

# GERAKAN BERJALAN OMNIDIRECTIONAL UNTUK ROBOT HUMANOID PEMAIN BOLA

Disusun oleh :

**Nama : Christian Hadinata**

**NRP : 0822017**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,  
Jl.Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH No. 65, Bandung, Indonesia.

**Email : b0yz90@yahoo.com**

## ABSTRAK

Penelitian di bidang robotika khususnya dalam robot humanoid semakin cepat berkembang. Robot humanoid pemain bola umumnya hanya memiliki 3 gerakan dasar dalam berjalan yaitu gerak lurus, gerakan samping dan gerakan memutar. Konsep *omnidirectional* mengkombinasikan ketiga gerakan dasar tersebut, posisi dan orientasi dari setiap langkah kaki dikontrol agar robot dapat mengubah arah dan jarak langkah berdasarkan letak target yang dituju.

Pada Tugas Akhir ini, telah dibuat robot humanoid yang mempunyai 20 sendi dengan sensor CMUCam3 digunakan untuk sistem penglihatan robot. Sensor percepatan DE-ACCM3D digunakan untuk mengetahui kondisi robot ketika terjatuh. Otak dari robot menggunakan pengontrol mikro ATMEGA128 dan pengontrol servo SSC-32 untuk mengatur pergerakan servo.

Setiap gerakan pada robot humanoid diatur secara manual dengan memperhatikan posisi COG (*Center of Gravity*) yang harus selalu berada pada *support polygon*. Dengan gerakan *omnidirectional*, robot humanoid dapat mengatur arah dari setiap langkah sehingga pada saat akan menendang bola, letak bola dapat searah dengan letak gawang. Robot humanoid ini gagal menendang bola ke gawang ketika posisi bola dipindahkan ke area yang berbeda terhadap gawang.

Kata Kunci : Robot Humanoid, Sensor CMUCam3, Sensor Percepatan DE-ACCM3D, Pengontrol Mikro Atmega 128, pengontrol servo SSC-32.

# **OMNIDIRECTIONAL WALKING MOVEMENT FOR ROBOT HUMANOID SOCCER**

Composed by :

**Name : Christian Hadinata**

**NRP : 0822017**

Electrical Engineering Department, Maranatha Christian University,  
Jl.Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH No. 65, Bandung, Indonesia.

**Email : b0yz90@yahoo.com**

## **ABSTRACT**

Research in robotics, especially for humanoid robot has been increased rapidly. Robot humanoid soccer generally have three basic movements, which on straight motion, sideway motion, and rotate motion. Omnidirectional concepts combines the three basic movements, positions and rotations of each steps is controlled so that the robot can change the direction and distance based on the desire location.

On this final project, has been made a humanoid robot which has 20 joint with sensor CMUCam3 used for robot vision system. Accelerometers are used to determine the condition of the robot when it falls. The main controller of the robot is microcontroller ATMEGA128 and use servo controller SSC-32 to manage the servo movements.

Every movement of the humanoid robot is set manually by observing the position of the COG (Center of Gravity) which must always be on the support polygon. With this omnidirectional movement, humanoid robot can adjust the direction of each step so that when the robot kick the ball, the position of the ball can be in the direction of the goal location. The robot fail to kick the ball to the goal if the ball position moved to the different area of the goal.

Keywords: Humanoid Robot, Camera Sensor CMUCam3, Accelerometer DE-ACCM3D, Micro Controller Atmega 128, Servo Controller SSC-32.

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSCTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
<b>I.1 Latar Belakang Masalah.....</b>	<b>1</b>
<b>I.2 Identifikasi Masalah.....</b>	<b>1</b>
<b>I.3 Perumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>I.4 Tujuan.....</b>	<b>2</b>
<b>I.5 Pembatasan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>I.6 Sistematika Penulisan.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
<b>II.1 Teori Robot Humanoid.....</b>	<b>5</b>
<b>II.2 Gerakan <i>Omnidirectional</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>II.3 Pengontrol Servo.....</b>	<b>10</b>
II.3.1 Komponen – komponen SSC-32.....	10
II.3.2 Cara Komunikasi SSC-32 dengan ATMEGA128.....	12
II.3.3 Spesifikasi SSC-32.....	12
<b>II.4 Sensor Percepatan DE-ACCM3D.....</b>	<b>13</b>
<b>II.5 Sensor Kamera CMUCam3.....</b>	<b>14</b>
II.5.1 Arsitektur Perangkat Keras.....	14
II.5.1.1 Koneksi Perangkat Keras.....	17
II.5.2 Arsitektur Perangkat Lunak.....	18
II.5.3 Metoda Pelacakan Warna CMUCam3.....	20

## **BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI**

<b>III.1 Perancangan Sistem Robot Humanoid Pemain Bola.....</b>	<b>22</b>
<b>III.2 Realisasi Sistem Robot Humanoid Pemain Bola .....</b>	<b>24</b>
III.2.1 Sistem Mekanika Robot Humanoid Pemain Bola.....	24
III.2.2 Sistem Elektronika Robot Humanoid Pemain Bola.....	26
III.2.2.1. Sensor.....	26
III.2.2.1.1. Sensor Percepatan DE-ACCM3D.....	26
III.2.2.1.2. Sensor Kamera CMUCam3.....	27
III.2.2.2. Pengontrol.....	27
III.2.2.1.1. Pengontrol Servo SSC-32.....	27
III.2.2.1.2. Pengontrol Mikro ATMEGA128.....	29
III.2.3 Algoritma Pemrograman Robot Humanoid Pemain Bola.....	30

## **BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS**

<b>IV.1. Sensor Kamera CMUCam3.....</b>	<b>49</b>
IV.1.1. Pengujian Sensor dalam Melacak Nilai RGB Tertentu....	49
IV.1.2. Pengujian Posisi Servo Leher Terhadap Posisi Bola.....	52
IV.1.3. Pengujian Posisi Servo Leher Terhadap Posisi Gawang...	58
IV.1.4. Pengujian Pelacakan pada Bola yang Bergerak.....	60
<b>IV.2. Robot Humanoid.....</b>	<b>67</b>
IV.2.1. Pengamatan Terhadap Gerakan Robot.....	67
IV.2.2. Pengujian Gerakan Berjalan pada Robot.....	74
IV.2.3. Gerakan Omnidirectional.....	77

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

<b>V.1. Kesimpulan.....</b>	<b>85</b>
<b>V.2. Saran.....</b>	<b>86</b>

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
----------------------------	-----------

**LAMPIRAN–A Foto Robot Humanoid Pemain Bola**

**LAMPIRAN–B Program Pengontrol Mikro ATmega128 dan CMUCam3**

**LAMPIRAN–C Datasheet**

## DAFTAR TABEL

		<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Keterangan Koordinat – koordinat Frame.....	8
Tabel 3.1	Hubungan Port – port SSC-32 dengan Sendi pada Robot ....	28
Tabel 3.2a	Pergerakan Servo pada saat Gerakan Berjalan(1) .....	38
Tabel 3.2b	Pergerakan Servo pada saat Gerakan Berjalan(2) .....	39
Tabel 4.1	Rentang Nilai yang Diprogram pada CMUCam3 untuk Dapat Melacak Warna Bola .....	49
Tabel 4.2	Rentang Nilai yang Diprogram pada CMUCam3 untuk Dapat Melacak Warna Gawang.....	50
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Keberhasilan Sensor Terhadap Rentang Nilai RGB yang Diprogram untuk Dapat Melacak Warna Bola .....	50
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Keberhasilan Sensor Terhadap Rentang Nilai RGB yang Diprogram untuk Dapat Melacak Warna Gawang.....	51
Tabel 4.5a	Hasil Pengujian Servo Leher Terhadap Posisi Bola di Sumbu $y = 20$ cm .....	53
Tabel 4.5b	Hasil Pengujian Servo Leher Terhadap Posisi Bola di Sumbu $y = 40$ cm .....	53
Tabel 4.5c	Hasil Pengujian Servo Leher Terhadap Posisi Bola di Sumbu $y = 60$ cm .....	54
Tabel 4.5d	Hasil Pengujian Servo Leher Terhadap Posisi Bola di Sumbu $y = 80$ cm .....	55
Tabel 4.5e	Hasil Pengujian Servo Leher Terhadap Posisi Bola di Sumbu $y = 100$ cm .....	56
Tabel 4.5f	Hasil Pengujian Servo Leher Terhadap Posisi Bola di Sumbu $y = 120$ cm .....	57
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Posisi Gawang Terhadap Posisi Robot.....	58
Tabel 4.7	Gerakan Berdiri .....	68
Tabel 4.8	Gerakan Persiapan Berjalan .....	68
Tabel 4.9	Gerakan Berjalan .....	68
Tabel 4.10	Gerakan Menendang .....	70
Tabel 4.11	Gerakan Bangkit Berdiri .....	73

Tabel 4.12	Data Kelancaran Robot pada saat Berjalan Lurus.....	75
Tabel 4.13	Data Kelancaran Robot pada saat Berjalan Arah Kanan .....	76
Tabel 4.14	Data Kelancaran Robot pada saat Berjalan Arah Kiri.....	77
Tabel 4.15	Nilai Posisi Servo pada Saat robot Melakukan Arah Gerak ke Kiri .....	84

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	<i>Support Polygon</i> ..... 6
Gambar 2.2	<i>Support Polygon</i> dengan Warna Abu – abu : (a) <i>Double Support Polygon</i> , (b) <i>Double Support Polygon (Pre-Swing)</i> , (c) <i>Single Support Polygon</i> ..... ..... 6
Gambar 2.3	Pola Langkah Kaki dari Gerakan <i>Omnidirectional</i> ..... 7
Gambar 2.4	Hubungan Koordinat – koordinat Frame pada Teknik <i>Preview Controller</i> ..... 8
Gambar 2.5	Koordinat – koordinat Frame pada saat Melangkah ..... 9
Gambar 2.6	Pergerakan Sudut Langkah Kaki pada saat Tertumpu pada <i>Single Support Polygon</i> ..... 10
Gambar 2.7	Bentuk dan Letak Komponen SSC-32 ..... 10
Gambar 2.8	Pin SSC-32 untuk Komunikasi dengan ATMEGA128..... 12
Gambar 2.9	Sensor Percepatan DE-ACCM3D..... 13
Gambar 2.10	Nilai Tegangan Tiap Axis pada Posisi – posisi Tertentu .. 14
Gambar 2.11	CMUCam3..... 14
Gambar 2.12	Arsitektur Perangkat Keras CMUCam3..... 16
Gambar 2.13	Koneksi Perangkat Keras CMUCam3..... 17
Gambar 3.1	Struktur Robot Humanoid Pemain Bola..... 23
Gambar 3.2	Diagram Blok Sistem Elektronika Robot Humanoid Pemain Bola ..... 23
Gambar 3.3	Diagram Blok Sistem Kontrol ..... 24
Gambar 3.4	Dimensi Robot pada saat Berdiri ..... 25
Gambar 3.5	Sistem Gerak dan Peletakan Servo pada Robot..... 26
Gambar 3.6	Skematik Rangkaian Pengontrol Mikro ATMEGA128.... 29

Gambar 3.7	Papan Rangkaian Khusus untuk ATMEGA128 .....	30
Gambar 3.8	Arah <i>Scanning</i> pada Kamera .....	31
Gambar 3.9a	Diagram Alir Program Utama Kamera CMUCam3 .....	32
Gambar 3.9b	Diagram Alir Subrutin <i>Scanning</i> .....	33
Gambar 3.9c	Diagram Alir Subrutin Cari Titik Tengah Objek.....	34
Gambar 3.9d	Diagram Alir Subrutin Simpan Posisi Terakhir.....	35
Gambar 3.10	Arah Gerak Robot pada saat Bola di Sebelah Kiri Gawang	36
Gambar 3.11	Arah Gerak Robot pada saat Bola di Sebelah Kanan Gawang .....	36
Gambar 3.12a	Diagram Alir Program Utama Pengontrol Mikro ATMEGA128 .....	41
Gambar 3.12b	Diagram Alir Subrutin Ambil Data Kamera.....	42
Gambar 3.12c	Diagram Alir Subrutin Menentukan Arah Gerak.....	43
Gambar 3.12d	Diagram Alir Subrutin Menentukan Arah jalan untuk Menyearahkan.....	43
Gambar 3.12e	Diagram Alir Subrutin Menentukan Arah Jalan untuk Mendekati Bola .....	44
Gambar 3.12f	Diagram Alir Subrutin Berjalan.....	45
Gambar 3.12g	Diagram Alir Subrutin Persiapan Berjalan.....	46
Gambar 3.11h	Diagram Alir Subrutin Berdiri.....	46
Gambar 3.12i	Diagram Alir Subrutin Menendang.....	47
Gambar 3.12j	Diagram Alir Subrutin Bangkit Berdiri.....	48
Gambar 4.1	Kemungkinan Posisi Gawang yang Dapat Dilacak Kamera Ketika Robot Berada pada Koordinat -60cm sampai 60cm .....	59
Gambar 4.2a	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 2 cm/det di Sumbu x.....	60
Gambar 4.2b	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 6 cm/det di Sumbu x.....	61
Gambar 4.2c	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 10 cm/det di Sumbu x.....	62
Gambar 4.2d	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 20 cm/det di Sumbu x.....	63

Gambar 4.2e	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 2 cm/det di Sumbu y.....	64
Gambar 4.2f	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 6 cm/det di Sumbu y.....	65
Gambar 4.2g	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 10 cm/det di Sumbu y.....	66
Gambar 4.2h	Grafik Pelacakan Pergeseran Bola dengan Kecepatan 20 cm/det di Sumbu y.....	67
Gambar 4.3	Lintasan Robot Menuju Bola yang Berada Searah Gawang	78
Gambar 4.4	Lintasan Robot Menuju Bola yang Berada di Sebelah Kiri Gawang .....	79
Gambar 4.5	Lintasan Robot Menuju Bola yang Berada di Sebelah Kanan Gawang.....	80
Gambar 4.6	Lintasan Robot Terhadap Pemindahan Bola dari Sebelah Kiri Gawang Menuju ke Kiri.....	81
Gambar 4.7	Lintasan Robot Terhadap Pemindahan Bola dari Sebelah Kanan Gawang Menuju ke Kanan .....	82
Gambar 4.8	Lintasan Robot Terhadap Pemindahan Bola dari Sebelah Kanan Gawang Menuju ke Kiri.....	82
Gambar 4.9	Lintasan Robot Terhadap Pemindahan Bola dari Sebelah Kiri Gawang Menuju ke Kanan .....	83