

Jurusan Sistem Komputer
Fakultas Ilmu Komputer
Skripsi Sarjana Komputer
Semester Ganjil 2004/2005

**Pengenalan Pola
Untuk
Navigasi Mobile Robot**

THOMAS HARTONO : 0500585390
RONALD : 0500587906
GUNAWAN : 0500596974

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan suatu sistem visual pada *mobile robot*, serta mengembangkan suatu sistem yang memiliki kecerdasan buatan berupa *vision*. Metode penelitian yang digunakan adalah kepustakaan dan perancangan sistem. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah pengenalan arah yang berupa arah kanan, kiri, atas, dan bawah. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pengenalan pola terhadap simbol untuk navigasi pada *mobile robot* dilakukan dengan cara *variance* dan *momen*, serta jarak dimana gambar dengan ukuran 21x15 cm dapat dikenali dengan baik oleh teknik *variance* dan *momen* adalah range 40-70 cm.

Kata kunci : Pattern Recognition, Navigation, Mobile Robot.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat-Nya lah kami dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat pada waktunya. Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan jenjang studi strata 1 dan meraih gelar sarjana komputer pada jurusan Sistem Komputer, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.

Pada kesempatan ini pula, kami hendak menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih kami haturkan kepada:

1. Orang tua dan saudara-saudara yang telah memberikan dorongan semangat, materil, dan doa kepada kami dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Iman Kartowisastro, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing kami yang telah banyak membantu dalam memberikan arahan-arahan yang sangat berguna bagi penulisan dan penyelesaian skripsi kami ini.
3. Segenap dosen Universitas Bina Nusantara yang telah memberikan ilmu serta bimbingan kepada kami selama menuntut ilmu.
4. Teman-teman yang telah memberikan bantuan kepada kami untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Alm. Ibu Dr. Theresia Widia Suryaningsih, MM., selaku Rektor Universitas Bina Nusantara.
6. Seluruh staff karyawan Universitas Bina Nusantara yang telah membantu dan memberikan kesempatan kepada kami untuk mendapatkan buku-buku referensi yang berguna dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini kami menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan baik itu dari segi pengalaman maupun pengetahuan. Oleh karena itu kami sangat menghargai segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, kami berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkannya, dan dapat lebih disempurnakan dan lebih berguna untuk masa yang akan datang.

Jakarta, 26 Januari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul Luar.....	i
Halaman Judul Dalam.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Abstrak.....	iv
Prakata.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Ruang Lingkup.....	5
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	5
1.4 Metodologi.....	6
1.5 Sistematika Penulisan.....	6

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Teori Dasar / Umum.....	8
2.2 Teori Khusus.....	10

2.2.1	Matriks.....	16
2.2.2	<i>Image</i>	17
2.2.3	<i>Grayscale</i>	20
2.2.4	<i>Binary Image</i>	21
2.2.5	Histogram.....	22
2.2.6	Filter.....	23
2.2.7	<i>Thresholding</i>	23
2.2.8	Deteksi Sisi (<i>Edge detection</i>).....	24
	2.2.8.1 Pengenalan Sisi dengan Sobel (<i>Sobel Detector</i>).....	25
2.2.9	Ragam (<i>Variance</i>).....	29
2.2.10	CMOS (<i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i>).....	30
2.2.11	CCD (<i>Charge-Coupled Device</i>).....	31
	2.2.11.1 Keunggulan dan Kelemahan <i>Charge-Coupled Device (CCD)</i>	33
	2.2.11.2 Cara Kerja <i>Charge-Coupled Device (CCD)</i>	34
2.2.12	<i>Region of Interest</i>	34
2.2.13	Pengenalan Pola (<i>Pattern Recognition</i>).....	35
2.2.14	<i>Normal Distribution – Cumulative Distribution Fuction</i> ...	35
2.2.15	Delphi.....	36

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

3.1	Perancangan Sistem.....	38
	3.1.1 Spesifikasi Sistem.....	41

3.1.1.1 Kamera CMOS.....	41
3.1.1.2 PC.....	41
3.1.1.3 TV TUNER (<i>Analog to Digital Converter</i>).....	42
3.1.1.4 Output (Serial Port).....	43
3.2 Perancangan Pengenalan Arah.....	43
3.2.1 Perancangan Pengangkapan Gambar.....	45
3.2.1.1 Peletakan Kamera dan Gambar.....	45
3.2.1.2 Bentuk dan Warna Gambar.....	46
3.2.1.3 Program Penangkapan Gambar.....	47
3.2.2 Perancangan Pemrosesan Citra.....	49
3.2.3 Perancangan Pengenalan Citra.....	59
3.3 Perancangan Database.....	69
3.4 Perancangan <i>Graphical User Interface</i> (GUI).....	70
3.5 Rancang Bangun Sistem.....	74

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

4.1 Spesifikasi Sistem.....	77
4.2 Prosedur Operasional.....	78
4.3 Implementasi.....	79
4.4 Analisa.....	95
4.4.1 Kondisi Pencahayaan.....	96
4.4.2 Jarak Kamera dengan Objek.....	98
4.4.3 Noise (Gangguan).....	101

4.4.4	Hubungan Processing Time dengan Kecepatan Robot.....	103
4.4.5	Sudut Pandang Kamera dengan Objek.....	106
4.4.6	Perbandingan Momen dan <i>Variance</i>	108
4.4.7	Populasi Kepercayaan Terhadap Hasil Momen dan <i>Variance</i>	115

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan.....	117
5.2	Saran.....	118

DAFTAR PUSTAKA.....	119
---------------------	-----

RIWAYAT HIDUP.....	122
--------------------	-----

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan CCD dan CMOS dari segi fitur.....	32
Tabel 2.2 Perbandingan CCD dan CMOS dari segi unjuk kerja.....	33
Tabel 4.1 Hubungan Antara Thresholding Dengan Jarak Untuk Gambar Atas.....	98
Tabel 4.2 Hubungan Jarak dengan Hasil Pengenalan Arah.....	101
Tabel 4.3 Hubungan Sudut Pandang Kamera dengan Hasil Pengenalan Arah	106
Tabel 4.4 Hubungan Jarak dengan Hasil Pengenalan Arah.....	109
Tabel 4.5 Perbandingan Teknik <i>Variance</i> dengan Teknik Momen	114
Tabel 4.6 Nilai Kebenaran Hasil Momen dan <i>Variance</i>	115
Tabel 4.7 Nilai Kepercayaan Hasil Momen dan <i>Variance</i>	116

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Representasi dan Pemodelan Citra.....	11
Gambar 2.2 Tahapan Pengolahan Citra Digital.....	13
Gambar 2.3 Digitalisasi.....	14
Gambar 2.4 Penampilan Gambar.....	14
Gambar 2.5 Teknik Analisis Citra.....	15
Gambar 2.6 Struktur Bitmap.....	20
Gambar 2.7 <i>Grayscale level</i>	21
Gambar 2.8 <i>Probability Density Function gray level</i> dari (a) citra terang dan (b) citra gelap.....	22
Gambar 2.23 Arsitektur CMOS.....	30
Gambar 3.1 Perancangan Sistem.....	39
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem.....	40
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem (a) Manual, (b) Automatic.....	44
Gambar 3.4 Peletakan Kamera terhadap Objek.....	45
Gambar 3.5 Gambar Panah.....	46
Gambar 3.6 Diagram Alir Program pengambil Gambar.....	48
Gambar 3.7 Contoh Gambar yang ditangkap Kamera.....	49
Gambar 3.8 Diagram Alir Program Pemrosesan Citra.....	50
Gambar 3.9 Histogram Grayscale Image.....	51
Gambar 3.10 Histogram setelah Thresholding.....	51
Gambar 3.11 Gambar Pengkonversian Citra.....	52

Gambar 3.12	Diagram Alir <i>Grayscale</i>	53
Gambar 3.13	Diagram Alir <i>Mean Filter</i>	54
Gambar 3.14	Diagram Alir <i>Median Filter</i>	55
Gambar 3.15	Diagram Alir <i>Histogram</i>	56
Gambar 3.16	Diagram Alir <i>Black White</i>	57
Gambar 3.17	Diagram Alir <i>Sobel Detector</i> (a), (b).....	58-59
Gambar 3.18	Diagram Alir Prosedur Pengenalan citra.....	60
Gambar 3.19	Pengenalan Arah dengan Teknik <i>Variance</i> (a), (b).....	61-62
Gambar 3.20	Diagram Alir <i>WhiteCount</i>	63
Gambar 3.21	Citra Biner <i>Black-White</i>	64
Gambar 3.22	Gambar Grafik Hasil Scan Horizontal dan Vertical.....	64
Gambar 3.23	Grafik Scan <i>Horizontal</i> dan <i>Vertical</i> (<i>XY Histogram</i>) Untuk Teknik <i>Variance</i>	65
Gambar 3.24	Diagram Alir <i>Variance</i>	66
Gambar 3.25	Citra Biner <i>Black-White</i> Dibagi Menjadi 4 Bagian.....	67
Gambar 3.26	Diagram Alir <i>momen</i>	69
Gambar 3.27	Tampilan Awal Program.....	70
Gambar 3.28	Tampilan mode manual (a) GUI dari TV Tuner Input (b) GUI untuk Mengambil Data Gambar.....	71
Gambar 3.28	Tampilan mode manual (c) GUI Proses Konversi Citra (d) GUI Proses Pengenalan Arah dengan Metode <i>Variance</i>	71
Gambar 3.28	Tampilan mode manual (e) GUI Proses Pengenalan Arah dengan metode <i>Momen</i>	72

Gambar 3.29	Tampilan mode otomatis (a) GUI Pengaturan (b) GUI Hasil Pengolahan Citra.....	73
Gambar 3.30	Tampilan GUI mode just trying.....	74
Gambar 3.31	(a) Perancangan Sistem Tampak Depan, (b) Perancangan Sistem Tampak Belakang.....	75
Gambar 3.31	(c) Perancangan Sistem Tampak Atas, (d) Perancangan Sistem Tampak Samping.....	75-76
Gambar 3.32	Blok Diagram Keseluruhan.....	76
Gambar 4.1	Tampilan GUI Program.....	79
Gambar 4.2	Tampilan Mode.....	81
Gambar 4.3	Tampilan Awal Mode Manual.....	82
Gambar 4.4	Tampilan Pertanyaan Setting.....	82
Gambar 4.5	Tampilan Menu <i>Video Source Properties</i>	83
Gambar 4.6	Tampilan Menu <i>Device Setting</i>	84
Gambar 4.7	Tampilan Menu <i>Video Format Properties</i>	85
Gambar 4.8	Tampilan Menu <i>Picture</i>	86
Gambar 4.9	Tampilan Menu <i>Image Processing</i>	87
Gambar 4.10	Tampilan Hasil <i>Image Processing</i> (a) <i>Grayscale</i> , (b) <i>Black-White</i>	88
Gambar 4.11	Tampilan <i>Histogram</i>	89
Gambar 4.12	Gambar Setelah <i>Region Of Interest</i>	89
Gambar 4.13	Gambar <i>White Chart</i>	90
Gambar 4.14	Tampilan Teknik Pengenalan Arah (a) <i>Variance</i> , (b) <i>Momen</i>	91

Gambar 4.15	Hasil Deteksi Sisi dengan <i>Sobel Horizontal</i>	91
Gambar 4.16	Hasil Deteksi Sisi dengan <i>Sobel Vertical</i>	92
Gambar 4.17	Hasil Deteksi Sisi dengan <i>Sobel Both</i>	92
Gambar 4.18	Hasil Deteksi Sisi dengan <i>Sobel Red</i>	92
Gambar 4.19	Hasil <i>EdgeBW</i>	93
Gambar 4.20	Tampilan Awal Mode Automatic.....	93
Gambar 4.21	Tampilan Hasil Mode Automatic.....	94
Gambar 4.22	Tampilan Mode Just-Trying.....	95
Gambar 4.23	Panah pada jarak 20cm dengan intensitas redup.....	96
Gambar 4.24	Panah pada jarak 20cm dengan intensitas sedang.....	96
Gambar 4.25	Panah pada jarak 20cm dengan intensitas terang.....	97
Gambar 4.26	Histogram (a) jarak 30 cm, (b) 50 cm, (c) 70 cm, (d) 100 cm.....	99
Gambar 4.27	Gambar Pada Jarak 100 cm (a) Asli, (b) <i>Black-White</i>	102
Gambar 4.28	Grafik Warna Putih Untuk Gambar 4.27(b).....	102
Gambar 4.29	Hasil Pengenalan Arah.....	103
Gambar 4.30	Hubungan Antara Waktu Proses dengan Kecepatan Robot.....	105
Gambar 4.31	Sudut Pandang Kamera.....	108
Gambar 4.32	Objek yang Ditangkap (a) 30cm, (b) 50cm, (c) 20cm.....	109
Gambar 4.33	(a) Gambar dengan kemiringan 5° , (b) Hasil Pengenalan Citra.....	110
Gambar 4.33	(c) Grafik Pixel Putih.....	110
Gambar 4.34	(a) Gambar dengan kemiringan 15° , (b) Hasil Pengenalan Citra...	111
Gambar 4.34	(c) Grafik Pixel Putih.....	111
Gambar 4.35	(a) Gambar dengan kemiringan 30° , (b) Hasil Pengenalan Citra...	112

Gambar 4.35	(c) Grafik Pixel Putih.....	112
Gambar 4.36	Hasil Pengenalan Citra (a) 5°, (b) 15°, (c) 30°.....	113

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Listing Program.....	LA-1
Tabel.....	LB-1
<i>Datasheet</i>	LC-1
Skematik Rangkaian.....	LD-1