



**DESAIN PENGOLAHAN CITRA *AUTONOMOUS MOBILE ROBOT*  
PENJEJAK BOLA MENGGUNAKAN KAMERA**

**SKRIPSI**

*Oleh*

**Tri Bagus Rahmad K.**

**NIM 081910201034**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2013**



**DESAIN PENGOLAHAN CITRA *AUTONOMOUS MOBILE ROBOT*  
PENJEJAK BOLA MENGGUNAKAN KAMERA**

**SKRIPSI**

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

*Oleh*

**Tri Bagus Rahmad K.**

**NIM 081910201034**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2013**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan nikmat yang sangat luar biasa kepada penulis dan tidak lupa juga sholawat kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita semua menuju peradaban manusia yang lebih baik. Skripsi bagi saya adalah salah satu fase kehidupan dimana saya berada di titik terendah dengan berbagai cobaan hidup sehingga butuh banyak dukungan agar saya mampu bangkit dan akhirnya menyelesaikannya. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mempersembahkan karya tulis ini untuk :

1. Kedua orang tuaku, Ibunda Rumini dan Ayahanda Gimun Suwito yang selalu mendoakan dan selalu mendukung baik secara moral maupun materi.
2. Kakakku Argian Takarina dan Adikku Yazid Nur Mahendra yang selalu menjadi motivasi, penulis selalu mendoakan agar sukses selalu.
3. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak H. Samsul Bachri M, S.T.,MM.T selaku DPU dan Bapak Sumardi, ST., MT selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikirannya seta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya skripsi ini.
4. Seluruh Guru-guruku dari TK, MI, SMP, SMA dan Guru Mengaji yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu.
5. Teman-teman teknik, khususnya Teknik Elektro angkatan 2008.
6. Keluarga besar COSSAMI: Braheimy, Yudis, Wahyu, Ali Rizal, Dimas Agus, Hendra B Arie, Mirza, Roqiqul, Fajry, Aris, Ibnu Arkham, Abhie dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih atas semua doa, semangat, motivasi dan bantuan yang diberikan selama ini. Semoga ikatan persahabatan ini tidak akan pernah terputus.
7. Dwi Retno Prastyowati yang telah memberikan dukungan, doa dan motivasinya.
8. Teman-teman KKT desa Suco : AN, DRP, TTA, SA, AP, KFA, AAP.

9. Teman-teman UKM RISTEK dan UKM ROBOTIKA.
10. Teman-teman liqo terbaik : Akh Hendra, Hussein, Arif, Tommy dan Dwi Kris
11. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
12. Almamater Universitas Jember yang kubanggakan.

## **MOTTO**

*Allah akan meninggikan derajat orang-orang yg beriman di antara kamu dan orang-orang yg diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yg kamu kerjakan.*

**(Q.S Al-Mujaadilah:11)**

*Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tetapi ketakutanlah yang membuat kita sulit. Karena itu jangan pernah mencoba untuk menyerah, dan jangan pernah menyerah untuk mencoba. Maka jangan katakan kepada Allah:*

*“Aku punya masalah”, tetapi katakanlah pada masalah: “Aku punya Allah, Yang Maha Segalanya”.*

**(Ali Bin Abi Thalib RA)**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tri Bagus Rahmad K.

NIM : 081910201034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Desain Pengolahan Citra Autonomous Mobile Robot Penjejak Bola Menggunakan Kamera*” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi 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, 27 Mei 2013

Yang menyatakan,

Tri Bagus Rahmad K.

NIM. 081910201034

## **SKRIPSI**

### **DESAIN PENGOLAHAN CITRA *AUTONOMOUS MOBILE ROBOT* PENJEJAK BOLA MENGGUNAKAN KAMERA**

Oleh

Tri Bagus Rahmad K.

NIM 081910201034

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : H. Samsul Bachri M, S.T.,M.MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Sumardi, S.T.,M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Desain Pengolahan Citra *Autonomous Mobile Robot* Penjejak Bola Menggunakan Kamera” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Senin

Tanggal : 27 Mei 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

H. Samsul Bachri M, S.T.,M.MT.  
NIP. 19640317 199802 1 001

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

Penguji I

Penguji II

Bambang Supeno, S.T.,M.T.  
NIP. 19690630 199512 1 001

Dr. Triwahju Hardianto. S.T.,M.T.  
NIP. 19700826 199702 1 001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

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



**DESAIN PENGOLAHAN CITRA *AUTONOMOUS MOBILE ROBOT*  
PENJEJAK BOLA MENGGUNAKAN KAMERA**

**Tri Bagus Rahmad K.**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRAK**

Robot merupakan suatu perangkat mekanik yang mampu menjalankan tugas-tugas fisik, baik di bawah kendali dan pengawasan manusia, ataupun yang dijalankan dengan serangkaian program. Robot otomatis penjejak bola adalah salah satu bentuk implementasi teknologi robotika yang memiliki kemampuan menjejak bola. Sensor yang digunakan sebagai pengolahan citra adalah kamera CMUcam4. Pada prinsipnya tujuan dari kendali visual robot otomatis penjejak bola ini diterapkan agar robot memiliki kecerdasan dalam mengenali obyek berupa bola. Pemrosesan gambar yang dilakukan adalah dengan mengambil nilai statistik dari warna bola, warna bola yang kita gunakan adalah warna merah. Nilai konstanta untuk warna merah itu sendiri ada pada nilai 80 – 120 dengan keberhasilan 83.335 %. Sedangkan untuk robot dapat menjangkau atau mendeteksi warna adalah rata – rata 10.8 cm.

Kata kunci : robot otomatis, CMUcam4, pengolahan citra, kendali visual

# **DESIGN IMAGE PROCESSING AUTONOMOUS MOBILE ROBOT BALL FOLLOWERS USING CAMERA**

**Tri Bagus Rahmad K.**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

## ***ABSTRACT***

*Robot is a mechanical device that can perform physical tasks, both under the control and supervision of human, or run with a series of programs. Robot automatic ball tracking is an implementation of robotics technology that has the ability to track the ball. Sensors are used as the image processing CMUcam4 camera. In principle, the purpose of automated robotic visual tracking control is applied to the ball so that the robot has the intelligence to recognize objects in the form of a ball. Image processing is done by taking the value of the statistics of color ball, color ball we use is the color red. Constant values for the color red itself is on the value of 80-120 with accuracy 83.335 %. As for the robot can reach or detect color is average 10.8 cm.*

*Keywords: automatic robot, CMUcam4, image processing, visual control*

## RINGKASAN

**DESAIN PENGOLAHAN CITRA *AUTONOMOUS MOBILE ROBOT* PENJEJAK BOLA MENGGUNAKAN KAMERA;** Tri Bagus Rahmad K., 081910201034;2013:...halaman; Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Robot merupakan suatu perangkat mekanik yang mampu menjalankan tugas-tugas fisik, baik di bawah kendali dan pengawasan manusia, ataupun yang dijalankan dengan serangkaian program. Ada jenis robot sederhana yang dirancang untuk melakukan kegiatan yang sederhana, mudah dan berulang-ulang, ataupun robot yang diciptakan khusus untuk melakukan sesuatu yang rumit, sehingga dapat berperilaku sangat kompleks dan secara otomatis dapat mengontrol dirinya sendiri sampai batas tertentu (Wikipedia,2011).

Pengolahan citra adalah salah satu disiplin ilmu yang banyak diterapkan untuk menyelesaikan masalah di atas. Sudah banyak peneliti yang menerapkan teori pengolahan citra di berbagai terapan, seperti bidang keamanan, medis, robotika maupun game (permainan). Salah satu contohnya adalah sensor citra yang sudah dimanfaatkan pada bidang automasi. Mulai dari pendeteksi wajah sampai dengan pendeteksi produk di industri sudah memanfaatkan pengolahan citra. Untuk pelacakan obyek informasi tentang gerak keadaan konstruksi yang kemudian dapat digunakan dalam control koordinasi sekarang juga menggunakan pengolahan citra. Selain itu pula sebagai sistem navigasi robot sepak bola yang sudah menggunakan kamera sebagai sensor utama.

Merujuk pada perkembangan yang semakin pesat, dapat kita lihat pada bidang olahraga yang mana kini robot dapat menjejak atau mengikuti bola. Maka muncullah ide untuk membuat robot penjejak bola. Pada robot penjejak bola, pengolahan citra sangat dibutuhkan. Hal ini dikarenakan bidang ilmu pengolahan citra membahas

segala sesuatu yang berhubungan dengan bagaimana memproses gambar agar bisa dibaca oleh mikrokontroler. Dalam hal ini robot yang saya gunakan menggunakan mikrokontroler Arduino MEGA 2560. Saya menggunakan mikrokontroler ini karena sensor untuk pengolahan citra cocok dengan mikrokontroler Arduino MEGA 2560.

Pada prinsipnya tujuan dari kendali visual robot otomatis penjejak bola ini diterapkan agar robot memiliki kecerdasan dalam mengenali obyek berupa bola. Pemrosesan gambar yang dilakukan adalah dengan mengambil nilai statistik dari warna bola, warna bola yang kita gunakan adalah warna merah. Nilai konstanta untuk warna merah itu sendiri ada pada nilai 80 – 120. Sedangkan untuk robot dapat menjangkau atau mendeteksi warna adalah rata – rata 10.8 cm.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Robot *Line Follower* Sortir Benda dengan Menggunakan Kamera”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember dan mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sumardi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberi kemudahan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. H. Samsul Bachri M., S.T.,MM.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Sumardi, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota dan Satriyo Budi Utomo, S.T.,M.T. serta Agus Irwan K., S.T. selaku dosen pembimbing pembantu dan Teknisi Laboratorium yang memberikan arahan dalam penyelesaian skripsi ini ;
3. Seluruh dosen dan staf akademik yang telah banyak membantu selama penulis menempuh kuliah di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Kedua orang tua, kakak dan adikku tercinta yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Semua guru-guruku yang telah sudi menurunkan ilmunya kepadaku, semoga bermanfaat bagi kehidupanku dan kehidupan umat manusia;
6. Rekan seperjuanganku Roqiqul Ma’ani, S.T. yang telah membantu dan bekerja sama dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Dimas Agus P. sekeluarga yang telah bersedia memfasilitasi tempat dan peralatannya untuk menyelesaikan skripsi ini;

8. Teman-temanku semua, khususnya Hemi, Yudis, Wahyu, Abi, Rizal, Rahman, Mirza, Trian, Fajri, Catur, Nayla, Lita terima kasih atas segala kisah yang pernah kita ukir bersama, sedih, senang semua itu akan jadi cerita tersendiri dan kesan yang tidak akan pernah terlupakan selama hidup;
9. Semua pihak yang telah menyalurkan bantuan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini baik langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMBUNG</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>RINGKASAN</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Sistem Visual .....	4
2.2 Citra Warna Digital RGB.....	5
2.3 Tresholding .....	6
2.4 Kompresi JPEG.....	7
2.5 Sensor .....	9
2.6 Arduino IDE.....	12
2.6.1 Arduino Hardware.....	14

2.6.2 Arduino Software .....	14
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Lokasi dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Tahapan Perencanaan .....	17
3.3 Alat dan Bahan .....	17
3.4 Arduino Mega 2560 .....	18
3.5 Desain Sistem .....	20
3.6 Instalasi CMUcam .....	25
<b>BAB 4. PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Spesifikasi Sistem .....	26
4.2 Evaluasi Sistem .....	26
4.3 Performa Software Pengembangan .....	28
4.3.1 Arduino Software .....	31
4.4 Performa Hardware .....	37
4.4.1 CMUcam4 .....	37
4.4.2 Pengujian Sistem Vision .....	38
4.4.3 Pengujian sistem Vision Menggunakan Cahaya Bantu .....	40
4.4.4 Pengujian Sistem Terhadap Level Statistik Warna .....	41
4.4.5 Servo Continuous .....	42
4.4.6 Arduino Mega 2560 .....	44
4.5 Pengujian Sistem Vision Terhadap Sistem Keseluruhan .....	47
4.6 Analisa Kode Pemrograman Pemrosesan Citra pada CMUcam4 .....	49
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	52

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kubus RGB .....	6
2.2 <i>Thresholding</i> .....	7
2.3 Pencitraan JPEG.....	8
2.4 CMUcam4.....	10
2.5 Arduino Board.....	13
3.1 Pin Map Arduino Mega 1250.....	17
3.2 Diagram Blok Sistem Robot .....	19
3.3 Flowchart sistem .....	21
3.4 Pergerakan robot .....	23
4.1 Alur pembahasan.....	26
4.2 Tampilan Viewing CMUcam4GUI.....	28
4.3 Tampilan tracking CMUcam4GUI .....	28
4.4 Tampilan Option CMUcam4GUI .....	29
4.5 Parallax serial terminal.....	30
4.6 IDE Arduino Alpha .....	31
4.7 Toolbar IDE arduino .....	32
4.8 Menu File .....	33
4.9 Menu Edit.....	34
4.10 Menu sketch .....	34
4.11 Menu Tools .....	35
4.12 Menu Help.....	35
4.13 Servo .....	41
4.14 Arduino .....	42
4.15 kondisi menyala .....	45
4.16 kondisi tidak menyala .....	45
4.17 header file.....	48

4.18 void setup .....	48
4.19 void loop .....	49

## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Tahapan Perencanaan.....	14
4.1 performa software .....	27
4.2 Fungsi Toolbar .....	32
4.3 Kondisi intensitas cahaya terhadap jarak obyek .....	37
4.4 pengujian obyek dengan latar .....	38
4.5 Pengujian dengan Cahaya Bantu.....	39
4.6 Pengujian level statistik.. .....	40
4.7 Pengujian Servo.. .....	41
4.8 Pengujian pin-pin port pwm.....	42
4.9 Pengujian pin-pin port analog ... .....	43
4.10 Pengujian pin-pin port komunikasi .....	43
4.11 Pengujian pin-pin digital .....	44
4.12 Pengujian Jangkauan saat obyek di depan .....	46
4.13 Pengujian Jangkauan saat obyek di kiri .....	46
4.14 Pengujian Jangkauan saat obyek di kanan.. .....	47