



**PEMROSESAN CITRA PADA ROBOT BERKAKI ENAM YANG
BERJALAN DI MODEL LAHAN SAWAH**

SKRIPSI

Oleh

Doddy Firman Rahmadi

NIM. 061910201008

**PROGRAM STUDI STRATA-I TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PEMROSESAN CITRA PADA ROBOT BERKAKI ENAM YANG
BERJALAN DI MODEL LAHAN SAWAH**

SKRIPSI

**Diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata-1 Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik**

Oleh

Doddy Firman Rahmadi

NIM. 061910201008

PROGRAM STUDI STRATA-I TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2011

PERSEMBAHAN

Skripsi, bagi saya bukan hanya sebagai karya ilmiah yang disusun untuk mencapai gelar sarjana. Namun skripsi 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. Skripsi merupakan gerbang untuk untuk beranjak dewasa, Oleh karena itu, karya tulis ini ingin saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT, yang telah menciptakan dan memiliki tiap partikel dalam makhluk hidup dan benda mati yang berada di semesta dengan segala isinya.
2. Nabi Muhammad SAW, Teladan sempurna bagi seluruh umat Islam dalam bertindak dan berkata.
3. Ibu tercinta yang telah melahirkan dan membearkanku dengan kasih sayang. Yang selalu bangun dipagi buta untuk mendoakan kesuksesan anak-anaknya.
4. Almarhum Bapak yang selalu menjadi sosok idola dan guru teladan untuk ditiru. Maaf belum bisa lulus tepat waktu sebelum engkau berangkat.
5. Kakakku Firdaus yang selalu menjadi contoh teladan dan membanggakan, saudara kembarku Deddy, rival sekaligus substitusi sempurna bagiku.
6. Paramita Raditya Putri yang selalu sabar dan setia menemani hari-hariku sebagai teman, sahabat, pasangan, guru, dan sebagai apapun yang aku butuhkan. Yakinlah Allah telah mempunyai rencana indah buat kisah kita.
7. Mbak Ivo, Selly yang telah bergabung menjadi wanita-wanita labil untuk menyeimbangkan hidup para pria yang terlalu stabil ini.
8. Teman-teman seperjuangan (Multimedia UPTTI, HME, Beswan Djarum, J-rux, Robotika, Markalintas, Basket Teknik, Jitec), teman teman Elektro, dan semua orang yang datang dan pergi dalam hidupku, terima kasih atas kenangan baik dan buruknya dan semoga kita dipertemukan lagi dalam situasi di puncak kesuksesan.
9. Almamater Universitas Jember yang kubanggakan, semoga kelak menjadi bengkel dan laboratorium intelektual muda.

MOTTO

Hidup adalah memilih dan memaknai... Selalu ada pilihan di tiap percabangan kehidupan... dan selalu ada pilihan baru setelah kita selesai melewati suatu pilihan.... Tidak ada pilihan benar dan salah... Bagaimana kita memaknainya yang membawa pilihan kita kepada kebaikan atau keburukan. Jadi, mulailah memilih dan memaknai tiap pilihan hidup yang telah kita lakukan serta jangan pernah berkata “aku tidak punya pilihan lain”

- Doddy Firman -

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Doddy Firman Rahmadi

NIM : 061910201008

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pemrosesan Citra Pada Robot Berkaki Enam Yang Berjalan Di Model Lahan Sawah” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi 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 sangsi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2011
Yang menyatakan,

Doddy Firman Rahmadi
NIM 061910201008

SKIRPSI

**PEMROSESAN CITRA PADA ROBOT BERKAKI ENAM YANG
BERJALAN DI MODEL LAHAN SAWAH**

Oleh

Doddy Firman Rahmadi

NIM 061910201008

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Khairul Anam ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwiretno Istiyadi ST., M.Kom

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pemrosesan Citra Pada Robot Berkaki Enam Yang Berjalan Di Model Lahan Sawah” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 5 Oktober 2011

Tempat : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing dan Penguji,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Khairul Anam, S.T., M.T.
NIP. 19780405 200501 1 002

Dwiretno Istiyadi S., S.T., M.Kom
NIP. 19780330 200312 1 003

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.
NIP. 19710614 199702 1 001

H.R.B.Moch. Gozali S.T., M.T.
NIP. 19690608 199903 1 002

**Mengesahkan,
a.n. Dekan
Pembantu Dekan I**

Mahros Darsin, ST., M.Sc.
NIP. 19700322 199501 1 001

Pemrosesan Citra Pada Robot Berkaki Enam Yang Berjalan Di Model Lahan Sawah

Doddy Firman R

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Perkembangan dunia robotika sudah memasuki pengaplikasian ke berbagai bidang kehidupan manusia termasuk bidang pertanian. Robot yang di desain untuk meringankan beban kerja petani maupun untuk mengoptimalkan hasil panen. Robot penjelajah sawah merupakan penelitian awal yang nantinya bisa dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai keperluan seperti penyiraman, penyebaran pupuk, atau upaya pemberantasan hama tikus. Bagaimana mendesain robot yang tangguh yang mampu berjalan melewati teksture sawah yang berlumpur dan berbatu serta sensor yang mampu mendeteksi tumbuhan sehingga robot tidak menabrak apa yang seharusnya dia lindungi merupakan salah satu tantangan. Penggunaan sensor jarak seperti *ultrasonic* sangat sulit diterapkan pada lahan yang tidak teratur seperti sawah. Penggunaan sensor penglihatan menggunakan kamera merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan. Pada penelitian ini akan dibahas bagaimana metode pemrosesan citra yang dapat berjalan langsung diatas mikroprosesor kamera agar kamera dapat mendeteksi ada tidaknya halangan dihadapannya sehingga robot berkaki enam mampu menjelajahi sawah tanpa menabrak halangan.

Kata kunci : robot, sawah, pemrosesan citra, CMUcam3, sensor penglihatan

Image processing on hexapod robot which walk in model of farm field

Doddy Firman R

Electrical Engineering Department, Faculty Of Technology, University Of Jember

ABSTRACT

The development of robotics has reach the applications to various areas of human life, including agriculture. Robots that are designed to lighten the workload of farmers and to optimize the harvest. Farm field explorer robot is early research that can later be further developed for various purposes such as watering, spread fertilizer, or pest rat eradication efforts. One of the challenges is how to design a powerful robot that can walk through muddy and rocky fields textures as well as sensors that can detect the plant so that the robot does not hit what ie's supposed to protect. The use of distance sensor like ultrasonic is very difficult to apply to the irregular land such as farm field. The use of vision sensors using the camera is one solution that can be used to solve that problem. This research will be discussed how the image processing method that can be run directly on camera's microflowchart so that the hexapod robot can detect the presence or absence of obstruction in front him so that the robot is capable of exploring the field without hitting an obstacle.

keyword : *robot, farm field, image processing, CMUcam3, vision sensor.*

RINGKASAN

Dunia robot dewasa ini telah mengalami perkembangan yang cukup signifikan. Banyak penelitian dan pengembangan tentang robot dilakukan diseluruh dunia guna mempermudah kehidupan manusia. Diharapkan perkembangan robot ini dapat menggantikan berbagai tugas dan beban manusia dalam kehidupan sehari-hari agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Salah satunya adalah fungsi robot yang di fungsikan pada bidang pertanian.

Pada penelitian-penelitian yang sudah banyak dilakukan, sensor navigasi yang digunakan pada robot biasanya menggunakan sensor infra merah ataupun sensor ultrasonic untuk mendeteksi jarak suatu benda atau halangan. Tidak banyak penelitian tentang robot yang memilih menggunakan sensor navigasi menggunakan kamera sebagai sensor pengelihatan karena penggunaan sensor ini cenderung lebih rumit. Penelitian ini difokuskan pada pemrosesan citra pada kamera sebagai sensor pengelihatan untuk sistem navigasi robot berkaki enam yang mampu berjalan pada model lahan sawah.

Kamera yang akan digunakan pada penelitian ini adalah CMUcam3. CMUcam3 adalah sensor pengelihatan berbasis mikrokontroler ARM7TDMI dengan prosesor utama NXP LPC2106 yang di desain untuk kemurahan harga. Dapat diprogram sepenuhnya, dan mampu melakukan proses realtime cukup baik. Kamera ini mendukung pengembangan secara *open source*, dan dapat di kustomisasi sesuai dengan keinginan pengembang. Hasil pemrograman dapat langsung di download ke *board* dengan menggunakan *port serial* tanpa *hardware* tambahan lainnya.

Penelitian “*Pemrosesan Citra Pada Robot Berkaki Enam Yang Berjalan Di Model Lahan Sawah*” akan dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Otomatisasi Pabrik Jurusan Teknik Elektro Universitas jember. Penelitian dibagi beberapa tahap. Tahap pertama penentuan algoritma dan proses pengolahan citra yang digunakan, tahap kedua adalah instalasi dan koneksi kamera ke komputer, tahap ketiga adalah menyusun dan mencoba listing program pemrosesan citra,

tahap keempat adalah sinkronisasi kamera dengan robot hexapod, dan yang terakhir adalah pengambilan data dan menganalisis performa kamera ketika dipakai sebagai sensor penglihatan robot sehingga dapat diketahui nilai konstanta terbaik sehingga robot dapat berjalan dengan baik.

Algoritma pemrosesan citra yang digunakan adalah pendeteksian warna hijau. Setelah dibedakan anatar piksel hijau dan non-hijau kemudian frame dibagi menjadi 3 bagian yaitu kiri, tengah dan kanan. Ketika jumlah piksel hijau dalam suatu daerah (*region*) melebihi batas tertentu maka dianggap terdapat halangan pada *region* tersebut. 8 macam kombinasi dari ada atau tidaknya halangan pada 3 *region* tersebut yang dijadikan acuan untuk menentukan gerakan robot.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa performa kamera CMUcam3 yang dimanfaatkan sebagai sensor penglihatan robot cukup baik. *Output* yang dihasilkan kamera sama dengan hasil persepsi mata kita melihat. Walaupun ketika diaplikasikan pada robot masih belum bisa maksimal dikarenakan program *high level control* pada mikroprosesor robot yang berfungsi untuk mengontrol pergerakan kaki-kaki robot belum dapat maksimal terutama ketika terjadi perubahan kondisi. Semoga kedepannya penelitian ini dapat bermanfaat dan dijadikan acuan untuk pengembangan sensor penglihatan pada robot .

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul Pemrosesan Citra Pada Robot Berkaki Enam Yang Berjalan Di Model Lahan Sawah dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini merupakan tugas akhir guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, ingin disampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Sumardi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
3. Khairul Anam, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Dwiretno Istiyadi Swasono, ST., MKom., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersabar membimbing, meluangkan banyak waktu, pikiran, perhatian dan tenaga serta selalu memberikan semangat dalam penulisan skripsi ini;
4. Dr. Azmi Saleh, ST., MT selaku Dosen Penguji I dan H.R.B.Moch. Gozali, ST., MT selaku Dosen Penguji II yang telah membantu memperbaiki skripsi ini.
5. Kedua orang tuaku Ayahanda dan Ibunda tercinta yang tak pernah lelah memberikan cinta, kasih sayang, pelajaran hidup, semangat dan do'a dalam setiap langkahku selama ini;
6. Saudara-saudaraku dan seluruh keluarga yang telah membimbingku dan menemaniku dari aku mulai melihat hingga sekarang;
7. Guru-guruku yang telah sudi menurunkan ilmunya kepadaku, semoga bermanfaat bagi kehidupanku dan kehidupan umat manusia;
8. Fakultas Teknik, Teman-teman Teknik Elektro UNEJ 2006, HME, Robotika, yang telah menemani perjuanganku di Fakultas Teknik Universitas Jember
9. Para penerima Beswan Djarum Regional Jember, atas kehangatan dan rasa kekeluargaan kalian.

DAFTAR ISI

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.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Visual.....	5
2.2 Citra warna digital RGB	6
2.3 Tresholding	7
2.4 Kompresi Citra JPEG	9
2.5 Kemampuan CMUcam3	10
2.6 Kontruksi mekanik robot	12
2.6.1 Kontruksi Mekanik <i>body</i> robot.....	12
2.6.2 Pergerakan Motor Kaki Robot.....	13

BAB 3. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Desain Perangkat Lunak Robot	16
3.3.1 Program Pengolahan Citra Pada Robot	16
3.3.2 <i>Software</i> Pergerakan Robot.....	19
3.4 Instalasi Cmucam3	20
3.4.1 Instalasi <i>hardware</i>	20
3.4.2 Instalasi <i>software</i> pengembangan firmware yang dibutuhkan	22
3.4.3 Membangun firmware dan upload firmware ke CMUcam3	25
3.5 Pengujian.....	26
3.5.1 Alur Penelitian.....	26
3.5.2 Parameter Analisa.....	28
BAB 4. HASIL DAN ANALISA DATA	30
4.1 Analisa performa kamera CMUcam3	30
4.1.1 Performa <i>Hardware</i>	30
4.1.2 Performa <i>Software</i> Pengembangan	31
4.1.3 Kualitas Gambar	33
4.1.4 Pengaturan Fokus	35
4.2 Analisa Kode Pemrograman Pemrosesan Citra Pada CMUcam3.....	36
4.2.1 Inisialisasi sistem dan <i>device</i>	37
4.2.2 Ambil gambar dan simpan di <i>buffer</i>	38
4.2.3 Scan <i>pixel</i>	39
4.2.4 Deteksi warna hijau dan separasi <i>region</i>	39
4.2.5 Penentuan ada atau tidaknya halangan pada tiap <i>region</i>	40
4.2.6 Penentuan gerakan robot	41
4.2.7 Simpan gambar dengan kompresi JPEG.....	42
4.2.8 Simpan data perhitungan kedalam <i>file text</i>	44
4.3 Analisa Pengaruh kompresi JPEG	45
4.4 Analisa Penentuan batas warna hijau	51
4.5 Analisa Penentuan Persen toleransi dianggap halangan	53
4.6 Analisa Performa Pengolahan Citra Pada CMUcam3 yang diintegrasikan dengan mikrokontroller	54

4.7	Analisa Performa Pengolahan Citra pada CMUcam3 yang diintegrasikan pada robot berkaki enam	58
BAB 5. PENUTUP.....	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel waktu penelitian.	32
Tabel 3.2	Tabel Kondisi citra dan keputusan yang diambil.	36
Tabel 4.1	Performa hardware CMUcam3	47
Tabel 4.2	Performa software pengembangan CMUcam3	48
Tabel 4.3	Performa gambar hasil CMUcam3	52
Tabel 4.4	Perbandingan Piksel hijau dari kamera dengan komputer yang berada di <i>region 1</i>	65
Tabel 4.5	Perbandingan Piksel hijau dari kamera dengan komputer yang berada di <i>region 2</i>	66
Tabel 4.6	Perbandingan Piksel hijau dari kamera dengan komputer yang berada di <i>region 3</i>	68
Tabel 4.7	Pengaruh Pemberian batas konstanta hijau terhadap hasil <i>output</i> pengolahan citra.....	70
Tabel 4.8	Pengaruh Pemberian batas persen toleransi yang dianggap halangan terhadap hasil <i>output</i> pengolahan citra	71
Tabel 4.9	Performa Komunikasi CMUcam3 dengan mikrokontroller yang ditampilkan dengan LCD.....	74
Tabel 4.10	Performa Komunikasi CMUcam3 yang diintegrasikan pada robot berkaki enam.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran pola warna RGB.....	26
Gambar 2.2	Contoh pengubahan citra grayscale menjadi biner (<i>thresholding</i>)	27
Gambar 2.3	Diagram proses kompresi citra JPEG (Nugroho,1988)	29
Gambar 2.4	Bentuk fisik camera CMUcam3 (sumber : www.cmucam.org)	30
Gambar 2.5	Robot <i>hexapod</i> tampak samping (Fatur Ridwan, 2010)	31
Gambar 2.6	<i>Flowchart</i> pergerakan motor-motor kaki robot	32
Gambar 2.7	Penomoran kaki robot <i>hexapod</i> . (Fatur Ridwan, 2010).....	33
Gambar 3.1	Diagram alir program <i>image processing</i> pada CMUcam3	36
Gambar 3.2	Diagram alir penentuan pergerakan robot	39
Gambar 3.3	Komponen modul CMUcam3 (www.cmucam.org)	40
Gambar 3.4	Tampilan software cygwin	42
Gambar 3.5	Tampilan software LPC2000 <i>flash utility</i>	43
Gambar 3.6	<i>Folder</i> CC3 yang diletakkan di <i>folder c</i>	43
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> Alur Penelitian	46
Gambar 4.1	LPC2000 <i>flash utility</i> yang memiliki fitur cukup lengkap.	51
Gambar 4.2	<i>Software Framegrabber</i> Ketika mengalami <i>error</i> koneksi	52
Gambar 4.3	Bagian depan lensa yang untuk menentukan fokus.....	54
Gambar 4.4	Contoh hasil pencarian titik fokus dengan menggeser ring fokus.....	55
Gambar 4.5	<i>File-file header</i> yang dipakai pada program.....	56
Gambar 4.6	Fungsi-fungsi yang dipakai untuk inisialisasi sistem dan <i>device</i>	57
Gambar 4.7	Fungsi untuk menangkap citra dan menyimpannya di buffer	57
Gambar 4.8	Fungsi-fungsi yang dipakai untuk membaca nilai pixel	58
Gambar 4.9	Fungsi-fungsi yang dipakai untuk mendeteksi warna hijau	59
Gambar 4.10	Fungsi-fungsi yang dipakai untuk menentukan ada tidaknya halangan pada tiap <i>region</i>	60
Gambar 4.11	Fungsi-fungsi yang dipakai untuk menentukan gerakan robot.....	61

Gambar 4.12 Fungsi-fungsi yang dipakai untuk inisialisasi jpeg.....	62
Gambar 4.13 Fungsi-fungsi yang dipakai untuk menyimpan dan mengkompresi JPEG.....	62
Gambar 4.14 Fungsi-fungsi yang dipakai membebaskan buffer setelah dipakai kompresi JPEG.....	62
Gambar 4.15 Fungsi-fungsi yang dipakai untuk inisialisasi <i>file</i> text	63
Gambar 4.16 Beda fungsi <i>printf()</i> dan fungsi <i>fprintf()</i>	63
Gambar 4.17 Contoh pengolahan citra untuk persepsi robot	64
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Piksel Hijau di <i>region</i> Satu.....	65
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Piksel Hijau di <i>region</i> Dua.....	67
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Piksel Hijau di <i>region</i> Tiga	68
Gambar 4.21 CMUcam3 mengirimkan data ke mikro dan dibaca melalui LCD.....	74
Gambar 4.22 Robot berkaki enam yang bergerak berdasarkan pengolahan citra pada CMUcam3	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Dokumentasi Data Percobaan
Lampiran B	Dokumentasi <i>Source</i> program
Lampiran C	Dokumentasi Datashet dan instalasi CMUcam3