

**MOBILE ROBOT PENDETEKSI WARNA DAN PENGIKUT BOLA  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE IMAGE PROCESSING**



**LAPORAN AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh:

**KGS. M. MAILAN**

**0614 3032 0202**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**MOBILE ROBOT PENDETEKSI WARNA DAN PENGIKUT BOLA  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE IMAGE PROCESSING**



**LAPORAN AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh:

**KGS. M. MAILAN**  
**0614 3032 0202**

**Palembang, Agustus 2017**

**Menyetujui,**

Pembimbing I

Pembimbing II

**Ir. M. Nawawi, M.T**  
NIP. 19631222 199103 1 006

**Dr. Eng. Tresna Dewi, ST., M.Eng**  
NIP. 19771125 200003 2 001

**Mengetahui,**

Ketua Jurusan  
Teknik Elektro

Ketua Program Studi  
Teknik Elektronika

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T**  
NIP. 19670511 199203 1 003

**Amperawan, S.T., M.T**  
NIP. 19670523 199303 1 002

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Jangan pernah ragu dengan kemampuan yang dimiliki oleh diri sendiri, hiduplah dengan seluruh kerja keras dan belajarlh dari kesalahan karena sesungguhnya dirimulah yang akan menentukan masa depanmu.

-Kgs M Mailan-

"Karena Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan" (QS Al Insyirah - 5)

kupersembahkan kepada :

- Allah Swt. yang telah memberikan nikmat kesempatan dan kemudahan bagi saya untuk dapat membuat laporan akhir ini serta Nabi Muhammad SAW.
- Kedua orang tuaku, Ayah Kgs. Masdan dan Ibu Hindun yang selalu memberikan dukungan moril dan materil, dalam suka dan duka dan mendoakanku selalu.
- Kakak-kakakku Hailendri, Desiana, dan Merlisa beserta keluarga besarku yang selalu memberi dukungan dan semangat.
- Teman seperjuangan Elektronika 2014 khususnya kelas EA POLSRI 2014.
- Keluarga besar Quly Squad.
- Teman LA yang selalu bersama mengerjakan alat LA hingga selesai.
- Seseorang yang selalu menyemangati selama proses LA dan tempat berbagi keluh kesah.
- Para dosen dan staff di Teknik Elektronika yang saya hormati.
- Almamaterku.

## ABSTRAK

### MOBILE ROBOT PENDETEKSI WARNA DAN PENGIKUT BOLA DENGAN MENGGUNAKAN METODE IMAGE PROCESSING

Oleh

Kgs. M. Mailan

0614 3032 0202

Salah satu produk dari robotika ini, yaitu robot beroda adalah robot *mobile* yang dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler. Pada kalangan umum jenis robot yang seperti ini banyak dipakai pada mainan anak-anak seperti mobil radio kontrol, namun tanpa menggunakan mikrokontroler. *Mobile* radio kontrol menggunakan sistem yang sederhana dengan teknologi sangat terbatas. Dengan sentuhan mikrokontroler mobil radio kontrol ini dapat dikembangkan menjadi sistem yang lebih berguna, seperti kontrol menggunakan ponsel android, dan berbagai macam sensor-sensor dapat diterapkan pada mobil radio kontrol berbasis mikrokontroler ini. Sensor memungkinkan fungsi otomatis pada sebuah rangkaian mikrokontroler untuk melakukan suatu tugas yang telah diprogramkan.

Salah satu sensor-sensor ini adalah *pi camera*. *Pi camera* ini adalah sebuah sensor image berbasis cahaya yang dapat mengambil gambar nyata secara langsung. Melalui *image processing* dengan menggunakan *pi camera* menjadi pendeteksi gerak. Selain sebagai pendeteksi gerak, *pi camera* dapat berfungsi sebagai pengganti salah satu penglihatan manusia yang akan ditiru.

*Mobile* robot pendeteksi dan pengikut bola dengan metode *image processing* ini mampu mengikuti bola dengan warna tertentu dan juga dapat menghindari benturan dari objek yang ada di depannya, karena robot ini dilengkapi dengan sensor *pi camera* di depan *mobile* robot tersebut dan juga dilengkapi dengan sensor jarak di bagian depan maupun samping depan *mobile* robot tersebut.

Kata kunci : *Pi camera, Arduino Mega 2560, Raspberry Pi 3, Image Processing.*

## **ABSTRACT**

### **MOBILE ROBOT COLOR DETECTION AND BALL FOLLOWERS BY IMAGE PROCESSING METHOD**

By  
Kgs. M. Mailan  
061430320202

*One product of this robotics, the robot wheel is a mobile robot that is controlled by a microcontroller. In general circles like this type of robot is widely used in children's toys such as radio control cars, but without using a microcontroller. Mobile radio control uses a simple system with very limited technology. With a touch of microcontroller this radio control car can be developed into a more useful system, such as control using android phone, and various kinds of sensors can be applied to the car radio control based on this microcontroller. Sensor allows automatic function on a microcontroller circuit to perform a task Has been programmed.*

*Of these sensors is a pi camera. Pi camera is a light-based image sensor that can take real images directly. Through image processing using a pi camera to detect motion. Apart from being a motion detector, a pi camera can serve as a substitute for one human vision to be imitated.*

*Mobile robot detection and ball followers with image processing method is able to follow the ball with a certain color and also can avoid the collision of the object in front of it, because the robot is equipped with a sensor in front of the camera and the sensor is also equipped with a proximity sensor in part Front and side of the mobile robot.*

*Keywords: Pi camera, Arduino Mega 2560, Raspberry Pi 3, Image Processing*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini yang berjudul “**Mobile Robot Pendeteksi Warna dan Pengikut Bola Dengan Menggunakan Metode Image Processing**”. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya yang istiqomah hingga akhir zaman. Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada jurusan Teknik Elektro program studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yang selalu mendukung dalam pembuatan laporan akhir ini baik itu berupa moril maupun materil. Selain itu terima kasih juga sebesar-besarnya kepada:

1. **Ir. M. Nawawi, M.T selaku Pembimbing I**
2. **Dr. Eng. Tresna Dewi, ST., M.Eng selaku Pembimbing II**

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini, kepada :

1. Bapak Dr. Dipl. Ahmad Taqwa, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
3. Bapak H. Herman Yani, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
4. Bapak Amperawan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
5. Seluruh staf Laboratorium dan Bengkel Teknik Elektronika.
6. Semua dosen dan seluruh staff serta karyawan administrasi di jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

7. Kepala Perpustakaan beserta staff administrasi perpustakaan pusat dan perpustakaan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Elektronika POLSRI 2014 khususnya kelas EA POLSRI 2014 yang selalu saling memberikan semangat dan motivasi.
9. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam pembuatan laporan akhir ini.

Dalam penulisan Laporan Akhir ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan dalam penulisan ini.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya jurusan Teknik Elektro program studi Teknik Elektronika.

Palembang, Agustus 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penulisan .....	3
1.5.1 Metode Studi Pustaka .....	3
1.5.2 Metode Observasi .....	3
1.5.3 Metode Wawancara .....	3
1.5.4 Metode Diskusi.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sensor .....	4
2.1.1 <i>Image</i> Sensor .....	4
2.1.2 <i>Pi Camera</i> .....	4
2.1.3 Cara Kerja <i>Pi Camera</i> .....	5
2.1.4 Metode <i>Image Processing</i> .....	6
2.1.4.1 Format Digital <i>Image</i> .....	6
2.1.4.2 <i>Color Sorter Filtering</i> .....	7
2.1.4.3 Motode <i>Contour Finding</i> .....	7
2.1.4.4 OpenCV.....	7
2.1.4.5 Permodelan Warna HSV .....	9
2.1.4.6 Elemen-elemen Digital <i>Image</i> .....	10



2.1.4.7 Warna .....	11
2.2 Sensor Jarak .....	13
2.2.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	13
2.2.2 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik .....	15
2.3 Mikrokontroler .....	17
2.3.1 Arduino Mega 2560 .....	17
2.3.2 Raspberry Pi .....	18
2.3.2.1 Bagian-bagian <i>Board Raspberry Pi</i> .....	20
2.4 Penggerak .....	21
2.4.1 Motor DC .....	21
2.4.2 <i>Driver</i> Motor DC dengan IC L298N .....	22
2.4.3 Modulasi Lebar Pulsa .....	23
2.5 UBEC .....	24
2.6 Tampilan .....	25
2.5.1 LCD .....	25
<b>BAB III RANCANG BANGUN ALAT .....</b>	<b>22</b>
3.1 Tujuan Perancangan .....	27
3.2 Blok Diagram .....	28
3.3 <i>Flow Chart</i> .....	31
3.4 Perancangan Alat .....	32
3.4.1 Rancangan Mekanik .....	32
3.4.2 Rancangan Elektronik .....	33
3.4.2.1 Modul <i>Pi Camera Rev 1.3</i> .....	34
3.4.2.2 <i>Raspberry Pi 3</i> .....	35
3.4.2.3 <i>Arduino Mega 2560</i> .....	37
3.4.2.4 Rangkaian <i>Driver</i> Motor L298N .....	40
3.4.2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	42
3.4.2.6 LCD .....	43
3.4.2.7 Skema Diagram Keseluruhan .....	45
3.5 Pemilihan Komponen .....	47
3.6 Prinsip Kerja Alat .....	48
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA .....</b>	<b>49</b>
4.1 Deskripsi Alat .....	49
4.2 Tujuan Pembahasan dan Pengukuran Alat .....	49
4.3 Alat-alat Pendukung Pengukuran .....	50
4.4 Langkah-langkah Pengoperasian Alat .....	51
4.5 Langkah-langkah Pengukuran .....	51
4.6 Titik Uji Pengukuran .....	52
4.7 Implementasi <i>Software</i> .....	55
4.7.1 Pengambilan <i>Image</i> dengan <i>Pi Camera</i> .....	55
4.7.2 Proses Pengubahan <i>Image Original</i> ke <i>Thresholding</i> .....	56
4.7.3 Proses Pendeteksian Objek dengan Metode <i>Contour</i> .....	56
4.7.4 Proses Pendeteksian Warna .....	57
4.8 Implementasi <i>Hardware</i> .....	58

4.8.1 Deteksi Sensor <i>Pi Camera</i> Terhadap <i>Mikrokontroler</i> dan Output <i>Mobile Robot</i> .....	58
4.9 Hasil Pengukuran Tegangan Pada RX TX <i>Raspberry Pi</i> Terhadap Pengiriman Data Koordinat ke <i>Arduino</i> .....	64
4.10 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor DC Berdasarkan Posisi Objek Bola Bewarna Merah.....	65
4.11 Deteksi Sensor Ultrasonik Terhadap Tegangan Motor .....	66
4.12 Analisa Perangkat .....	67
4.12.1 Analisa Sensor <i>Pi Camera</i> Terhadap Pendeteksian Objek Bola Bewarna Merah .....	69
4.12.2 Analisa Warna RGB dan HSV Pada Deteksi <i>Camera</i> Terhadap Objek Bewarna Merah .....	70
4.12.3 Analisa Tegangan Pada RX TX <i>Raspberry Pi</i> Terhadap Pengiriman Data ke <i>Arduino</i> .....	71
4.12.4 Analisa Nilai Koordinat Terhadap <i>Mikrokontroler</i> dan Output <i>Mobile Robot</i> .....	71
4.12.5 Analisa Tegangan Motor DC yang Terukur Pada Saat <i>Mobile Robot</i> Bergerak Mengikuti Objek Bola Bewarna Merah.....	73
4.12.6 Analisa Jarak dari Sensor Ultrasonik <i>Mobile Robot</i> Terhadap Objek Bola Bewarna Merah dan Output <i>Mobile Robot</i> .....	74
BAB V PENUTUP.....	76
DAFTAR PUSTAKA .....	xvi

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Modul <i>Camera Raspberry Pi</i> .....	5
Gambar 2.2. Model Warna.....	9
Gambar 2.3. Representasi Warna RGB Pada <i>Image Digital</i> .....	12
Gambar 2.4. Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	14
Gambar 2.5. Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	14
Gambar 2.6. Diagram Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	15
Gambar 2.7. Prinsip Kerja dan Pemantulan Sensor Ultrasonik .....	16
Gambar 2.8. <i>Arduino Mega 2560</i> .....	18
Gambar 2.9. <i>Board Raspberry Pi</i> .....	20
Gambar 2.10. Konfigurasi Pin GPIO Pada <i>Raspberry Pi</i> .....	20
Gambar 2.11. Kontruksi Motor DC .....	22
Gambar 2.12. Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC L298N .....	23
Gambar 2.13. UBEC .....	25
Gambar 2.14. Bentuk Fisik LCD 16x2 .....	26
Gambar 3.1. Diagram Skematis Robot Pengikut Bola.....	28
Gambar 3.2. <i>Flow Chart Mobile</i> Robot Pendeteksi Warna dan Pengikut Bola..	31
Gambar 3.3. Robot <i>Smart Cas Chassis Kit</i> .....	32
Gambar 3.4. Tampak Samping <i>Mobile Robot</i> .....	33
Gambar 3.5. Tampak Depan <i>Mobile Robot</i> .....	33
Gambar 3.6. Modul <i>Camera Raspberry Pi</i> .....	36
Gambar 3.7. <i>Board Raspberry Pi</i> .....	37
Gambar 3.8. Skema Rangkaian Modul <i>Arduino Mega 2560</i> .....	39
Gambar 3.9. Tata Letak Rangkaian <i>Arduino Mega 2560</i> .....	40
Gambar 3.10. Modul <i>Arduino Mega 2560</i> .....	40
Gambar 3.11. Skema Rangkaian Driver Motor L298N .....	41
Gambar 3.12. Tata Letak Komponen Driver Motor L298N .....	42
Gambar 3.13. Skematik Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	43
Gambar 3.14. Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	43

Gambar 3.15. Skematik Rangkaian LCD.....	44
Gambar 3.16. Layout Rangkaian LCD .....	44
Gambar 3.17. Skema Diagram Keseluruhan.....	45
Gambar 3.18. Skema Rangkaian Keseluruhan.....	46
Gambar 4.1. Titik Uji Pengukuran.....	53
Gambar 4.2. Skematik Titik Uji Pengukuran.....	54
Gambar 4.3. <i>Realtime Image Original</i> Yang Dihasilkan dari <i>Pi Camera</i> .....	55
Gambar 4.4. Perubahan <i>Image Original</i> ke <i>Threshold</i> .....	56
Gambar 4.5. Perubahan <i>Image Original</i> Menjadi Mode <i>Contour</i> .....	60
Gambar 4.6. Koordinat Objek Bola Bewarna Merah yang ditangkap Oleh <i>Pi Camera</i> Dengan Jarak Maksimal .....	60
Gambar 4.7. Koordinat Objek Bola Bewarna Merah yang Ditangkap Oleh <i>Pi Camera</i> Dengan Jarak Minimal .....	60
Gambar 4.8. Hasil Percobaan <i>Mobile Robot</i> Berdasarkan Posisi Objek Bola Bewarna Merah Tanpa Rintangan Dimulai Dari Gambar Kiri ke Kanan .....	61
Gambar 4.9. Hasil Percobaan <i>Mobile Robot</i> Berdasarkan Posisi Objek Bola Bewarna Merah Dengan Rintangan Dimulai Dari Gambar Kiri ke Kanan .....	62
Gambar 4.10. <i>Flow Chart Mobile Robot</i> Pendeteksi Warna dan pengikut Bola	67

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Daftar Komponen.....	47
Tabel 4.1 Hubungan Data Koordinat Objek yang Terdeteksi Dengan Mikrokontroler Serta Sinyal Perintah Digital Driver Motor.....	59
Tabel 4.2 Data Durasi Lamanya <i>Mobile Robot</i> Mencapai Finish Tanpa Rintangan .....	63
Tabel 4.3 Data Durasi Lamanya <i>Mobile Robot</i> Mencapai Finish Dengan Rintangan .....	63
Tabel 4.4 Data Informasi Warna Yang Diambil Sebanyak 5 Kali Yang Dibuat Dengan Komputer .....	64
Tabel 4.5 Pengukuran Tegangan RX dan TX Modul <i>Raspberry Pi</i> Ketika Mengirimkan Data Koordinat ke Arduino .....	65
Tabel 4.6 Pengukuran Tegangan dan Arus Motor DC Berdasarkan Posisi Objek Bola Bewarna Merah Tanpa Rintangan .....	65
Tabel 4.7 Pengukuran Tegangan dan Arus Motor DC Berdasarkan Posisi Objek Bola Bewarna Merah Dengan Rintangan .....	65
Tabel 4.8 Pengukuran Jarak Dari Sensor Ultrasonik <i>Mobile Robot</i> Terhadap Objek Bola Bewarna Merah.....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Surat Rekomendasi Sidang Laporan Akhir
- Lampiran B. Lembar Konsultasi Pembimbing I
- Lampiran C. Lembar Konsultasi Pembimbing II
- Lampiran D. Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing I
- Lampiran E. Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing II
- Lampiran F. Lembar Revisi Laporan Akhir
- Lampiran G. Surat Peminjaman Lab/Bengkel
- Lampiran H. *Data Sheet* Modul Raspberry Pi 3
- Lampiran I. *Data Sheet Pi Camera*
- Lampiran J. *Data Sheet* LCD 16 x 2
- Lampiran K. *Listing Program*
- Lampiran L. Foto Alat