

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PENDETEKSIAN WARNA MENGGUNAKAN SENSOR KAMERA CMOS PADA ROBOT BERODA DENGAN METODE RUANG WARNA YCbCr**



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Sriwijaya

**MUSTOFA HADI**

**061540341510**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
2019**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mustofa Hadi

NIM : 061540341510

Judul : Analisis Pendeteksian Warna Menggunakan Sensor Kamera CMOS  
Pada Robot Beroda Dengan Metode Ruang Warna YCbCr

Menyatakan bahwa Laporan TUGAS AKHIR saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan TUGAS AKHIR ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



**Palembang, Agustus 2019**



**Mustofa Hadi**

**061540341510**

**HALAMAN PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENDETEKSIAN WARNA MENGGUNAKAN  
SENSOR KAMERA CMOS PADA ROBOT BERODA DENGAN  
METODE RUANG WARNA YCbCr**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Elektro**

Oleh :

**MUSTOFA HADI  
0615 4034 1510**

**Palembang, Agustus 2019**

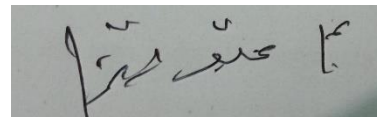
**Menyetujui,**

**Pembimbing I,**



**Amperawan, S.T., M.T.  
NIP. 196705231993031002**

**Pembimbing II,**



**Abdurrahman, S.T., M.Kom.  
NIP. 196707111998022001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro,  
Elektro,**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.  
NIP. 196705111992031003**

**Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknik**

**Ekawati Prihatini, S.T., M.T.  
NIP. 197903102002122005**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE – PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mustofa Hadi

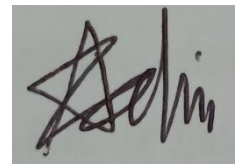
NIM : 061540341510

Judul : Analisis Pendeteksian Warna Menggunakan Sensor Kamera CMOS  
Pada Robot Beroda Dengan Metode Ruang Warna YCbCr

Memberikan izin kepada Pembimbing Tugas Akhir dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk memublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun saya tidak memublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing Tugas Akhir sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

**Palembang, Agustus 2019**



**Mustofa Hadi**

**061540341510**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita.” (QS At Taubah : 40)

“Berdoalah kepada-Ku pastilah aku kabulkan untukmu”. (QS Al Mukmin : 60)

”Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”. (HR. Turmudzi)

“Imagination is more important than knowledge.” (Albert Einstein)

### PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk :*

- ❖ Orang tua dan keluarga yang telah mendukung, memberikan do'a, semangat dan motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat sangat besar yang tak mungkin bisa di balas dengan apapun.
- ❖ Dosen pembimbing yang telah menuntun dan memberikan arahan hingga terselesaikan – Nya Tugas Akhir ini.
- ❖ Teman – teman Mekatronika 2015.

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS PENDETEKSIAN WARNA MENGGUNAKAN SENSOR KAMERA CMOS PADA ROBOT BERODA DENGAN METODE RUANG WARNA YCbCr**

Karya tulis ilmiah berupa TUGAS AKHIR, 25 Juli 2019

Mustofa Hadi; dibimbing oleh Amperawan, S.T., M.T. dan Abdurrahman, S.T., M.Kom.

Color Detection Analysis Using Cmos Camera Sensor On The Mobile Robot Using YCbCr Color Space Method

xiv + 58 halaman, 5 tabel, 43 gambar, 5 lampiran

Robot Beroda merupakan robot yang memiliki aktuator penggerak berupa roda yang membuatnya dapat berpindah tempat. Dalam perpindahan robot tersebut ke tempat lain diperlukan sistem kendali yang berfungsi untuk menentukan gerak perpindahan robot tersebut. Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan kamera yang dapat mengidentifikasi objek. Dalam pendeteksian objek terdapat banyak cara untuk mendeteksi objek, salah satunya adalah berdasarkan warna dari objek yang ingin di deteksi. Warna yang dideteksi oleh sensor kamera berupa data yang akan dikirimkan ke robot. Metode segmentasi ruang warna YCbCr merupakan sebuah metode yang memanfaatkan  $y$  (*luminance*) sebagai pengatur intensitas cahaya yang diterima oleh kamera dan  $c$  (*chrominance*) yang mengindikasikan corak warna dan saturasi, corak warna yang diambil adalah banyaknya komponen warna biru dan warna merah (Cb & Cr). Pendeteksian objek menggunakan metode ini memiliki hasil yang baik pada objek yang berada pada jarak kurang dari 90 cm, baik dalam kondisi gelap maupun terang, tetapi akan sulit untuk mendeteksi objek yang berada dalam kondisi gelap dan berjarak lebih dari 90 cm. Saat jarak objek berada lebih dari 60 cm maka robot akan semakin sulit untuk mendeteksi dan bergerak mengikuti objek yang ingin di deteksi.

**Kata Kunci** : Robot, Sistem Kendali, Kamera, Intensitas Cahaya, Corak Warna

## **ABSTRACT**

# **COLOR DETECTION ANALYSIS USING CMOS CAMERA SENSOR ON THE MOBILE ROBOT USING YCbCr COLOR SPACE METHOD**

Scientific Paper in the form of Final Project, 25<sup>th</sup> of July, 2019

Mustofa Hadi; supervised by Amperawan, S.T., M.T. dan Abdurrahman, S.T., M.Kom.

Analisis Pendeteksian Warna Menggunakan Sensor Kamera Cmos Pada Robot Beroda Dengan Metode Ruang Warna YCbCr

xiv + 58 pages, 5 tables, 43 pictures, 5 attachments

Wheeled Robot is a robot that has a driving actuator in the form of a wheel that makes it able to move. In the transfer of the robot to another place a control system is needed which functions to determine the movement of the robot. One solution is to use a camera that can identify objects. In object detection there are many ways to detect objects, one of which is based on the color of the object you want to detect. The color detected by the camera sensor is data that will be sent to the robot. The YCbCr color space segmentation method is a method that uses y (luminance) as a regulator of the light intensity received by the camera and c (chrominance) which indicates color and saturation color, the color pattern taken is the number of components in blue and red (Cb & Cr ). Detecting objects using this method has good results on objects that are at a distance of less than 90 cm, both in dark and bright conditions, but it will be difficult to detect objects that are in dark conditions and are more than 90 cm apart. When the object's distance is more than 60 cm, the robot will be more difficult to detect and move to follow the object that you want to detect.

**Key Words** : Robot, Control System, Camera, Luminance, Chrominance

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan Judul **“Analisis Pendeteksian Warna Menggunakan Sensor Kamera CMOS Pada Robot Beroda Dengan Metode Ruang Warna YCbCr”**.

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Pendidikan Diploma IV pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

Kelancaran dalam proses penulisan Tugas Akhir ini tak luput berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk serta kerjasama yang penulis dapatkan baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- 1. Bapak Amperawan, S.T., M.T. selaku Pembimbing I.**
- 2. Bapak Abdurrahman, ST., M.Kom. selaku Pembimbing II.**

Tak lupa pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah mendukung selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak H. Herman Yani, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ekawati Prihatini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh dosen, staf dan instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Seluruh staff Laboratorium dan Bengkel Teknik Elektro.



7. Orang Tua serta keluarga saya yang selalu memberikan bantuan berupa doa, semangat, motivasi, dan dukungan baik moril maupun materil.
8. Teman – teman seperjuangan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika POLSRI 2015 khususnya kelas 8 ELA yang sangat kompak dan saling memberikan semangat dan motivasi satu sama lain.
9. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang. Akhir kata, kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa semata sedangkan kesalahan pasti dimiliki manusia. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Demikianlah Tugas Akhir ini disusun, semoga dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE-PUBLIKASI</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Pembatasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat .....	3
1.4.1. Tujuan .....	3
1.4.2. Manfaat .....	3
1.5. Metodologi Penulisan .....	3
1.5.1. Metode Literatur .....	3
1.5.2. Metode Wawancara .....	3
1.5.3. Metode Observasi .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. <i>State of The Art</i> .....	5
2.2. Robot Beroda .....	6
2.2.1. Robot Beroda Dua.....	6
2.2.2. Robot Beroda Tiga .....	7
2.2.3. Robot Beroda Empat.....	8
2.2.4. Robot Beroda Tank .....	8
2.3. Robot Kamera .....	9
2.4. PWM .....	10
2.5. OpenCV .....	11

2.6. Sensor Kamera .....	12
2.7. Driver Motor DC L298 .....	13
	<b>Halaman</b>
2.8. ATmega 128L.....	14
2.9. Motor DC.....	16
2.10. Motor Servo .....	17
2.11. Pengolahan Citra .....	18
2.11.1. Citra Digital .....	20
2.11.2. Ruang Warna .....	19
2.11.3. Segmentasi .....	22
2.12. Sumber Daya (Baterai).....	24
2.13. Komunikasi Serial .....	28

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Kerangka TA .....	29
3.2. Metode Pembahasan .....	29
3.2.1. Perancangan Elektronik .....	30
3.2.1.1. Blok Diagram .....	30
3.2.1.2. Perancangan Elektronik .....	32
3.2.1.3. <i>Flowchart</i> .....	33
3.2.2. Prinsip Kerja .....	35
3.2.3. Perancangan Mekanik .....	35
3.3. Pengembangan Perangkat Lunak .....	36
3.3.1. <i>Software</i> .....	36
3.4. Metode Ruang Warna YCbCr.....	37

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. <i>Overview</i> Pengujian .....	40
4.1.1. Tujuan Pembahasan dan Pengujian Alat .....	40
4.1.2. Alat – Alat Pendukung Pengukuran .....	40
4.1.3. Langkah – Langkah Pengoperasian Alat.....	41
4.1.4. Langkah – Langkah Pengambilan Data .....	41
4.1.5. Implementasi <i>Software</i> .....	41
4.2. Hasil dan Analisa .....	42
4.2.1. Mencari <i>Range</i> Nilai Warna YCbCr .....	42
4.2.2. Segmentasi Objek .....	49
4.2.3. Histogram Ruang Warna .....	50
4.2.4. Mengendalikan Robot .....	51
4.3. Perbandingan Pendeteksian Objek Pada Kondisi Gelap dan Terang.....	54
4.4. Pergerakan Robot .....	56

### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan .....	57
5.2. Saran.....	57

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Robot Beroda Dua.....	7
Gambar 2.2. Robot Beroda Tiga Omni .....	7
Gambar 2.3. Robot Beroda Empat .....	8
Gambar 2.4. Robot Beroda Tank .....	9
Gambar 2.5. Robot HBE-RoboCAR-Vision.....	10
Gambar 2.6. Lambang OpenCV.....	11
Gambar 2.7. Modul Kamera.....	12
Gambar 2.8. Sensor Kamera (a) CCD (b) CMOS .....	13
Gambar 2.9. Konfigurasi driver L298.....	14
Gambar 2.10. ATmega128L.....	15
Gambar 2.11. Bagian Motor DC (Direct Current) .....	16
Gambar 2.12. Bentuk Fisik Motor DC.....	17
Gambar 2.13. Bentuk Fisik Motor Servo .....	18
Gambar 2.14. Representasi Citra Digital Dalam Dua Dimensi .....	19
Gambar 2.15. Mariks Citra Digital N X M.....	19
Gambar 2.16. Panjang Gelombang Warna yang Diterima Mata .....	20
Gambar 2.17. Ruang Warna YCbCr terhadap Ruang Warna RGB .....	21
Gambar 2.18. Hasil Segmentasi Warna .....	23
Gambar 2.19. Hasil Segmentasi Tepi.....	23
Gambar 2.20. Baterai Primer .....	25
Gambar 2.21. Baterai Sekunder .....	27
Gambar 3.1. Blok Diagram Robot HBE-RoboCAR Vision .....	31
Gambar 3.2. Skematik Robot HBE-Robocar Vision .....	32
Gambar 3.3. Flowchart Pencarian Nilai Warna Dari Simulasi .....	33
Gambar 3.4. Flowchart Pencarian Objek .....	34
Gambar 3.5. Mekanik Robot HBE-Robocar Vision Depan dan Belakang.....	35
Gambar 3.6. Mekanik Robot HBE-Robocar Vision Kiri dan Kanan.....	36
Gambar 3.7. Ruang Warna YCbCr terhadap RGB .....	38
Gambar 4.1 Data Range Warna Biru .....	42
Gambar 4.2 Data Range Ruang Warna Merah.....	43
Gambar 4.3 Data Range Ruang Warna Kuning .....	43
Gambar 4.4 Data Range Ruang Warna Hijau .....	43
Gambar 4.5 Hasil Nilai Warna Biru dengan RGB/BGR dan YCbCr .....	45

Gambar 4.6	Hasil Nilai Warna Kuning dengan RGB/BGR dan YCbCr .....	45
Gambar 4.7	Hasil Nilai Warna Warna Hijau dengan RGB/BGR dan YCbCr ...	45

**Halaman**

Gambar 4.8	Hasil Nilai Warna Warna Merah dengan RGB/BGR dan YCbCr .	45
Gambar 4.9	Hasil Nilai Warna Warna Jingga dengan RGB/BGR dan YCbCr .	46
Gambar 4.10	Hasil Nilai Warna Warna Putih dengan RGB/BGR dan YCbCr ..	46
Gambar 4.11	Hasil Segmentasi Warna (a)Biru(b)Merah(c)Hijau(d) Kuning .....	49
Gambar 4.12	Histogram Biru .....	50
Gambar 4.13	Histogram Merah.....	50
Gambar 4.14	Histogram Hijau .....	50
Gambar 4.15	Hasil Pendeteksian Objek Berwarna Biru .....	52
Gambar 4.16	Hasil Pendeteksian Objek Berwarna Merah.....	52
Gambar 4.11	Hasil Pendeteksian Objek Berwarna Kuning .....	52
Gambar 4.12	Hasil Pendeteksian Objek Berwarna Hijau .....	53
Gambar 4.13	Data Posisi Cx dan Cy dari Objek yang Di Deteksi.....	53
Gambar 4.14	Hasil Deteksi Warna Hijau Pada Kondisi (a) Gelap (b) Terang ...	54
Gambar 4.15	Hasil Deteksi Warna Kuning Pada Kondisi (a) Gelap (b) Terang	54
Gambar 4.14	Servo Menghadap Sudut $-60^{\circ}$ .....	57
Gambar 4.15	Servo Menghadap Sudut $0^{\circ}$ .....	57
Gambar 4.16	Servo Menghadap Sudut $60^{\circ}$ .....	57

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. <i>State of the Art</i> .....	5
Tabel 4.1. <i>Range</i> Nilai Warna YCbCr .....	44
Tabel 4.2. Tabel Nilai Warna RGB/BGR .....	46
Tabel 4.3. Tabel Perbandingan Pendeteksian Kondisi Gelap dan Terang .....	54
Tabel 4.4. Pergerakan Robot.....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
LAMPIRAN A. Foto.....	L1
LAMPIRAN B. <i>Source Code C++</i> .....	L4
LAMPIRAN C. Form Laporan Tugas Akhir .....	L7
LAMPIRAN D. <i>Data Sheet Atmega128L</i> .....	L19
LAMPIRAN E. <i>Data Sheet nRF24L01</i> .....	L22

