



**PERANCANGAN ROBOT *LINE FOLLOWER* SORTIR BENDA
DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA**

SKRIPSI

Oleh

**Roqiqu Ma'ani
NIM 081910201052**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**PERANCANGAN ROBOT *LINE FOLLOWER* SORTIR BENDA
DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA**

SKRIPSI

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

Oleh

Roqiqul Ma'ani
NIM 081910201052

**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 Maftuha dan Ayahanda Abd. Hamid Syam yang selalu mendoakan dan selalu mendukung baik secara moral maupun materi.
2. Kakakku Ach. Habanal Huda dan Adikku Fina Wildaniyah 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. Teman-teman para penghuni COSAMI, punggawa BIBOT beserta komponen-komponen pendukungnya.
7. Teman-teman KKT desa Keting : AKWS, MPA, TAL, NS, AM, MID, IM.
8. Teman-teman Asisten Laboratorium Dasar dan Optik, UKM RISTEK dan UKM ROBOTIKA.
9. Para dewan guru dan murid-muridku di MA. Annuriyyah.
10. Almamater Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Terjemahan Q.S Al Insyirah 5-6)

“Knowledge is love and light and vision.”

(Hellen Keller)

“Pendidikan adalah rangkaian pelajaran yang semakin lama malah semakin tinggi nilainya.”

(Sherlock Holmes)

“Optimisme adalah jalan yang membawamu pada keberhasilan”

(Roqiqul Ma’ani)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Roqiqul Ma'ani

NIM : 081910201052

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Perancangan Robot *Line Follower* Sortir Benda dengan Menggunakan Kamera” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 27 Mei 2013

Yang menyatakan,

Roqiqul Ma'ani

NIM 081910201052

SKRIPSI

**PERANCANGAN ROBOT *LINE FOLLOWER* SORTIR BENDA
DENGAN MENGGUNAKAN KAMERA**

Oleh:

Roqiqul Ma'ani

NIM 081910201052

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : H. Samsul Bachri M., ST., M.MT.

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perancangan Robot *Line Follower* Sortir Benda dengan Menggunakan Kamera “ telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Senin, 27 Mei 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

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

Mengetahui,

Penguji I,

Penguji II,

Satriyo Budi Utomo, S.T., M.T.

NIP 19850126 200801 1 002

Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.

NIP 19700404 199601 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP 19610414 198902 1 001

Perancangan Robot *Line Follower* Sortir Benda dengan Menggunakan Kamera

Roqiqu Ma'ani

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Computer vision merupakan kombinasi dari Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola. *Computer vision* pada bidang robotik biasa disebut juga dengan *vision robot*. *Vision robot* dapat didefinisikan sebagai proses ekstraksi, karakteristik serta menafsirkan informasi dari dunia gambar tiga-dimensi dan dapat dibagi menjadi enam wilayah prinsip yang meliputi *sensing*, preproses, segmentasi, deskripsi, pengenalan dan interpretasi. Dalam penelitian ini aplikasi *Computer vision* digunakan untuk mengenali warna benda yang kemudian diterapkan pada robot *line follower* untuk mengambil dan membawa benda ke tempat yang ditentukan sesuai dengan warnanya. Sensor yang digunakan adalah kamera CMUcam4. Pengujian dilakukan dengan memberi bola warna merah dan biru masing – masing sebanyak delapan kali dan kombinasi antara warna merah atau biru secara acak sebanyak sepuluh kali. Dari hasil pengujian didapatkan nilai presentase keberhasilan robot dalam mengenali warna biru sebesar 75 % dan warna merah 87,5 %. Secara keseluruhan, sistem robot dalam mengenali warna benda memiliki nilai presentase keberhasilan sebesar 80 %.

Kata kunci : sensor kamera, *computer vision* , *line follower*, CMUcam4

Sorter Line Follower Robot Design Using Camera

Roqiquil Ma'ani

Department of Electrical Engineering, Engineering Faculty, Jember University

ABSTRACT

Computer vision is a combination of Image Processing and Pattern Recognition. Computer vision on robotics commonly referred to as robot vision. Robot vision can be defined as the process of extraction, characteristics and interpreting information from the world of three-dimensional images and can be divided into six regions covering the principles of sensing, preprocessing, segmentation, description, recognition and interpretation. In this study the application of Computer vision is used to identify the color of objects which are then applied to a line follower robot to pick up and carry objects to the specified place in accordance with the color. The sensor is using a camera CMUcam4. Testing is done by giving the ball red and blue respectively - each as much as eight times and the combination of red or blue color ten times randomly. From the test results obtained percentage value in recognizing blue color by 75% and 87.5% for red color. Overall, the robotic system to recognize colors of objects have a value equal to 80% the percentage of success.

Keyword : camera sensor, computer vision , line follower, CMUcam4

RINGKASAN

Perancangan Robot *Line Follower* Sortir Benda Dengan Menggunakan Kamera; Roqiqul Ma'ani, 081910201052; 2013: 48 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 yang telah didefinisikan terlebih dahulu atau kecerdasan buatan atau biasa disebut dengan *artificial intelligence*.

Computer vision pada bidang robotik biasa disebut juga dengan *vision* robot. *Vision* robot dapat didefinisikan sebagai proses ekstraksi, karakteristik serta menafsirkan informasi dari dunia gambar tiga-dimensi. Proses ini disebut juga sebagai mesin atau vision komputer (*Computer vision*) dan dapat dibagi menjadi enam wilayah prinsip yang meliputi *sensing*, preproses, segmentasi, deskripsi, pengenalan dan interpretasi.

Dalam dunia robotika aplikasi penggunaan *Computer vision* kebanyakan digunakan dalam sebuah kontes robot misalnya robot *soccer* yang mampu mengejar objek yang diinginkan. Namun, dalam hal pengenalan warna masih sedikit yang menerapkan sistem ini pada robot. Umumnya sensor yang digunakan untuk mengenali warna adalah sensor konvensional yang memiliki kekurangan yaitu jarak antara sensor dengan objek yang akan diamati harus sangat dekat. Oleh karena itu, dalam proyek akhir ini akan dibuat suatu aplikasi *Computer vision* yang mampu menggantikan peranan sensor konvensional dalam pengenalan warna.

Perancangan robot *line follower* sortir benda ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian navigasi robot, *gripper* dan kamera. Navigasi robot menggunakan sensor garis untuk membaca garis lintasan yang sudah ditentukan. *Gripper* menggunakan sebuah mini motor servo untuk mengambil benda yang akan dibawa.

Kamera menggunakan modul CMUcam4 untuk mengenali warna benda yang akan dibawa.

Pergerakan robot *line follower* dipengaruhi letak sensor terhadap garis. Jika sensor bagian kanan berada pada garis maka robot akan melakukan aksi untuk serong ke kanan. Jika sensor bagian kiri berada pada garis maka robot akan melakukan aksi untuk serong ke kiri. Pada lintasan yang berbentuk persimpangan, robot akan melakukan aksi untuk berbelok ke kanan atau ke kiri sesuai dengan warna benda yang sedang dibawa.

Sistem kerja *gripper* menggunakan sebuah motor servo. Jika motor servo diberi perintah untuk melakukan pergerakan putaran sebesar 180 derajat, maka kondisi *gripper* dalam keadaan terbuka. Jika diberi perintah untuk melakukan pergerakan putaran sebesar 0 derajat, maka kondisi *gripper* dalam keadaan tertutup.

Kamera CMUcam4 yang digunakan untuk mengenali warna benda menggunakan komunikasi serial. Port serial yang digunakan adalah port serial 3 yaitu pada pin 14 (Tx) dan 15 (Rx). Nilai yang didapat dari kamera adalah berupa nilai rata-rata R (merah), G (hijau), B (biru). Dari perbedaan nilai tersebut nantinya bisa digunakan untuk mengenali warna benda yang ada di depan kamera.

Dari hasil pengujian sistem robot dalam mengenali warna, didapatkan presentase keberhasilan sebesar 75 % dalam mengenali bola berwarna biru dengan delapan kali percobaan dan didapatkan presentase keberhasilan sebesar 87,5 % dalam mengenali bola berwarna merah dengan delapan kali percobaan. Secara keseluruhan jika robot diberi bola berwarna secara acak, presentase keberhasilan sebesar 80 % dengan sepuluh kali percobaan.

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 Tri Bagus Rahmad K., 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, Ricak, Nayla, Lita, Annisa K., 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 jajaran guru di MA. Annuriyyah yang telah bersedia menerima dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. 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

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Visual	5
2.2 Citra warna digital RGB	6
2.3 ADC	7
2.4 Sensor	9
2.4.1 <i>Sensor Proximity</i>	9

2.4.2	Sensor Kamera	10
2.5	Arduino IDE	11
2.5.1	Arduino <i>Hardware</i>	12
2.5.2	Arduino <i>Software</i>	12
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	14
3.1	Lokasi dan Tempat Penelitian.....	14
3.2	Tahapan Perencanaan	14
3.3	Alat dan Bahan	16
3.4	Mekanik robot	16
3.5	Blok Perangkat Keras	17
3.5.1	Sensor Garis	17
3.5.2	Sensor Warna	17
3.5.3	<i>Gripper</i>	18
3.5.4	Driver Motor	19
3.6	Arduino Mega 1250 (Sistem Minimum AVR ATMega 1250)	20
3.7	Desain Perangkat Lunak	21
3.7.1	Pembacaan Sensor Garis.....	22
3.7.2	Pengenalan Warna.....	24
3.8	Instalasi CMUcam.....	26
3.8.1	Instalasi Hardware.....	26
3.8.2	Instalasi <i>software</i>	27
3.9	Blok Diagram, Alogaritma dan <i>Flowchart</i> Sistem.....	28
BAB 4.	PEMBAHASAN.....	30
4.1	Pengujian Robot Linefollower	30
4.1.1	Pengujian bagian pembacaan ADC.....	30
4.1.2	Pengujian Navigasi Robot.....	35
4.2	Pengujian Motor Servo	36
4.3	Pengujian Kamera CMUcam4	37

4.3.1	Pengujian Komunikasi Serial CMUcam4 dengan Arduino	39
4.3.2	Pengujian Penggolongan Warna	41
4.3.3	Pengujian Jarak Jangkauan	43
4.4	Pengujian keseluruhan sistem	44
BAB 5. KESIMPULAN		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....		48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model warna RGB	7
Gambar 2.2 ADC dengan kecepatan sampling rendah dan sampling tinggi.....	8
Gambar 2.3 Ilustrasi sensor garis.....	9
Gambar 2.4 Board Arduino.....	12
Gambar 3.1 <i>Chassis Rover X5</i>	16
Gambar 3.2 Rangkaian sensor garis pada robot <i>line follower</i>	17
Gambar 3.3 Model Rancangan Pembuatan <i>Gripper</i>	18
Gambar 3.4 Bentuk Jadi Model <i>Gripper</i>	19
Gambar 3.5 Rangkaian <i>H-Bridge</i>	19
Gambar 3.6 Pin Map Arduino Mega 1250.....	21
Gambar 3.7 Diagram alir pembacaan garis.....	22
Gambar 3.8 Lintasan robot.....	24
Gambar 3.9 Blok Diagram Proses Pengenalan Warna	25
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Pencitraan	26
Gambar 3.11 Blok Diagram Proses Pengenalan Warna.....	28
Gambar 3.12 <i>Flowchart</i> robot <i>line follower</i> sortir benda	29
Gambar 4.1 Nilai adc pada bidang putih	32
Gambar 4.2 Nilai adc pada bidang abu-abu	32
Gambar 4.3 Nilai adc pada bidang hitam	32
Gambar 4.4 Aktifitas kamera pada saat mengirimkan data <i>Color Statistic</i>	38
Gambar 4.5 Gambar yang dihasilkan kamera.....	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tahapan Perencanaan	14
Tabel 3.2 Kombinasi sensor dan aksi robot	23
Tabel 4.1 Perbandingan tegangan pada bidang putih	33
Tabel 4.2 Perbandingan tegangan pada bidang abu-abu	33
Tabel 4.3 Perbandingan tegangan pada bidang hitam	33
Tabel 4.4 Pengujian navigasi robot	36
Tabel 4.5 Pengujian motor servo	37
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Data CMUcam4 GUI dengan Serial Monitor	40
Tabel 4.7 Pengaruh nilai <i>Brightness</i> pada nilai RGB benda warna biru	42
Tabel 4.8 Pengaruh nilai <i>Brightness</i> pada nilai RGB benda warna merah	42
Tabel 4.9 Pengujian Jarak Jangkauan	43
Tabel 4.10 Percobaan pemberian bola merah	44
Tabel 4.11 Percobaan pemberian bola biru	45
Tabel 4.12 Percobaan pemberian bola secara acak	46