



**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN MESIN SANGRAI
BERDASARKAN WARNA BIJI KOPI BERBASIS
*IMAGE PROCESSING***

SKRIPSI

Oleh

**Kurniawan Hidayat
NIM 101910201094**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN MESIN SANGRAI
BERDASARKAN WARNA BIJI KOPI BERBASIS
*IMAGE PROCESSING***

SKRIPSI

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

Oleh

**Kurniawan Hidayat
NIM 101910201094**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan limpahan nikmat yang sangat luar biasa kepada penulis, dan tidak lupa juga sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita semua menuju peradaban manusia yang lebih baik. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan dan selalu mendukung baik secara moral dan materi.
2. Istri penulis Rena Aprelia Devi yang selalu menjadi motivasi, memberikan semangat dan mendoakan agar si penulis sukses selalu.
3. Adik penulis Hidayatul Muhyidin, Ulfa Nurfajriyah, Zulfatus Sania yang selalu menjadi motivasi, penulis mendoakan agar sukses selalu.
4. Keluarga besar penulis yang telah memberikan doa serta menjadi motivasi penulis untuk sukses.
5. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknnik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak Sumardi, S.T., M.T selaku DPU dan Bapak Satriyo Budi Utomo, S.T., M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikirannya seta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya skripsi ini.
6. Keluarga besar Fakultas Teknik yang selalu memberikan semangat dan menjadi mitra penting dalam mengarungi kehidupan dikampus.
7. Keluarga besar Bapak Latif yang telah memberikan ilmu dan menyediakan tempat untuk melakukan penelitian sampai selesai.
8. Rizki Kurniawan terima kasih karna bersedia menjadi team penelitian dan merasakan susah dan senang bersama semoga sukses slalu.
9. Teman-teman Teknik Elektro 2009, yang dengan bangga mengusung slogan “Sak Lawase Tetep Dulur !” bangga menjadi anggota penting bagi kalian.

10. Teman-teman UKM Robotika Universitas Jember, yang telah menemani dalam pembuatan di LAB Robotika saya bangga menjadi anggota penting bagi kalian dan tetaplah berkarya kawan.
11. Saudara seperjuangan Rachmad Kurniawan (Pakwo), Fitri Dwi Julianto (Gendut) Matur nuwun telah menemani perjuangan sekolah lagi menempuh sarjana dan memberikan saran dan pengalam yang sangat berharga bagi penulis.
12. Pihak – pihak yang membaca serta menjadikan skripsi ini sebagai referensi penelitiannya.
13. Serta pihak-pihak lain yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

MOTTO

”Bukanlah hidup kalau tidak ada masalah, bukanlah sukses kalau tidak melalui rintangan, bukanlah menang kalau tidak dengan pertarungan, bukanlah lulus kalau tidak ada ujian, dan bukanlah berhasil kalau tidak berusaha”

(Kurniawan Hidayat)

“Bermimpilah setinggi langit karena apabila kau terjatuh akan terjatuh diantara bintang – bintang”

(Ir. Soekarno)

“Sabar itu ada tidak batasnya, kalau ada batasnya berarti tidak sabar. Gitu aja kok repot”

(Gus Dur)

“Guru intelektualitas saya adalah spiritualitas; guru spiritualitas saya adalah intelektualitas”

(Gus Dur)

"Janganlah sekali-kali engkau meremehkan suatu perbuatan baik walaupun hanya menyambut saudaramu dengan muka yang manis"

(HR. Muslim)

“Kosong adalah isi dan isi adalah kosong”

(Biksu Tong)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kurniawan Hidayat

NIM : 101910201094

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Perancangan Sistem Pengaturan Mesin Sangrai Berdasarkan Warna Biji Kopi Berbasis Image Processing*” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subansi 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, february 2014

Yang menyatakan,

Kurniawan Hidayat

NIM 101910201094

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN MESIN SANGRAI
BERDASARKAN WARNA BIJI KOPI BERBASIS
*IMAGE PROCESSING***

Oleh

Kurniawan Hidayat

NIM 101910201094

Pembimbing :

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

Dosen Pembimbing Anggota : Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Perancangan Sistem Pengaturan Mesin Sangrai Berdasarkan Warna Biji Kopi Berbasis Image Processing*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 12 februari 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Sumardi, S.T.,M.T.

NIP. 19670113 199802 1 001

Satryo Budi Utomo S.T.,M.T.

NIP. 19850126 200801 1 002

Anggota I,

Anggota II,

M. Agung Prawira Negara, S.T.,M.T.

NIP. 19871217 201212 1 003

Bambang Supeno, S.T.,M.T.

NIP. 19690630199512 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

**ERANCANGAN SISTEM PENGATURAN MESIN SANGRAI
BERDASARKAN WARNA BIJI KOPI BERBASIS
IMAGE PROCESSING**

Kurniawan Hidayat

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Produksi biji kopi sangatlah meningkat namun hasil pengolahan kopi yang dihasilkan umumnya masih rendah. Dengan menggunakan teknologi *image processing* akan sangat membantu meningkatkan kualitas hasil penyangraian biji kopi. Dengan cara penyangraian secara manual sering terjadi pemanasan yang terlalu lama, sehingga menyebabkan biji kopi yang disangrai terlalu matang bahkan matangnya juga tidak merata. Oleh sebab itu diperlukan pengendalian pada proses penyangraian biji kopi. Teknologi yang sudah dikembangkan tentang penyangraian biji kopi masih banyak terdapat kekurangan, terutama dalam proses kualitas kematangan biji kopi. Proses kerja pengambilan nilai RGB ini pada mesin sangrai kopi dengan menggunakan kamera CMUcam4, dikarenakan proses ini adalah proses *finishing* dimana proses ini akan mengetahui kopi sudah matang sesuai ukuran atau masih belum sesuai. Proses mesin sangrai sendiri diawali dari pemanasan tungku dari suhu 0°C-150°C dengan waktu ±12 menit. Setelah suhu mencapai 150°C kopi baru dimasukkan pada tungku penyangraian dan suhu akan turun kembali pada suhu ±115°C dengan waktu ±4 menit. Kemudian suhu naik kembali karena proses pemanasan masih terus berlangsung sampai menuju titik suhu stabil 150°C. Proses pengambilan gambar menunggu sampai mendapatkan *input* bahwa suhu sudah di atas 130°C. Kamera akan aktif untuk memulai pengambilan warna. Pada suhu 130°, kamera aktif dan membuka pintu kecil agar kopi bisa keluar dari tungku untuk diambil nilai warna RGB secara terus menerus sampai sesuai warna kopi yang diinginkan.

Kata kunci : *CMUcam4, kamera, RGB, kopi.*

**DESIGNING OF ROASTER MACHINE'S CONTROL SYSTEM
BASED ON COFFEE BEANS COLORS USING
IMAGE PROCESSING**

Kurniawan Hidayat

Electrical Engineering Department, Engineering Faculty, Jember University

ABSTRACT

Production of coffee beans is increasing significantly but the processing of the produced coffee beans is generally low. By using the image processing technology will greatly improve quality results of roasting coffee beans. The manual roasting process often create very long warming time, that cause the coffee beans in the roaster is too well cooked and sometimes also under cooked. Therefore the control in the process of roasting coffee beans needed. There are still have many problems in the technology of roasting coffee beans that has been developed, especially in the quality process of cooked coffee beans. The working process to take RGB values on the coffee roaster machine is using CMUcam4 camera, because this process is the finishing process which will determine the size of the coffee is cooked or still not appropriate. The process of roasting machine is started by heating furnace from 0°C until 150°C in at least 12 minutes. After the temperature reaches 150°C the coffe beans will be entered into roasting furnace and the temperature will drop again at a temperature of $\pm 115^\circ$ in at least 4 minutes. Then the temperature will rises again due to the continuously heating process until the temperature stabilized to the point of 150°C. Capturing process will wait until it gets input that the temperature is above 130°C. Camera will be activated to start color capturing process. At the temperature of 130°C, camera will be activated and open the small door that make the way for coffee beans to come out into the furnace to take values in RGB color continuously until it gets the desired color of coffee.

Key word : CMUcam4, camera,RGB, coffee.

RINGKASAN

Perancangan Sistem Pengaturan Mesin Sangrai Berdasarkan Warna Biji Kopi Berbasis *Image Processing*; Kurniawan Hidayat; 101910201094; 2014; 43 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Proses penyangraian kopi adalah proses pembentukan rasa dan aroma pada biji kopi. Mutu dari kopi sangat ditentukan oleh perawatan selama panen dan pascapanen, kopi yang dipetik pada saat tua merupakan kopi dengan mutu tinggi. Apabila kopi yang dipetik belum tua dan dicampurkan dengan kopi yang sudah tua maka akan mempengaruhi terhadap aromanya. Di Indonesia produksi biji kopi secara signifikan terus meningkat, namun mutu hasil pengolahan kopi yang dihasilkan umumnya masih rendah. Dengan teknologi *image processing* ini akan sangat membantu kualitas hasil penyangraian biji kopi. Dengan cara penyangraian secara manual sering terjadi pemanasan yang terlalu lama, sehingga menyebabkan biji kopi yang disangrai terlalu matang terkadang matangnya juga tidak merata. Oleh sebab itu diperlukan pengendalian pada proses penyangraian biji kopi. Sementara yang sering dilakukan hanyalah control suhu panas saja untuk menghasilkan tingkat kematangan biji kopi. Selain itu kontrol yang dilakukan terhadap hasil sangrai masih sangat konvensional. Untuk mengurangi keraguan pada tingkat kematangan pada proses penyangraian biji kopi ini dengan menambahkan control warna biji kopi untuk menambah kualitas kopi. Dengan teknologi ini seseorang tidak perlu lagi mengoprasikan atau melakukan penyangraian kopi secara manual lagi dan tidak akan kepanasan lagi yang disebabkan oleh suhu panas dari kompor penyangraian kopi.

Control warna biji kopi ini terdiri dari rangkaian control sistem, kamera CMUcam4, dan program C Arduino. Dengan proses kerja kamera mengambil data gambar kemudian diproses dengan arduino apakah sudah sesuai atau belum. dalam proses ini dari awal pemanasan sampai biji kopi matang ± 4 menit.

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini adalah dengan melihat nilai RGB menggunakan kamera CMUcam4 dapat menentukan proses penyangraian biji kopi sudah matang atau belum.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat *Ilahi robbi* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Perancangan Sistem Pengaturan Mesin Sangrai Berdasarkan Warna Biji Kopi Berbasis Image Processing*” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Sumardi, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember,
3. Sumardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Satriyo Budi Utomo, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. M. Agung Prawira Negara, S.T., M.T., dan Bambang Supeno, S.T., MT., selaku Tim Penguji yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Bapak Latif dan keluarga yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta saran-saran demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Ibunda Siti asiyah, dan Bapak Akhmad, S,pd, M.M., serta adikku Hidayatul Muhyidin, Ulfa Nurfajriyah, Zulfatus Sania terima kasih atas semua doa, dukungan baik secara materi maupun moral, dukungan, kasih sayang serta doa restunya.

7. Istri tercinta Rena Aprelia Devi yang selalu menjadi motivasi, memberikan kasih sayang dan memberikan semangat dan selalu mendoakan agar sukses selalu.
8. Teman – teman satu perjuangan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik khususnya Angkatan 2009 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Rachmad Kurniawan, Fitri Dwi Julianto terima kasih telah menjalani perjuangan bersama sama dan memberikan saran dan pengalam yang sangat berharga.
10. Pihak – pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro khususnya konsentrasi elektronika. Kritik dan saran yang mambangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, february 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
RINGKASAN	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.4.1 Peneliti	2
1.4.2 Instansi Teknik Elektro	2
1.4.3 Masyarakat	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kopi	4
2.1.1 Kopi arabika.....	4
2.1.2 Kopi robusta.....	5
2.2 Pengolahan gambar (<i>Image Processing</i>)	7
2.2.1 Warna RGB.....	8
2.3 CMUcam4.....	10

2.4	Arduino mega2560	12
2.4.1	Konfigurasi pin ATmega2560	14
2.5	<i>Relay</i>	15
2.6	LCD 2 x 16	17
2.4	Motor DC	19

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Blok Sistem.....	21
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2.1	Tempat Penelitian	22
3.2.2	Waktu Penelitian.....	22
3.3	Alat dan Bahan.....	22
3.3.1	<i>Hardware</i>	22
3.3.2	<i>Software</i>	22
3.4	Perancangan Mekanik.....	23
3.5	Perancangan Rangkaian Elektronika	23
3.5.1	CMUcam4.....	23
3.5.2	Sensor LDR.....	24
3.5.1	Arduino 2560	25
3.5.1	<i>Driver</i> motor DC.....	26
3.6	Cara Kerja Rangkaian	26
3.7	Algoritma dan <i>Flowchart</i> mesin <i>Roaster</i> berbasis <i>Image Processing</i>	28
3.7.1	Algoritma mesin <i>Roaster</i> berbasis <i>Image Processing</i>	28
3.7.2	<i>Flowchart</i> mesin <i>Roaster</i> berbasis <i>Image Processing</i>	29
3.7.1	<i>Flowchart</i> pilihan kopi pada mesin <i>Roaster</i> berbasis <i>Image Processing</i>	30

BAB 4. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1	Pengujian Perangkat Keras	31
4.1.1	Pengujian <i>Driver</i> Motor DC	31
4.1.2	Mikrokontroler	32
4.1.3	Kamera CMUcam4	32

4.2	Pengujian Perangkat Lunak	34
4.2.1	Program kamera CMUcam4	34
4.2.2	Proses Pengambilan Nilai RGB	35
4.3	Pengujian Sistem.....	40
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan antara Kopi Arabika dan Robusta.....	5
Tabel 2.2 Tabel Heksadesimal dari Warna RGB	9
Tabel 2.3 Fitur ATmega2560	14
Tabel 2.4 Pin LCD dan fungsinya	18
Tabel 3.1 Fungsi Pin Mikrokontroler Arduino 2560.....	25
Tabel 3.2 Tabel Kebenaran <i>Driver</i> Motor DC	26
Tabel 4.1 Pengujian <i>Driver</i> Motor	32
Tabel 4.2 Data Pengujian Mikrokontroller Arduino 2560	32
Tabel 4.3 Data Pengujian kamera CMUcam4.....	34
Tabel 4.4 Data Pengujian nilai RGB Kopi Robusta berdasarkan waktu	36
Tabel 4.5 Data Pengujian nilai RGB Kopi Robusta berdasarkan jarak dan waktu.	37
Tabel 4.6 Data Pengujian nilai RGB Kopi Arabika berdasarkan waktu	38
Tabel 4.7 Data Pengujian nilai RGB Kopi Arabika berdasarkan jarak dan waktu.	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Perbedaan antara Kopi Arabika dan Robusta.....	6
Gambar 2.2 Warna Biji Kopi Setelah di Jemur	6
Gambar 2.3 Warna Biji Kopi Matang.....	6
Gambar 2.4 Warna Biji Kopi yang Terlalu Matang.....	7
Gambar 2.5 Komposisi Warna RGB.....	9
Gambar 2.6 Citra Fungsi Dua Variable, $f(x,y)$	10
Gambar 2.7 Module CMUcam4.....	11
Gambar 2.8 Arduino ATmega2560.....	13
Gambar 2.9 Konfigurasi ATmega2560	14
Gambar 2.10 Arsitektur ATmega2560.....	15
Gambar 2.11 <i>Relay Normally Open</i> dan <i>Relay Normally Close</i>	17
Gambar 2.12 <i>Relay</i>	17
Gambar 2.13 LCD 2 x 16 Karakter	17
Gambar 2.14 Hubungan <i>PORT B</i> dengan LCD	18
Gambar 2.15 Konstruksi Motor DC.....	20
Gambar 2.15 Penentuan Arah Gaya Pada Kawat Berarus Listrik Dalam Medan Magnet.....	20
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	21
Gambar 3.2 Perancangan Mekanik	23
Gambar 3.3 Kamera CMUcam4.....	24
Gambar 3.4 Rangkaian Pembagi tegangan sensor LDR.....	24
Gambar 3.5 Arduino 2560.....	25
Gambar 3.6 Rangkaian <i>driver</i> motor DC	26
Gambar 3.7 Algoritma sistem control mesin sangrai secara umum.....	28
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> mesin sangrai berbasis <i>Image Processing</i>	29
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> pilihan kopi pada mesin sangrai berbasis <i>Image Processing</i>	30
Gambar 4.1 Gambar rangkaian control mesin kopi.....	31

Gambar 4.2	Gambar rangkaian <i>Driver</i> motor DC.....	32
Gambar 4.3	Kamera CMUcam4	33
Gambar 4.4	Nilai yang dihasilkan kamera CMUcam4.....	33
Gambar 4.5	Nilai RGB yang dihasilkan kamera CMUcam4.....	36
Gambar 4.6	Mesin sangrai kopi.....	39
Gambar 4.7	Hasil akhir Kopi Robusta.....	40
Gambar 4.8	Hasil akhir Kopi Arabika.....	40