, Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, Indonesia.
- [2] _____, Datasheet Microcontroller ATMEGA8535, www.alldatasheet.com, 10 Januari 2014, 10:10 WIB.
- [3] Barmawi, Malvino, 1996, **Prinsip-prinsip Elektronika**, Erlangga, Jakarta
- [4] Pitowarno, Endro, 2006, **Robotik, Disain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan**, Andi, Yogyakarta.
- [5] Dian Anggraini, 2010. **Aplikasi Mikrokontroler ATmega16 Sebagai Pengontrol Sistem Emergency Dan Lampu Jalan Yang Dilengkapi Dengan Sensor Cahaya (LDR) pada Miniatur Kompleks Perumahan Modern**. Diakses Pada tanggal 20 September 2011
- [6] Kuswadi, Son, 2007, **Kendali cerdas, Teori dan Aplikasinya**, Andi, Yogyakarta.
- [7] Fairchild Semiconductor, 2006. **Datasheet KA78xx**. Diakses Tanggal 10 September 2013
- [8] Handoyo, Samigun . 2017. **Sistem Fuzzy Terapan Dengan Software R**. Malang : UB Media.
- [9] Ahyadi, Zaiyan. 2018. **Belajar Antarmuka Arduino Secara Cepat Dari Contoh**. Banjarmasin : Percetakan Deepublish.
- [10] M. Fajar Wicaksono, Hidayat. 2017 . **Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino**. Bandung : Informatika.

LAMPIRAN