

# **Realisasi Robot Humanoid**

## **Berbasis**

### ***Single Board Computer***

Disusun oleh:

**Nama : Gema Albadi Irman**

**NRP : 1122048**

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,  
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung, Indonesia.

**Email : gema.irman92@gmail.com**

#### **ABSTRAK**

Robot humanoid merupakan salah satu jenis robot yang terus dikembangkan cukup lama hingga sekarang. Saat ini berbagai kompetisi robot humanoid diselenggarakan. Salah satu contohnya adalah robot humanoid sepak bola. Robot ditugaskan untuk menelusuri lapangan untuk mencari bola dan mencetak gol ke gawang lawan. Robot humanoid sepak bola memiliki syarat batas minimal ketinggian yang terus dikembangkan setiap tahunnya agar dapat mencapai tinggi yang serupa dengan manusia pada tahun 2050.

Robot yang direalisasikan pada Tugas Akhir ini ditargetkan memiliki tinggi 60 cm dengan menggunakan modul elektronik seperti SBC-iBT Intel – Atom E3800, CM-730, motor DYNAMIXEL MX-28, dan MX-64. Referensi yang digunakan untuk merealisasikan robot ini adalah robot DARwIn-OP. Ukuran dasar robot ini direalisasikan dengan perbandingan skala ukuran dengan robot DARwIn-OP yaitu 4 : 3 sehingga dihasilkan proporsi yang serupa. Selain itu, konstruksi robot dirancang dengan memposisikan titik pusat massa robot berada di pusat daerah *support polygon*.

Robot humanoid pada Tugas Akhir ini berhasil direalisasikan. Robot mampu berdiri dengan stabil dengan maksimal kemiringan badan ke samping kanan dan ke kiri adalah  $24,3^\circ$  dan  $-23,4^\circ$  dari posisi tegaknya, sudut kemiringan ke depan adalah  $9,7^\circ$ , dan sudut kemiringan ke belakang adalah  $8,5^\circ$ . Selain itu, robot mampu berdiri stabil dengan hanya satu kaki dan ditopang beban masing-masing pada kedua tangan dan satu kakinya hingga sebesar 500 gram. Kecepatan kelajuan rata-rata robot berjalan adalah pada permukaan karpet, lantai keramik, kayu, rumput sintetis adalah 23 cm/detik, 24,6 cm/detik, dan 25,56 cm/detik, dan 24,75 cm/detik.

Kata Kunci : DARwIn-OP, *gaits*, *humanoid robot*, *soccer robot*, *stable gaits*.

***Realization of Humanoid Robot***  
***Based on***  
***Single Board Computer***

Composed By:

**Nama : Gema Albadi Irman**

**NRP : 1122048**

Electrical Engineering, Department of Engineering,

Maranatha Christian University,

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia

**Email : gema.irman92@gmail.com**

**ABSTRACT**

Humanoid robot is one type of robot being developed for a long time until now. Nowadays various humanoid robot competition is held. One example is a humanoid robot soccer. Robot assigned to explore the field to look for the ball and score goals against an opponent. Humanoid robot soccer have a minimum height of boundary conditions which continue to be developed each year in order to achieve a high similar to humans in 2050.

Robots are realized in this Thesis has targeted a height of 60 cm using electronic modules such as SBC-iBT Intel - Atom E3800, CM-730, motors Dynamixel MX-28 and MX-64. Robot DARwIn-OP is used as a reference to build this robot. The size of the robot base is realized by comparison scale with the size of the Darwin-OP that is 4: 3 so that the resulting proportions are similar. In addition, the construction of robots designed to reposition the center of the mass of the robot at the central of support polygon area.

A humanoid robot in this thesis has successfully realized with the height of 60 cm. Robots are able to stand stably with a maximum slope of the body to the right and to the left is  $24,3^\circ$  and  $-23,4^\circ$  from the upright position, tilt angle is  $9,7^\circ$  forward and backward tilt angle is  $8,5^\circ$ . In addition, the robot is able to stand steady with only one leg and sustained each load on both hands and one leg up to 500 grams. With walk-tuner applications and command running speed equal to 70% of the maximum speed of the Darwin-OP average speed walking robot on the surface of the carpet, tile floors, wood, synthetic grass is 23 cm / sec, 24.6 cm / sec, and 25.56 cm / sec, and 24.75 cm / sec.

Key Word : DARwIn-OP, *gaits*, *humanoid robot*, *soccer robot*, *stable gaits*.

# DAFTAR ISI

Halaman

## LEMBAR PENGESAHAN

## PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN

## PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR

## KATA PENGANTAR

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	viii

## BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Identifikasi Masalah .....	2
I.3 Rumusan Masalah .....	2
I.4 Tujuan.....	2
I.5 Batasan Masalah .....	2
I.6 Spesifikasi Alat yang Digunakan.....	3
I.7 Sistematika Penulisan.....	3

## BAB II LANDASAN TEORI

II.1 <i>Three Dimensional Motion</i> .....	6
II.2 <i>Gait Analysis</i> .....	7
II.3 <i>Gait Phase</i> .....	8
II.4 <i>Stable Gaits</i> .....	8
II.5 <i>Static Walking</i> .....	10
II.6 SBC-iBT – Intel Atom E3800 <i>Single Board Computer</i> .....	11
II.7 CM-730.....	13
II.8 DYNAMIXEL MX-28 .....	15
II.9 DYNAMIXEL MX-64 .....	17
II.10 DARwIn-OP .....	19

II.11 <i>Walk-Tuner</i> .....	25
<b>BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI</b>	
III.1 Perancangan Robot.....	28
III.1.1 Perancangan Struktur Robot.....	28
III.1.2 Integrasi Sistem Modul Elektronik.....	33
III.2 Realisasi Desain Part Robot dengan Solidworks.....	35
III.2.1 Realisasi Desain Part Robot Bagian Badan.....	38
III.2.2 Realisasi Desain Part Robot Bagian Tangan .....	45
III.2.3 Realisasi Desain Part Robot Bagian Kaki .....	47
III.2.4 Realisasi Penggabungan Part Robot.....	52
III.3 Peninjauan Titik Pusat Massa Robot.....	65
III.4 Installasi ID Motor DYNAMIXEL seri MX .....	67
III.5 Penalaan Berjalan Robot pada <i>Walk-Tuner</i> .....	70
<b>BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS</b>	
IV.1 Uji Coba Kestabilan Statis .....	73
IV.1.1 Uji Coba Kestabilan Statis I .....	73
IV.1.2 Uji Coba Kestabilan Statis II .....	77
IV.1.3 Uji Coba Kestabilan Statis III .....	80
IV.2 Uji Coba Kestabilan Dinamis.....	84
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
V.1 Simpulan .....	89
V.2 Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>92</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Posisi Anatomi.....	7
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Support Polygon</i> (SP) .....	8
Gambar 2.3 Ilustrasi Gaya Tekanan CoP .....	10
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Static Walking</i> dan <i>Dynamic Walking</i> .....	10
Gambar 2.5 SBC-iBT Intel Atom – E3800 .....	11
Gambar 2.6 Diagram Blok SBC-iBT Intel – Atom E3800.....	13
Gambar 2.7 CM-730 dan Posisi Sensor <i>Gyroscope</i> dan <i>Accelerometer</i> .....	14
Gambar 2.8 DYNAMIXEL MX-28 .....	16
Gambar 2.9 Diagram Blok Kendali pada DYNAMIXEL Seri MX .....	16
Gambar 2.10 Grafik Perfomansi DYNAMIXEL MX-28.....	17
Gambar 2.11 DYNAMIXEL MX-64 .....	18
Gambar 2.12 Grafik Perfomansi DYNAMIXEL MX-64.....	19
Gambar 2.13 DARwIn-OP .....	20
Gambar 2.14 Dimensi Robot DARwIn-OP .....	21
Gambar 2.15 Ilustrasi Kerangka Robot DARwIn-OP dan Letak Setiap Part ...	23
Gambar 2.16 Diagram Blok Modul Elektronik DARwIn-OP .....	24
Gambar 2.17 <i>Software Framework</i> DARwIn-OP.....	25
Gambar 2.18 Tampilan <i>Window</i> Operasi Program <i>Walk_Tuner</i> .....	26
Gambar 3.1 Struktur DARwIn-OP Tubuh Bagian Atas.....	29
Gambar 3.2 Perancangan Ukuran Struktur Robot Tubuh Bagian Atas .....	30
Gambar 3.3 Struktur DARwIn-OP Tubuh Bagian Bawah.....	30
Gambar 3.4 Perancangan Ukuran Struktur Robot Tubuh Bagian Bawah.....	31
Gambar 3.5 Fisik Nyata dan Ukuran SBC-iBT Intel – Atom E3800.....	32
Gambar 3.6 Desain Robot Humanoid .....	33
Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem Modul Elektronik Robot.....	34
Gambar 3.8 Ukuran Dimensi DYNAMIXEL MX-28 .....	36
Gambar 3.9 Ukuran Dimensi DYNAMIXEL MX-64 .....	37
Gambar 3.10 Part 1 .....	38
Gambar 3.11 Part 2 .....	39

Gambar 3.12 Part 3 .....	39
Gambar 3.13 Part 4 .....	40
Gambar 3.14 Part 5 .....	41
Gambar 3.15 Part 6 .....	42
Gambar 3.16 Part 7 .....	42
Gambar 3.17 Part 9R.....	43
Gambar 3.18 Part 9L.....	44
Gambar 3.19 Part <i>Interface Holder</i> .....	44
Gambar 3.20 Part 10 .....	45
Gambar 3.21 Part 11 .....	46
Gambar 3.22 Part 12 .....	46
Gambar 3.23 Part 13 .....	47
Gambar 3.24 Part 14 .....	48
Gambar 3.25 Ilustrasi Fungsi Pertama Part 14 .....	49
Gambar 3.26 Ilustrasi Fungsi Kedua Part 14 .....	49
Gambar 3.27 Part 15 .....	50
Gambar 3.28 Ilustrasi Fungsi Part 15.....	50
Gambar 3.29 Part 16 .....	51
Gambar 3.30 Part 17 .....	52
Gambar 3.31 Part <i>Flange Bearing</i> .....	53
Gambar 3.32 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 1.....	54
Gambar 3.33 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 2.....	55
Gambar 3.34 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 3.....	55
Gambar 3.35 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 4.....	56
Gambar 3.36 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 5.....	57
Gambar 3.37 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 6.....	58
Gambar 3.38 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 7.....	59
Gambar 3.39 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 8.....	59
Gambar 3.40 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 9.....	60
Gambar 3.41 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 10.....	61
Gambar 3.42 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 11.....	62

Gambar 3.43 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 12.....	63
Gambar 3.44 Realisasi Penggabungan Part Robot Langkah 13.....	64
Gambar 3.45 Realisasi Penggabungan Part Robot Keseluruhan .....	65
Gambar 3.46 Ukuran Realisasi Robot.....	66
Gambar 3.47 Posisi Titik Pusat Massa Robot yang Direalisasikan .....	67
Gambar 3.48 Modul USB2DYNAMIXEL .....	68
Gambar 3.49 <i>Window</i> RoboPlus Manager .....	69
Gambar 3.50 <i>Window</i> RoboPlus Manager saat ID Berubah.....	70
Gambar 3.51 Tampilan <i>Window Walk-Tuner</i> dan Standar Parameternya .....	71
Gambar 3.52 Tampilan <i>Window Walk-Tuner</i> dan Standar Parameter Baru .....	72
Gambar 4.1 Uji Coba Kestabilan Statis I Kemiringan ke Kanan.....	74
Gambar 4.2 Uji Coba Kestabilan Statis I Kemiringan ke Kiri.....	74
Gambar 4.3 Simulasi Uji Coba Kestabilan I Kemiringan Ke Kanan.....	76
Gambar 4.4 Simulasi Uji Coba Kestabilan I Kemiringan Ke Kiri.....	77
Gambar 4.5 Uji Kestabilan Statis II .....	78
Gambar 4.6 Simulasi Uji Coba Kestabilan Statis II.....	79
Gambar 4.7 Simulasi Uji Coba Kestabilan II (dari Bawah).....	80
Gambar 4.8 Posisi Robot pada Uji Coba Kestabilan III .....	81
Gambar 4.9 Posisi Robot pada Uji Coba Kestabilan III dan Diberi Beban .....	82
Gambar 4.10 Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Karpet.....	85
Gambar 4.11 Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Lantai Keramik .....	86
Gambar 4.12 Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Bidang Kayu .....	86
Gambar 4.13 Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Rumput Sintetis.....	88

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Fitur CM-730 .....	14
Tabel 2.2 Daftar Part Kerangka Robot DARwIn-OP.....	22
Tabel 4.1 Data Uji Coba Kestabilan I Kemiringan ke Kanan.....	75
Tabel 4.2 Data Uji Coba Kestabilan I Kemiringan ke Kiri.....	75
Tabel 4.3 Data Uji Coba Kestabilan II Kemiringan ke Depan dan Belakang.....	78
Tabel 4.4 Data Uji Coba Kestabilan III dengan Diberi Berbagai Variasi Beban .	82
Tabel 4.5 Data Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Karpet.....	85
Tabel 4.6 Data Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Lantai Keramik.....	86
Tabel 4.7 Data Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Bidang Kayu.....	86
Tabel 4.8 Data Uji Coba Kestabilan Dinamis di Permukaan Rumput Sintetis.....	88
Tabel 4.9 Perbandingan Data Uji Coba Kestabilan Dinamis.....	88

