

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan 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 Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN LITERATUR</b> .....	<b>5</b>
2.1 Humanoid Robot.....	5
2.1.1 Robotis OP 3.....	5
2.1.2 <i>Robotic Operating System (ROS)</i> .....	6
2.1.3 Intel NUC5i3RYH.....	7
2.1.4 OpenCR.....	8
2.1.5 U2D2.....	10
2.2 HuroCup ( <i>Obstacle Run</i> ).....	10
2.3 <i>Computer Vision</i> .....	12
2.3.1 <i>Robot Vision</i> .....	13
2.4 <i>Cost-Oriented Automation</i> .....	15
2.5 <i>Edge Detection</i> .....	18
2.5.1 <i>Sharpening Image (Penajaman Citra)</i> .....	19
2.5.2 Konversi Citra RGB menjadi HSV.....	19
2.5.3 <i>Filtering</i> .....	20
2.5.4 <i>Canny Edge Detection</i> .....	21
2.5.5 Deteksi Kontur.....	24
2.7 <i>Shape Detection</i> .....	25
2.8 Penelitian Terdahulu.....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>35</b>
3.1 Metodologi Penelitian.....	35
3.2 Analisis Kebutuhan.....	36
3.3 Perancangan Desain Sistem.....	37

3.3.1	Arsitektur Sistem.....	37
3.3.2	Diagram Blok Sistem.....	40
3.3.3	Diagram Alir Sistem.....	41
3.3.4	Konfigurasi Robotic Operating System (ROS).....	43
3.3.5	Objek Rintangan (Kotak).....	45
3.4	Implementasi Algoritma <i>Edge Detection</i> .....	45
3.4.1	Pengambilan Citra (Sistem Visi Robot).....	46
3.4.2	<i>Sharpening Image</i> .....	47
3.4.3	Pemisahan Citra Warna RGB.....	48
3.4.4	Konversi Citra Warna RGB ke HSV.....	48
3.4.4.1	Pemisahan Citra Warna HSV.....	51
3.4.5	<i>Image Filtering</i> .....	52
3.4.6	<i>Canny Detection</i> .....	54
3.4.7	Deteksi Kontur.....	57
3.4.8	<i>Shape Detection</i> .....	57
3.5	Penentuan Arah Gerak Robot.....	61
3.5.1	Satu Objek.....	63
3.5.2	Dua Objek.....	64
3.6	Metode Pengujian.....	65
3.7	Dokumentasi.....	68
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>69</b>
4.1	Implementasi.....	69
4.1.1	Implementasi Algoritma <i>Cost-Oriented Automation (COA)</i> .....	69
4.1.2	Implementasi Algoritma <i>Edge Detection</i> .....	71
4.2	Penentuan Arah Gerak Robot.....	86
4.3	Pengujian.....	91
4.3.1	Pengujian Akurasi Deteksi.....	92
4.3.2	Pengujian Ketepatan Gerakan Robot.....	95
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>97</b>
5.1	Kesimpulan.....	97
5.2	Saran.....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>xiv</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Robotis OP3.....	5
<b>Gambar 2.2.</b> Skema Arsitektur Dasar ROS.....	7
<b>Gambar 2.3.</b> Intel NUC5i3RYH.....	8
<b>Gambar 2.4.</b> OpenCR.....	9
<b>Gambar 2.5.</b> U2D2.....	10
<b>Gambar 2.6.</b> Gambar Denah Perlombaan <i>Obstacle Run</i> .....	11
<b>Gambar 2.7.</b> Kriteriaan Objek <i>Obstacle</i> .....	12
<b>Gambar 2.8.</b> Representasi Area <i>Computer Vision</i> .....	12
<b>Gambar 2.9.</b> Penelitian Sistem Visi untuk Kendali Autonomus Robot.....	14
<b>Gambar 2.10.</b> Sistem Kendali Visi Autonomus Hurocup Cabang Maraton.....	14
<b>Gambar 2.11.</b> <i>Archie Humanoid Robot</i> .....	15
<b>Gambar 2.12.</b> Kamera <i>Stereo</i> .....	15
<b>Gambar 2.13.</b> <i>Main Board</i> .....	16
<b>Gambar 2.14.</b> Pengujian <i>Obstacle Detection and Avoidance of a COHR</i> .....	17
<b>Gambar 2.15.</b> Kerangka <i>Humanoid Robot</i> .....	18
<b>Gambar 2.16.</b> Pembagian Warna Arah Tepi.....	22
<b>Gambar 2.17.</b> Representasi Citra Setelah Dilakukan Erosi dan Dilasi.....	23
<b>Gambar 2.18.</b> Hasil Operasi untuk Menemukan Gawang Sepak Bola.....	24
<b>Gambar 2.19.</b> Pendekatan Kontur.....	24
<b>Gambar 2.20.</b> <i>Block Diagram Shape Detection</i> .....	25
<b>Gambar 3.1.</b> Metodologi Penelitian.....	36
<b>Gambar 3.2.</b> Arsitektur Sistem Menggunakan <i>Remote Desktop RealVNC</i> .....	38
<b>Gambar 3.3.</b> Arsitektur Sistem Menggunakan <i>Robotic Operating System (ROS)</i> .....	39
<b>Gambar 3.4.</b> Diagram Blok Sistem Robot.....	40
<b>Gambar 3.5.</b> Diagram Alir Sistem.....	41
<b>Gambar 3.6.</b> <i>User Interface (UI)</i> Program dari <i>Walk Turner</i> .....	44
<b>Gambar 3.7.</b> Objek Rintangan (Kotak).....	45
<b>Gambar 3.8.</b> Proses Deteksi Objek Rintangan.....	46
<b>Gambar 3.9.</b> Sampel Nilai Layer RGB dalam Matrik 5x5.....	47
<b>Gambar 3.10.</b> Hasil Citra Warna RGB Setelah Mengalami Pemisahan.....	48
<b>Gambar 3.11.</b> Hasil Konversi Citra Warna RGB ke HSV.....	51
<b>Gambar 3.12.</b> Hasil Citra Warna HSV Setelah Mengalami Pemisahan.....	52
<b>Gambar 3.13.</b> Proses <i>Canny Detection</i> .....	55
<b>Gambar 3.14.</b> Contoh Hasil Penerapan Deteksi Kontur pada Objek.....	57
<b>Gambar 3.15.</b> Contoh Sampel Hasil Objek Menggunakan Fungsi <i>ApproxPolyDP</i> .....	58
<b>Gambar 3.16.</b> Contoh Hasil Pencarian Titik Simpul Objek.....	61
<b>Gambar 3.17.</b> Segmentasi <i>Frame 9</i> Bagian.....	62
<b>Gambar 3.18.</b> Penempatan Objek Rintangan.....	63
<b>Gambar 3.19.</b> Ilustrasi Penempatan Objek pada <i>Frame</i> Area Kanan dan Kiri.....	63
<b>Gambar 3.20.</b> Ilustrasi Penempatan Objek pada <i>Frame</i> Tengah .....	64
<b>Gambar 3.21.</b> Ilustrasi Dua Objek Yang Saling Berdekatan dan Berjauhan.....	65
<b>Gambar 3.22.</b> Ilustrasi Posisi Pengujian Robot Terhadap Objek.....	66

<b>Gambar 4.1.</b> Kerangka Robot Setelah Diterapkan Algoritma COA.....	69
<b>Gambar 4.2.</b> Hasil Pengambilan Citra Objek.....	73
<b>Gambar 4.3.</b> Hasil Proses <i>Sharpening Image</i> .....	74
<b>Gambar 4.4.</b> Hasil Proses Pemisahan Citra Warna RGB.....	75
<b>Gambar 4.5.</b> Hasil Proses Konversi Citra Warna RGB ke HSV.....	76
<b>Gambar 4.6.</b> Hasil Proses Pemisahan Citra Warna HSV.....	77
<b>Gambar 4.7.</b> Hasil Proses <i>Image Filtering</i> Untuk Citra Warna RGB ( <i>Blue Channel</i> )....	79
<b>Gambar 4.8.</b> Hasil Proses <i>Image Filtering</i> Untuk Citra Warna HSV ( <i>Value Channel</i> )...	80
<b>Gambar 4.9.</b> Hasil Proses <i>Canny Detection</i> .....	81
<b>Gambar 4.10.</b> Hasil Proses Deteksi Kontur.....	82
<b>Gambar 4.11.</b> Hasil Proses <i>Shape Detection</i> .....	86
<b>Gambar 4.12.</b> Hasil Proses Posisi Objek Menggunakan <i>Segmentasi Frame</i> .....	88
<b>Gambar 4.13.</b> Posisi Pengujian Robot Terhadap Objek.....	91

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Spesifikasi Robotis OP3.....	6
<b>Tabel 2.2.</b> Spesifikasi Intel NUC5i3RYH.....	8
<b>Tabel 2.3.</b> Spesifikasi OpenCR.....	9
<b>Tabel 2.4.</b> Kategori Perlombaan <i>Obstacle Run</i> .....	11
<b>Tabel 2.5.</b> Spesifikasi Kamera Stereo.....	16
<b>Tabel 2.6.</b> Spesifikasi <i>Main Board</i> .....	16
<b>Tabel 2.7.</b> Penelitian Terdahulu.....	27
<b>Tabel 3.1.</b> Kebutuhan Penelitian.....	36
<b>Tabel 3.2.</b> Persamaan Perhitungan Erosi.....	53
<b>Tabel 3.3.</b> Persamaan Perhitungan Dilasi.....	53
<b>Tabel 3.4.</b> Persamaan Perhitungan <i>Morphology Close</i> .....	54
<b>Tabel 3.5.</b> Tabel Pengujian 1.....	67
<b>Tabel 3.6.</b> Tabel Pengujian 2.....	67
<b>Tabel 4.1.</b> Spesifikasi Alat Yang Dipakai Robot.....	70
<b>Tabel 4.2.</b> Pengujian 1 <i>Channel Blue</i> Kondisi Gelap (0-60 Lux).....	92
<b>Tabel 4.3.</b> Pengujian 1 <i>Channel Blue</i> Kondisi Terang (61-200 Lux).....	93
<b>Tabel 4.4.</b> Pengujian 1 <i>Channel Value</i> Kondisi Gelap (0-60 Lux).....	94
<b>Tabel 4.5.</b> Pengujian 1 <i>Channel Value</i> Kondisi Terang (61-200 Lux).....	94
<b>Tabel 4.6.</b> Pengujian 2 Ketepatan Gerakan Robot.....	96