

IMPLEMENTASI “*OMNIDIRECTIONAL VISION*” UNTUK MENDETEKSI OBJEK PADA ROBOT SEPAK BOLA BERODA

Nama : Hadiano
NRP : 1322014
Email : yongsenhadi@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu kategori dari perlombaan Kontes Robot Indonesia (KRI) 2018 adalah Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI Beroda). Robot harus dapat bermain bola di lapangan dan memasukkan bola ke gawang lawan secara *autonomous*. Salah satu masalah yang dihadapi adalah kamera tidak dapat mendeteksi bola yang berada di belakang robot sehingga ketika mencari bola robot harus bergerak dengan algoritma tertentu.

Dalam Tugas Akhir ini, robot dirancang dengan memiliki sistem pengolahan citra, sistem pergerakan, penendang, dan penggiring bola. Robot menggunakan dua *webcam* Logitech c930e, yaitu pada sistem *omnidirectional vision* dan kamera depan. Fokus pembahasan yaitu pada sistem pengolahan citra. Proses pengolahan citra pada kamera depan, digunakan metoda *thresholding*, *morphological transformation*, dan *circle hough transform* sedangkan pada *omnidirectional vision*, digunakan metoda *thresholding*, *morphological transformation*, *findContours*, dan *minEnclosingCircle* untuk mengenal dan mendeteksi bola. Alat yang digunakan adalah cermin *spherical* dan *Single Board Computer* Lattepada. Pergerakan robot yang diimplementasikan adalah sistem gerak *holonomic* menggunakan *mecanum drive*. Gerakan robot mencakup maju, mundur, kiri, dan kanan tanpa mengubah orientasi robot dilakukan dengan bantuan sensor *rotary encoder*.

Omnidirectional vision mampu mendeteksi bola dengan radius minimum 45cm dan maksimum 347cm. Keberhasilan robot mendekati bola memiliki tingkat keberhasilan yang berbeda-beda bergantung pada posisi bola di lapangan. Posisi bola di depan robot memiliki keberhasilan 100%. Kondisi yang paling buruk adalah 0% dengan posisi bola di kanan belakang robot karena gerakan menyamping robot yang belum sempurna sehingga orientasi robot berubah, sedangkan pada posisi lain, rata-rata keberhasilan 62%.

Kata Kunci : *omnidirectional vision*, cermin *spherical*, *holonomic*, *mecanum drive*

IMPLEMENTATION OF OMNIDIRECTIONAL VISION FOR OBJECT DETECTION ON WHEELED SOCCER ROBOT

Name : Hadianto
NRP : 1322014
Email : yongsenhadi@gmail.com

ABSTRACT

Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI Beroda) is one of the categories held for Kontes Robot Indonesia (KRI)2018. An autonomous robot must be able to play soccer in the field and get the ball into the opponent's goal. One problem faced by the robot is that the camera cannot detect the ball when it is positioned behind the robot, so it must use a certain algorithm to approach the ball.

In this final paper, the robot is designed to include several systems, including image processing, movement, kicker, and dribble. Robot uses two webcam logitech c930e, one placed on the omnidirectional vision system and another on the anterior of the robot. The main focus of this final paper is image processing. Methods used on the front-facing camera includes thresholding, morphological transformation, and circle hough transform methods while the methods used in the omnidirectional vision include thresholding, morphological transformation, findContours, and minEnclosingCircle methods to identify and detect the ball. The devices used include spherical mirror, and Single Board Computer Lattepanda. Robot motion implemented is a holonomic motion system using mecanum drive. The robot's motion includes forward, backward, left, and right without changing the robot's orientation by using the rotary encoder sensor.

Omnidirectional vision system can detect ball within the radius of 45cm to 347cm. The success rate of robots on getting the ball varies with the position of the ball in the field. Ball positioned in front of the robot has a 100% success rate meanwhile when the ball is placed right rear of the robot, it's success rate is 0%. Imperfect sideway motion of the robot causes this change the orientation as the robot moves. For another position, the average success is 62%.

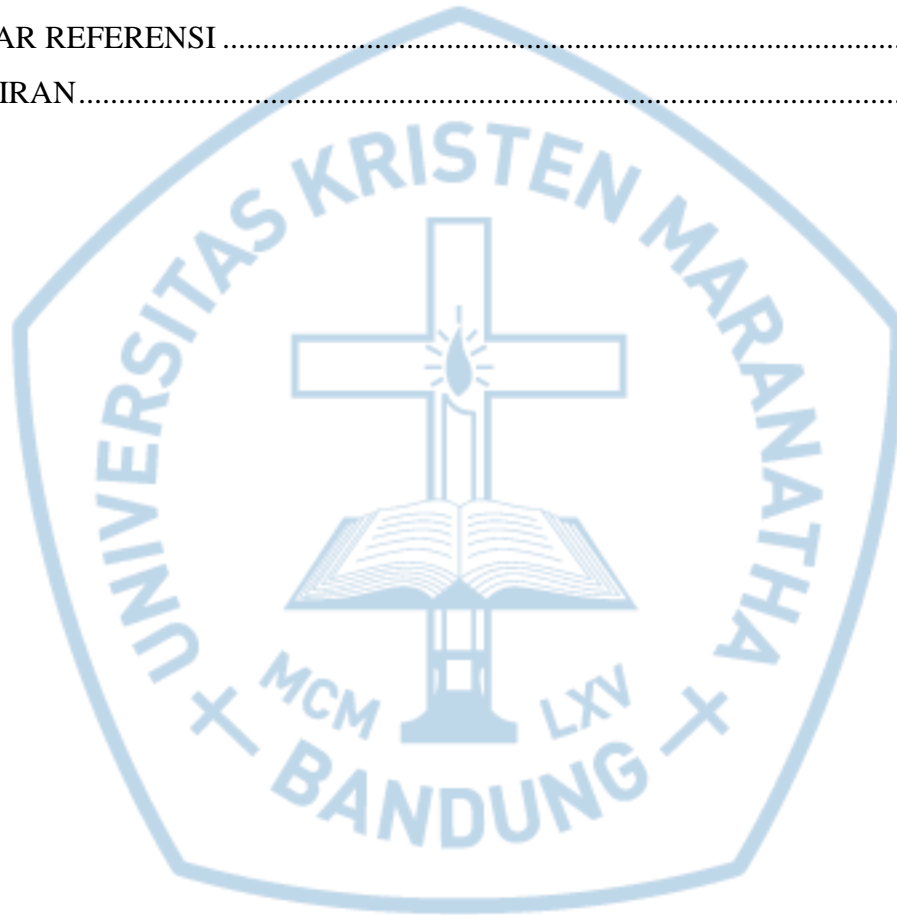
Keyword : omnidirectional vision, spherical mirror, holonomic, mecanum drive

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	2
I.3 Perumusan Masalah	2
I.4 Tujuan	2
I.5 Pembatasan Masalah	2
I.6 Sistematika Penulisan	2
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 <i>Omnidirectional Vision</i>	4
II.1.1 Sifat Bayangan pada Cermin Cembung dan Cekung	5
II.2 OpenCV	6
II.2.1 <i>Thresholding</i>	7
II.2.2 <i>Circle Hough Transform</i>	9
II.2.3 <i>Morphological Transformations</i>	10
II.2.4 <i>Contours</i>	11

II.3	Lattepanda <i>Single Board Computer</i>	12
II.4	Arduino Mega 2560	15
II.5	Webcam Logitech c930e.....	17
II.6	Sistem Gerak <i>Omnidirectional</i>	18
	II.6.1 <i>Mecanum Drive</i>	19
	II.6.2 <i>Vex Mecanum Wheels</i>	19
	II.6.3 <i>Rotary Encoder</i>	20
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		
III.1	Perancangan Sistem Robot KRSBI Beroda	22
III.2	Elektronika Robot dan Realisasi Sistem Mekanika	24
	III.2.1 Penentuan Jarak Cermin terhadap Kamera dan Ukuran Cermin pada <i>Omnidirectional Vision</i>	24
	III.2.2 Elektronika Robot	27
	III.2.3 Realisasi Sistem Mekanika	29
III.3	Proses Pencarian Bola	32
	III.3.1 Algoritma pada <i>Omnidirectional Vision</i>	32
	III.3.1.1 Proses Pengolahan Citra pada <i>Omnidirectional Vision</i>	33
	III.3.2 Algoritma pada Kamera Depan.....	37
	III.3.2.1 Proses Pengolahan Citra pada Kamera Depan.....	39
III.4	Perhitungan Jarak pada Robot KRSBI Beroda	41
	III.4.1 <i>Omnidirectional Vision</i>	41
	III.4.2 Kamera depan	45
III.5	Sistem Pergerakan Robot	
	III.5.1 Sistem Pergerakan Robot saat Menggunakan <i>Omnidirectional Vision</i>	47
	III.5.2 Sistem Pergerakan Robot saat Menggunakan Kamera Depan.....	49
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS		
IV.1	Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pendeteksian Bola.....	50
	IV.1.1 Pada <i>Omnidirectional Vision</i>	50

IV.1.2 Pada Kamera Depan.....	51
IV.2 Pengaruh Posisi Bola terhadap Pendeteksian Bola	52
IV.3 Percobaan Hubungan Jarak Tempuh dan Jumlah Putaran Motor	54
IV.4 Pengujian Keberhasilan Robot Mendekati Bola	56
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Simpulan	65
V.2 Saran	66
DAFTAR REFERENSI	67
LAMPIRAN.....	A-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Contoh Cermin <i>Spherical</i> dan Cermin <i>Conical</i>	5
Gambar II.2 Sinar Istimewa pada Cermin Cembung	5
Gambar II.3 Sinar Istimewa Cermin Cekung	6
Gambar II.4 Contoh Hasil Bayangan	6
Gambar II.5 Model Warna HSV	8
Gambar II.6 Contoh hasil <i>thresholding</i>	8
Gambar II.7 Contoh Cara Kerja Dilation	10
Gambar II.8 Diagram Blok Sistem Komputer	13
Gambar II.9 <i>Pinout</i> LattePanda	14
Gambar II.10 Arduino Mega 2560	16
Gambar II.11 <i>Pinout</i> Arduino Mega 2560	17
Gambar II.12 Webcam Logitech c930e	18
Gambar II.13 <i>Mecanum Drive</i>	19
Gambar II.14 <i>Vex Mecanum Wheels</i>	20
Gambar II.15 <i>Vex Integrated Encoder</i>	21
Gambar III.1 Diagram Blok Sistem Robot KRSBI Beroda	23
Gambar III.2 Diagram Alir Sistem Robot KRSBI Beroda	24
Gambar III.3 Tiga Ukuran Cermin yang Akan Dicoba	25
Gambar III.4 Percobaan Menggunakan Ukuran Cermin yang Berbeda	25
Gambar III.5 Percobaan Jarak yang Berbeda Antara Cermin dan Kamera	27
Gambar III.6 Diagram Blok Elektronika Robot	28
Gambar III.7 Realisasi Mekanika <i>Omnidirectional Vision</i>	29
Gambar III.8 Realisasi Mekanika Kamera Depan	30
Gambar III.9 Realisasi Mekanika Sistem Penendang dan Penggiring Bola	31
Gambar III.10 Realisasi Sistem Pergerakan Robot KRSBI Beroda	31
Gambar III.11 Realisasi Robot KRSBI Beroda	32

Gambar III.12 Diagram Alir Proses Pencarian Bola dengan <i>Omnidirectional Vision</i>	33
Gambar III.13 Pengamatan Proses Pengolahan Citra pada <i>Omnidirectional Vision</i>	34
Gambar III.14 Diagram Alir Sistem Pengolahan Citra pada <i>Omnidirectional Vision</i>	35
Gambar III.15 Beberapa Percobaan dalam Melakukan <i>Thresholding</i>	36
Gambar III.16 Citra Sebelum dan Sesudah Menggunakan <i>Morphological Transformation</i>	37
Gambar III.17 Diagram Alir Proses Pencarian Bola dengan Kamera Depan.....	38
Gambar III.18 Diagram Blok Proses <i>Tracking</i> Bola.....	38
Gambar III.19 Pembagian <i>Frame</i> pada Kamera Depan.....	39
Gambar III.20 Diagram Alir Proses Pengolahan Citra pada Kamera Depan.....	40
Gambar III.21 Pengamatan Proses Pengolahan Citra pada Kamera Depan	40
Gambar III.22 Posisi Bola pada Robot Tampak Atas.....	41
Gambar III.23 Grafik Hubungan antara Jarak dan Posisi Bola pada Sumbu Y <i>Frame</i> Kamera.....	43
Gambar III.24 Grafik Hubungan antara Jarak dan Posisi Bola pada Sumbu X <i>Frame</i> Kamera.....	44
Gambar III.25 Diagram Blok Sistem Pergerakan Robot	47
Gambar III.26 Diagram Alir Sistem Pergerakan Robot Menggunakan <i>Omnidirectional Vision</i>	48
Gambar III.27 Diagram Alir Sistem Pergerakan Robot saat Menggunakan Kamera Depan	49
Gambar IV.1 Beberapa Percobaan pada Intensitas Cahaya Ruangan yang Berbeda dengan <i>Omnidirectional Vision</i>	51
Gambar IV.2 Beberapa Percobaan pada Intensitas Cahaya Ruangan yang Berbeda dengan Kamera Depan.....	51
Gambar IV.3 Percobaan Pendeteksian Bola dengan Jarak Bola yang Berbeda (Posisi Depan Robot).....	53

Gambar IV.4 Jarak Minimum dan Maksimum Bola yang Dapat Terdeteksi
Omnidirectional Vision.....54

Gambar IV.5 Cara robot mendekati Bola Berdasarkan Posisi Bola terhadap
Robot.....58



DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Tabel Koordinat Bola dengan Jarak Bola 50cm	42
Tabel III.2 Tabel Hubungan Sudut Servo dan Jarak Bola	46
Tabel IV.1 Percobaan Putaran Motor dengan PWM yang Berbeda (Robot Bergerak Maju).....	55
Tabel IV.2 Percobaan Putaran Motor dengan PWM yang Berbeda (Robot Bergerak ke Kanan)	56
Tabel IV.3 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 0° berjarak 100cm	58
Tabel IV.4 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 90° berjarak 100cm	58
Tabel IV.5 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 180° berjarak 100cm	59
Tabel IV.6 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 270° berjarak 100cm	59
Tabel IV.7 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 0° berjarak 150cm	60
Tabel IV.8 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 90° berjarak 150cm	60
Tabel IV.9 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 180° berjarak 150cm	60
Tabel IV.10 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 270° berjarak 150cm	61
Tabel IV.11 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 0° berjarak 200cm	61
Tabel IV.12 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 90° berjarak 200cm	61
Tabel IV.13 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 180° berjarak 200cm	62
Tabel IV.14 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 270° berjarak 200cm	62
Tabel IV.15 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 45° berjarak 100cm	62
Tabel IV.16 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 135° berjarak 100cm	63
Tabel IV.17 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 225° berjarak 100cm	63
Tabel IV.18 Keberhasilan Mendekati Bola dengan Sudut 315° berjarak 100cm	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Program <i>Image Processing</i> Pada <i>Omnidirectional Vision</i>	A-1
Lampiran B Program <i>Image Processing</i> Pada Kamera Depan	B-1
Lampiran C Program Pengiriman Data Arduino Leonardo	C-1
Lampiran D Program Robot KRSBI Beroda untuk <i>Omnidirectional Vision</i>	D-1
Lampiran E Program Robot KRSBI Beroda untuk Kamera Depan.....	E-1

