

Keseimbangan Robot Humanoid Menggunakan Sensor *Gyro* GS-12 dan *Accelerometer* DE-ACCM3D

Disusun Oleh :

Nama : Rezaly Andreas

Nrp : 0822010

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Kristen Maranatha

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

ABSTRAK

Akhir-akhir ini perkembangan robot yang paling pesat adalah robot humanoid. Robot humanoid adalah robot yang penampilan keseluruhannya dibentuk berdasarkan tubuh manusia. Permasalahan dalam membuat robot humanoid adalah robot harus mampu berjalan dengan menggunakan dua buah kaki dan diharapkan robot tidak mudah terjatuh.

Untuk mengatasi hal tersebut maka pada Tugas Akhir ini akan di gunakan sensor *gyro* GS-12 untuk mengukur kecepatan sudut dari robot dan *accelerometer* DE-ACCM3D untuk mengukur kemiringan dari robot. Dari nilai kecepatan sudut dan kemiringan dari robot tersebut dapat diketahui kondisi keseimbangan pada robot. Apabila robot tidak seimbang maka beberapa servo akan digerakan sehingga robot tidak terjatuh. Keseimbangan robot ini akan diuji pada saat robot berjalan pada bidang miring. Bidang miring yang digunakan bervariasi, mulai dari 2° , 4° , 6° , sampai batas maksimum kemampuan robot. Pengujian ini dibatasi untuk kemiringan bidang arah depan dan belakang dari robot.

Berdasarkan percobaan yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini, diketahui bahwa dengan menggunakan sensor *gyro* dan *accelerometer* dapat membuat robot mampu berjalan naik pada bidang miring sebesar 14° . Akan tetapi robot terjatuh pada saat robot berjalan turun di bidang miring. Robot terjatuh pada kondisi perubahan bidang dari datar ke miring. Dengan menggunakan sensor *gyro* dan *accelerometer* dapat membuat robot lebih seimbang, akan tetapi penggunaan sensor tersebut dapat mengakibatkan berkurangnya kecepatan berjalan robot.

Kata Kunci : Robot Humanoid, Sensor *Gyro* GS-12, Sensor *Accelerometer* DE-ACCM3D, Kecepatan Sudut Robot, dan Kemiringan Robot

Balancing a Humanoid Robot Using Sensor Gyro GS-12 and Accelerometer DE-ACCM3D

Composed by :

Name : Rezaly Andreas

Nrp : 0822010

Electrical Engineering

Maranatha Cristian University

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

ABSTRACT

Lately, the most rapid development of the robot is a humanoid robot. Humanoid robot is a robot that looks a whole formed like a human body. Problems in making this humanoid robot is the robot must be able to walk with two legs and the robot is expected not to fall easily.

To overcome those problems at this final project, GS-12 gyro sensor is used to measure the angular velocity of the robot and DE-ACCM3D accelerometer to measure the slope of the robot. From the angular velocity and the tilt of the robot the balancing condition of the robot is known. If the robot is not balance then some servo will be moved to move back yhe robot to its equilibrium condition. Balancing a humanoid robot will be tested on a inclined plane. That inclined plane is varied from 2° , 4° , 6° , until the maximum ability of the robot to keep its balance condition.

Based on experiments in this final project, to known that by using gyro and accelerometer sensor the robot is capable to walk up the incline slope up to 14° . For condition when the robot walking down, it will fall down when the plane condition change from flat to incline. Using gyro sensors and accelerometer can make the robot more balanced, but the use of such sensors will reduce the running speed of the robot.

Kata Kunci : Humanoid Robot, Sensor Gyro GS-12, Sensor Accelerometer DE-ACCM3D, the Angular Velocity of Robot, and the Tilt of Robot.

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN

PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN KERJA PRAKTEK

KATA PENGANTAR

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR RUMUS	xiii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Alat-alat dan Bahan	3
I.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI

II.1 Pusat Berat.....	5
II.2 Robot Humanoid	7
II.2.1 CM-510	8
II.2.2 Mikrokontroler ATmega2561	12
II.2.2.1 Fitur-Fitur ATmega2561	13
II.2.2.2 Konfigurasi Pin-Pin ATmega2561	14
II.2.3 <i>Software Roboplus</i>	18
II.2.4 Servo Dynamixel AX-12A.....	25
II.2.4.1 Spesifikasi Servo Dynamixel AX-12A.....	25

II.2.4.2 Cara Kerja Servo Dynamixel AX-12A	25
II.2.5 Sensor <i>Gyro</i> GS-12	29
II.2.6 DE-ACCM3D.....	30

BAB III PERANCANGAN ALAT DAN REALISASI ALAT

III.1 Desain Gerakan Robot	33
III.1.1 Gerakan Berjalan pada Bidang Datar	33
III.1.2 Gerakan Berjalan pada Bidang Miring	36
III.2 Diagram Blok Sistem Keseimbangan Robot	39
III.3 Pengaturan Gerakan Servo untuk Menjaga Pusat Berat Robot.....	39
III.4 <i>Setpoint</i> dan Tegangan Keluaran dari Sensor <i>Gyro</i>	41
III.5 <i>Setpoint</i> dan Tegangan Keluaran dari Sensor <i>Accelerometer</i>	47
III.6 Diagram Alir Utama Gerakan Berjalan Robot.....	51
III.6.1 Diagram Alir Pemilihan Mode Sensor	54
III.6.2 Diagram Alir Mode <i>Gyro</i> dan <i>Accelero</i> tidak aktif	47
III.6.3 Diagram Alir Mode <i>Gyro</i> Aktif dan <i>Accelero</i> tidak aktif.....	55
III.6.4 Diagram Alir Mode <i>Gyro</i> Tidak Aktif dan <i>Accelero</i> aktif	56
III.6.5 Diagram Alir Mode <i>Gyro</i> dan <i>Accelero</i> aktif	58

BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA

IV.1 Kemampuan Berjalan Robot pada Bidang Miring.....	59
IV.2 Kecepatan Berjalan Robot pada Bidang Datar	80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan	85
V.2 Saran	86

DAFTAR PUSTAKA	87
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN A PROGRAM PADA KONTROLER CM-510

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sebuah Benda Tipis yang terletak pada bidang xy	5
Gambar 2.2 Sebuah Benda Tipis yang Terletak pada Bidang xy dengan Gaya Gravitasi diputer 90°	6
Gambar 2.3 Struktur Robot <i>Humanoid</i>	7
Gambar 2.4 Lima Sisi dari CM-510.....	9
Gambar 2.5 Pin-pin <i>Communication device connection jack</i>	10
Gambar 2.6 Pin-pin <i>Battery jack</i>	10
Gambar 2.7 Pin-pin <i>Dynamixel port</i>	11
Gambar 2.8 Pin port I/O.....	12
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ATmega2561	14
Gambar 2.10 Sumbu Koordinat dan Titik Origin dengan <i>Grid</i> 20mm	19
Gambar 2.11 Lengan Robot dengan Dua Sendi.....	20
Gambar 2.12 Dua Solusi <i>Inverse Kinematics</i> dari titik akhir (x,y)	20
Gambar 2.13 Lengan Robot dengan 3 Sendi	21
Gambar 2.14 Pengaruh Parameter x.....	22
Gambar 2.15 Pengaruh Parameter y.....	22
Gambar 2.16 Pengaruh Parameter z.....	23
Gambar 2.17 Pengaruh Parameter φ	23
Gambar 2.18 Pengaruh Parameter θ	23
Gambar 2.19 Pengaruh Parameter ψ	24
Gambar 2.20 Pengkabelan Servo <i>Dynamixel</i> AX-12A.....	26
Gambar 2.21 Rangkaian Half duplex UART.....	26
Gambar 2.22 Struktur Paket Instruksi.....	27
Gambar 2.23 Struktur Paket Status	27

Gambar 2.24 Ilustrasi Komunikasi Kontroler CM-510 dengan Servo <i>Dynamixel</i>	28
Gambar 2.25 Gyroscope.....	29
Gambar 2.26 Sensor <i>Gyro</i> GS-12	29
Gambar 2.27 Konfigurasi Pin DE-ACCM3D	30
Gambar 2.28 Hubungan antara Tegangan Keluaran dengan Kemiringan DE-ACCM3D	31
Gambar 3.1(a)-(g) Tujuh Posisi Gerakan Berjalan Robot pada Bidang Datar ..	33
Gambar 3.2(a)-(i) Sembilan Posisi Gerakan Berjalan Robot pada Bidang Miring.....	36
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Keseimbangan Robot.....	39
Gambar 3.4 Keseimbangan <i>Forward/Backward</i>	40
Gambar 3.5 Keseimbangan <i>Right/Left</i>	40
Gambar 3.6 Diagram Alir untuk Menguji Penggunaan Sensor <i>Gyro</i> pada saat Robot Berdiri.....	44
Gambar 3.7(a) Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID[15] dan [9] pada saat Robot didorong ke depan.....	45
Gambar 3.7(b) Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID[15] dan [9] pada saat Robot didorong ke belakang	45
Gambar 3.7(c) Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID[15] dan [9] pada saat Robot didorong ke kanan.....	46
Gambar 3.7(d) Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID[15] dan [9] pada saat Robot didorong ke kiri.....	46
Gambar 3.8 Diagram Alir untuk Menguji Penggunaan Sensor <i>Accelerometer</i> pada saat Robot Berdiri	50
Gambar 3.9 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Accelerometer</i> dan perubahan Nilai Servo ID[15] pada saat Robot berdiri di bidang miring.....	51

Gambar 3.10 Diagram Alir Utama untuk Gerakan Berjalan Robot.....	52
Gambar 3.11 Diagram Alir pada Fungsi <i>Callback</i>	53
Gambar 3.12 Diagram Alir Proses Pemilihan Mode	54
Gambar 3.13 Diagram Alir untuk Proses Mode <i>Gyro</i> dan <i>Accelero</i> Tidak Aktif	54
Gambar 3.14 Diagram Alir untuk Proses Mode <i>Gyro Aktif</i> dan <i>Accelero</i> Tidak Aktif	55
Gambar 3.15 Diagram Alir untuk <i>Function</i> InisialisasiSensorGyro.....	56
Gambar 3.16 Diagram Alir untuk Proses Mode <i>Gyro Tidak Aktif</i> dan <i>Accelero</i> Aktif.....	57
Gambar 3.17 Diagram Alir untuk Proses Mode <i>Gyro</i> dan <i>Accelero</i> Aktif.....	58
Gambar 4.1 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID [9],[15] pada saat Robot Berjalan Naik di bidang miring sebesar 2^0	71
Gambar 4.2 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Accelerometer</i> dan perubahan Nilai Servo ID[15] pada saat Robot Berjalan Naik di bidang miring sebesar 2^0	71
Gambar 4.3 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID [9],[15] pada saat Robot Berjalan Naik di bidang miring sebesar 14^0	72
Gambar 4.4 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID [15] pada saat Robot Berjalan Naik di bidang miring sebesar 14^0	73
Gambar 4.5 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID [9], [15] pada saat Robot Berjalan Turun di bidang miring sebesar 2^0	77
Gambar 4.6 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Accelerometer</i> dan perubahan Nilai Servo ID [9], [15] pada saat Robot Berjalan Turun di bidang miring sebesar 2^0	77

Gambar 4.7 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID [9], [15] pada saat Robot Terjatuh.....	78
Gambar 4.8 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Accelerometer</i> dan perubahan Nilai Servo ID [15] pada saat Robot Terjatuh	79
Gambar 4.9 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Gyro</i> dan perubahan Nilai Servo ID [9], [15] pada saat Robot Berjalan di bidang datar.....	83
Gambar 4.10 Respon Tegangan Keluaran dari sensor <i>Accelerometer</i> dan perubahan Nilai Servo ID [15] pada saat Robot Berjalan di bidang datar.....	84

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penjelasan Setiap Servo dari Robot	8
Tabel 2.2 Spesifikasi CM-510.....	9
Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port A	15
Tabel 2.4 Fungsi Khusus Port B	15
Tabel 2.5 Fungsi Khusus Port C	16
Tabel 2.6 Fungsi Khusus Port D	16
Tabel 2.7 Fungsi Khusus Port E.....	17
Tabel 2.8 Fungsi Khusus Port F.....	17
Tabel 2.9 Fungsi Khusus Port G	18
Tabel 2.10 Spesifikasi Servo <i>Dynamixel</i> AX-12A	25
Tabel 2.11 Keterangan Paket Instruksi	26
Tabel 2.12 Keterangan Paket Status.....	27
Tabel 2.13 Keterangan dari Bit-bit Error	27
Tabel 2.14 Spesifikasi Sensor Gyro GS-12	30
Tabel 2.15 Hubungan antara Tegangan Supply dengan Sensitivitas DE- ACCM3D.....	31
Tabel 3.1 Pengaruh Gerakan Servo terhadap Pusat Berat Robot.....	41
Tabel 3.2 Setpoint Kecepatan Sudut Sumbu X dan Y dari Sensor <i>Gyro</i>	41
Tabel 3.3 Keluaran dari Sensor <i>Gyro</i> bila Robot Jatuh Ke Depan, Ke Belakang, Ke Kiri dan Ke Kanan	42
Tabel 3.4 Hubungan antara Arah Jatuh Robot dengan Nilai <i>Error Gyro</i>	43
Tabel 3.5(a) Setpoint Kemiringan Sumbu Y pada Setiap Posisi Gerakan Berjalan pada Bidang Datar	47
Tabel 3.5(b) Setpoint Kemiringan Sumbu Y pada Setiap Posisi Gerakan Berjalan pada Bidang Miring	48
Tabel 3.6 Keluaran dari Kemiringan Sumbu Y bila Robot Dijatuhkan ke Depan dan ke Belakang.....	49
Tabel 3.7 Hubungan antara Arah Jatuh Robot dengan <i>Error Acclero</i>	49
Tabel 4.1(a) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 2° untuk Setiap Mode	60

Tabel 4.1(b)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 4° untuk Setiap Mode	60
Tabel 4.1(c)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 6° untuk Setiap Mode	61
Tabel 4.1(d)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 8° untuk Setiap Mode	61
Tabel 4.1(e)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 10° untuk Setiap Mode	62
Tabel 4.1(f)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 12° untuk Setiap Mode	62
Tabel 4.1(g)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 14° untuk Setiap Mode	63
Tabel 4.1(h)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 16° untuk Setiap Mode	63
Tabel 4.2(a)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 2° untuk Setiap Mode	64
Tabel 4.2(b)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 4° untuk Setiap Mode	64
Tabel 4.2(c)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 6° untuk Setiap Mode	65
Tabel 4.2(d)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 8° untuk Setiap Mode	65
Tabel 4.2(e)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 10° untuk Setiap Mode	66
Tabel 4.2(f)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 12° untuk Setiap Mode	66
Tabel 4.2(g)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 14° untuk Setiap Mode	67
Tabel 4.3(a)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 2° untuk Setiap Mode.....	67
Tabel 4.3(b)	Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 4° untuk Setiap Mode.....	68

Tabel 4.3(c) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 6° untuk Setiap Mode.....	68
Tabel 4.3(d) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 8° untuk Setiap Mode.....	69
Tabel 4.3(e) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 10° untuk Setiap Mode.....	69
Tabel 4.3(f) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 12° untuk Setiap Mode.....	70
Tabel 4.4(a) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Turun dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 2° untuk Setiap Mode	74
Tabel 4.4(b) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Turun dengan Alas Akrilik pada Bidang Miring Sebesar 4° untuk Setiap Mode	74
Tabel 4.5(a) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Turun dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 2° untuk Setiap Mode	75
Tabel 4.5(b) Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Turun dengan Alas Amplas pada Bidang Miring Sebesar 4° untuk Setiap Mode	75
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Turun dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 2° untuk Setiap Mode.....	76
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kemampuan Robot Berjalan Naik dengan Alas Karet pada Bidang Miring Sebesar 14° untuk Setiap Mode dengan nilai Histerisis ± 4	80
Tabel 4.8(a) Kecepatan Berjalan Robot untuk Setiap Mode dengan Alas Akrilik.....	80
Tabel 4.8(b) Kecepatan Berjalan Robot untuk Setiap Mode dengan Alas Amplas.....	81
Tabel 4.8(c) Kecepatan Berjalan Robot untuk Setiap Mode dengan Alas Karet	81

DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 2-1	6
Rumus 2-2	6
Rumus 2-3	6
Rumus 2-4	20
Rumus 2-5	20
Rumus 2-6	20
Rumus 2-7	20
Rumus 2-8	20
Rumus 2-9	21
Rumus 2-10	21
Rumus 2-11	21