



DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
INTISARI.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metodologi Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1. Robot <i>Humanoid</i>	9
3.2. Kinematika Robot <i>Humanoid</i>	10
3.2.1. Forward kinematics	10
3.2.2. Inverse kinematics	12
3.3. Model pendulum terbalik.....	13
3.4. Linier Quadratic Regulator (LQR)	14
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	17
4.1. Tahapan Penelitian	17
4.2. Analisis Sistem.....	19
4.3. Gerak Robot	21
4.4. Desain Model Sistem.....	24
4.5. Rancangan Sistem Kendali	27
4.6. Rancangan Elektronik.....	35
4.7. Rancangan Mekanik	37
4.8. Rancangan Perangkat Lunak.....	38
4.8.1. Prosedur setup	38
4.8.2. Prosedur Panduan berjalan.....	39
4.8.3. Prosedur kendali	40
4.8.4. Prosedur <i>forward kinematics</i>	40
4.9. Rencana Pengujian	41
4.9.1. Rencana pengujian Jangkauan Pusat Massa dan Jangkauan Belok	41
4.9.2. Rencana pengujian kendali LQR untuk gerak mengikuti pola	42
BAB V IMPLEMENTASI	44
5.1. Implementasi Elektronik.....	44
5.2. Implementasi Mekanik	44



5.3.	Parameter Simulasi	45
5.3.1.	Parameter Denavit Hartenberg	46
5.4.	Pengujian Jangkauan Pusat Massa dan Jangkauan Belok.....	48
5.5.	Pengujian Kendali LQR pada Robot Mengikuti Pola Berjalan	49
5.5.1.	Pengujian gerak mengikuti pola berjalan tanpa langkah kaki.....	49
5.5.2.	Pengujian kendali berjalan lurus	50
5.5.3.	Pengujian kendali berjalan belok.....	50
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		51
6.1.	Hasil Pengujian Jangkauan Pusat Massa dan Jangkauan Belok	51
6.1.1.	Hasil pengujian variasi sudut <i>pitch</i> untuk pergerakan sumbu x	51
6.1.2.	Hasil pengujian sudut <i>roll</i>	54
6.1.3.	Hasil pengujian sudut <i>yaw</i>	56
6.2.	Hasil Pengujian Kendali LQR untuk Pergerakan Mengikuti Pola	58
6.2.1.	Hasil pengujian gerak mengikuti pola berjalan tanpa langkah kaki	59
6.2.2.	Hasil pengujian kendali berjalan lurus	61
6.2.3.	Hasil Pengujian kendali berjalan belok	64
BAB VII PENUTUP.....		73
7.1.	Kesimpulan	73
7.2.	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		76
Lampiran 1. Grafik respon sistem berjalan lurus dan belok dengan variasi nilai Q		76
Lampiran 2. Grafik respon sistem berjalan belok dengan variasi sudut		78
Lampiran 3. Data hasil pengujian		82
1.	Pengujian jalan lurus	82
2.	Pengujian jalan belok kanan	86
3.	Pengujian jalan belok kiri	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Joint dan link (Kajita et al., 2014)	9
Gambar 3.2 <i>Roll</i> , <i>pitch</i> , dan <i>yaw</i> (Kajita et al., 2014)	10
Gambar 3.3 Koordinat sistem dari <i>single link</i> (Kajita et al., 2014).....	11
Gambar 3.4 Koordinat sistem dari <i>double link</i> (Kajita et al., 2014).....	11
Gambar 3.5 <i>Inverse kinematics</i> kaki kanan (Kajita et al., 2014).....	12
Gambar 3.6 Model pendulum terbalik (Jazar, 2010).....	14
Gambar 4.1 Tahapan penelitian.....	18
Gambar 4.2 Pola berjalan belok	22
Gambar 4.3 Pola langkah tampak atas.....	23
Gambar 4.4 Pola langkah tampak samping.....	23
Gambar 4.5 Model pendulum terbalik.....	24
Gambar 4.6 Konfigurasi robot <i>humanoid</i>	25
Gambar 4.7 Area kestabilan robot dengan (a) 2 kaki dan (b) 1 kaki.....	26
Gambar 4.8 Pola CoM robot pada saat berjalan belok	27
Gambar 4.9 Blok diagram sistem kendali LQR pada robot <i>humanoid</i>	33
Gambar 4.10 Alur simulasi kendali robot.....	35
Gambar 4.11 Arsitektur sistem elektronis.....	36
Gambar 4.12 Rancangan elektronis	36
Gambar 4.13 Rancangan mekanik robot <i>humanoid</i>	37
Gambar 4.14 Diagram alir program.....	38
Gambar 4.15 Diagram alir prosedur setup	39
Gambar 4.16 Diagram alir prosedur panduan berjalan.....	39
Gambar 4.17 Diagram alir prosedur kendali.....	40
Gambar 4.18 Diagram alir prosedur <i>forward kinematics</i>	41
Gambar 5.1 Implementasi elektronis	44
Gambar 5.2 Implementasi mekanik robot <i>humanoid</i>	45
Gambar 5.3 Kode program perhitungan penguatan K pada Matlab.....	46
Gambar 5.4 Diagram kinematika Denavit Hartenberg	47
Gambar 5.5 Kode program kendali LQR gerak translasi mengikuti referensi.....	49
Gambar 6.1 Respon sistem pada set point tetap.....	59
Gambar 6.2 Pengujian kendali gerak mengikuti pola tanpa langkah kaki.....	60
Gambar 6.3 Hasil pengujian berjalan lurus pada sumbu <i>x</i>	62
Gambar 6.4 Hasil pengujian berjalan lurus pada sumbu <i>y</i>	62
Gambar 6.5 Hasil pengujian berjalan belok kanan 20° pada sumbu <i>x</i>	68
Gambar 6.6 Hasil pengujian berjalan belok kanan 20° pada sumbu <i>y</i>	68
Gambar 6.7 Hasil pengujian berjalan belok kiri 20° pada sumbu <i>x</i>	70
Gambar 6.8 Hasil pengujian berjalan belok kiri 20° pada sumbu <i>y</i>	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan pustaka	7
Tabel 4.1 Periode pola langkah	26
Tabel 4.3 Spesifikasi mekanik.....	37
Tabel 4.4 Rencana pengujian	43
Tabel 5.1 Tabel momen inersia	45
Tabel 5.2 Parameter DH robot <i>humanoid</i>	47
Tabel 6.1 Hasil pengujian sudut <i>pitch</i> pergelangan kaki ketika <i>double support</i> ...	52
Tabel 6.2 Hasil pengujian sudut <i>pitch</i> pergelangan kaki ketika <i>single support</i>	53
Tabel 6.3 Hasil pengujian sudut <i>roll</i> pergelangan kaki ketika <i>double support</i>	54
Tabel 6.4 Hasil pengujian sudut <i>roll</i> pergelangan kaki ketika <i>single support</i>	55
Tabel 6.5 Hasil pengujian variasi sudut <i>yaw base</i> kiri	56
Tabel 6.6 Hasil pengujian variasi sudut <i>yaw base</i> kanan.....	57
Tabel 6.7 Hasil pengujian jangkauan pusat massa dan jangkauan belok	58
Tabel 6.8 Variable dan hasil percobaan kendali robot berjalan lurus.....	64
Tabel 6.9 Hasil pengujian berjalan belok kanan tiap langkah.....	65
Tabel 6.10 Variabel dan hasil percobaan kendali robot berjalan belok kanan.....	69
Tabel 6.11 Variable dan hasil percobaan kendali robot berjalan belok kiri.....	72