

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 Robot Sepak Bola Humanoid	9
3.2 Pengolahan Citra Digital	9
3.3 Citra <i>Grayscale</i>	10
3.4 Deteksi Objek	11
3.5 <i>Histogram of Oriented Gradient</i> (HOG)	11
3.6 <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	13
3.7 OpenCV	15
BAB IV ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM	16
4.1 Analisis Sistem	16
4.2 Rancangan Sistem	17
4.3 Pengambilan Sampel	20
4.4 Data Pelatihan	21
4.5 Rancangan Proses Ekstraksi Fitur	23
4.6 Rancangan Proses Pelatihan/ <i>Training</i>	24
4.7 Rancangan Proses Pendeteksian Bola	26
4.8 Lingkungan Pengujian	27
4.9 Evaluasi Kinerja Sistem	28
4.10 Rencana Pengujian dan Pengamatan Sistem	29
4.10.1 Rencana Pengujian Parameter <i>Sliding Window</i>	29
4.10.2 Rencana Pengujian Jarak Bola dengan Robot	30
4.10.3 Rencana Pengujian Intensitas Cahaya di Dalam Ruangan	30
4.10.4 Rencana Pengujian Terhadap Gangguan Objek Lain	30
BAB V IMPLEMENTASI	31
5.1 Implementasi Perangkat Keras	31

5.2	Ekstraksi Fitur.....	32
5.3	Pelatihan SVM.....	35
5.4	Akuisisi Citra.....	37
5.5	Pengujian dan Pengamatan Sistem	38
BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		41
6.1	Hasil Ekstraksi Fitur dan Pelatihan/ <i>Training</i>	41
6.2	Hasil Pengujian dengan Data Pelatihan	43
6.3	Hasil Pengujian Pendeteksian Bola Berdasarkan Parameter <i>Sliding Window</i>	43
6.3.1	Hasil Pengujian Parameter win_Stride.....	44
6.3.2	Hasil Pengujian Parameter scale0	46
6.4	Hasil Pengujian Kinerja Pendeteksian Bola Terhadap Jarak Bola dengan Robot.....	50
6.5	Hasil Pengujian Kinerja Pendeteksian Bola Terhadap Intensitas Cahaya di Dalam Ruangan	53
6.6	Hasil Pengujian Kinerja Pendeteksian Bola Terhadap Gangguan Objek Lain	57
BAB VII KESIMPULAN		61
7.1	Kesimpulan.....	61
7.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Robot sepak bola humanoid (Sterling, 2013).....	9
Gambar 3.2 Salah satu contoh pengolahan citra digital (OpenCV, 2011).....	10
Gambar 3.3 Ilustrasi menghitung gradien vektor pada piksel (McCormick, 2013)	12
Gambar 3.4 <i>Hyperplane</i> alternatif pada <i>support vector Machines</i> (OpenCV, 2011)	14
Gambar 4.1 Diagram blok rancangan sistem	18
Gambar 4.2 Rancangan <i>framework</i> sistem.....	19
Gambar 4.3 Diagram alir proses ekstraksi fitur dan pelatihan/ <i>training</i>	20
Gambar 4.4 Beberapa contoh sampel citra positif.....	22
Gambar 4.5 Beberapa contoh sampel citra negatif.....	23
Gambar 4.6 Diagram alir ekstraksi fitur HOG	24
Gambar 4.7 Diagram alir pelatihan SVM	25
Gambar 4.8 Diagram alir pendeteksian bola	27
Gambar 4.9 Lapangan pengujian.....	28
Gambar 5.1 Letak kamera pada robot.....	31
Gambar 5.2 Peletakkan robot pada lapangan pengujian	32
Gambar 5.3 Potongan program ekstraksi fitur	34
Gambar 5.4 Potongan program fungsi <i>calculateFeaturesFromInput()</i>	35
Gambar 5.5 Potongan program pelatihan dengan SVMlight	36
Gambar 5.6 Potongan program pustaka yang di- <i>import</i> ke dalam program	37
Gambar 5.7 Potongan program untuk mengakuisisi citra.....	38
Gambar 5.8 Potongan program pustaka yang di- <i>import</i> ke dalam program	39
Gambar 6.1 Data fitur HOG yang disimpan pada <i>file features.dat</i>	41
Gambar 6.2 Pengaturan detektor window dan vektor tunggal pada <i>file</i> <i>cvHOGClassifier.yaml</i>	42
Gambar 6.3 Grafik rata-rata waktu komputasi pendeteksian pada pengujian variasi <i>scale0</i>	49
Gambar 6.4 Grafik tingkat keberhasilan pada pengujian jarak bola dengan robot	52
Gambar 6.5 Kondisi <i>frame</i> citra saat jarak bola 20 cm (kiri), 100 cm (tengah), dan 220 cm (kanan)	53
Gambar 6.6 Kondisi <i>frame</i> citra pada intensitas cahaya 22 lux (kiri) dan 126 lux (kanan)	54
Tabel 6.7 Data kinerja sistem berdasarkan variasi intensitas cahaya	55
Gambar 6.7 Kondisi citra <i>grayscale</i> pada intensitas cahaya 22 lux (kiri) dan 126 lux (kanan)	57
Gambar 6.8 Kondisi <i>frame</i> citra saat pengujian pendeteksian dengan gangguan objek bola lain	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini	8
Tabel 4.1 Tabel rencana pengujian	30
Tabel 6.1 Hasil pengujian dengan data pelatihan.....	43
Tabel 6.2 Data kinerja sistem berdasarkan variasi win_stride	44
Tabel 6.3 Data rata-rata waktu komputasi berdasarkan variasi win_stride....	45
Tabel 6.4 Data kinerja sistem berdasarkan variasi scale0	47
Tabel 6.5 Data rata-rata waktu komputasi berdasarkan variasi scale0.....	48
Tabel 6.6 Data kinerja sistem berdasarkan variasi jarak bola dengan robot.....	51
Tabel 6.7 Data kinerja sistem berdasarkan variasi intensitas cahaya	55
Tabel 6.8 <i>Confusion matrix</i> dari hasil pendeteksian menggunakan ukuran detektor 32×32	58
Tabel 6.9 <i>Confusion matrix</i> dari hasil pendeteksian menggunakan ukuran detektor 32×32	60