

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metodologi Penelitian	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1. Robot <i>Humanoid</i>	10
3.2. Kinematika dan Dinamika Robot <i>Humanoid</i>	11
3.3. Model Pendulum Terbalik.....	12
3.3.1. Pendulum Terbalik Linier	13
3.4. <i>Linear Quadratic Regulator</i> (LQR)	14
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	16
4.1. Analisis Sistem.....	16
4.2. Arsitektur Sistem.....	17
4.3. Rancangan Sistem Kendali.....	19
4.4. Rancangan Elektronik	26
4.5. Rancangan Mekanik	26
4.6. Rancangan Perangkat Lunak	27
4.6.1. Prosedur Setup	28
4.6.2. Prosedur Kendali.....	29
4.7. Rencana Pengujian	30
4.7.1. Rencana Pengujian Langkah Kaki	31
4.7.2. Rencana Pengujian Kendali LQR untuk Pergerakan Translasi	31
4.7.3. Rencana Pengujian Kendali LQR untuk Pergerakan Translasi mengikuti Pola	32
BAB V IMPLEMENTASI.....	34
5.1. Implementasi Mekanik	34
5.2. Implementasi Elektronik	35
5.3. Parameter Simulasi.....	35
5.4. Pengujian Langkah Kaki	36
5.5. Pengujian Kendali LQR untuk Pergerakan Translasi.....	38

5.6. Pengujian Kendali LQR untuk Pergerakan Translasi mengikuti Pola Berjalan	39
5.6.1. Pengujian gerak translasi mengikuti pola tanpa langkah kaki	40
5.6.2. Pengujian gerak translasi mengikuti pola dengan langkah kaki	40
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	41
6.1. Hasil Pengujian Jarak Langkah Kaki	41
6.2. Hasil Pengujian Kendali LQR untuk Pergerak Translasi	44
6.2.1. Hasil Pengujian Gerak Translasi pada sumbu x	44
6.2.2. Hasil Pengujian Gerak Translasi pada sumbu y	49
6.2.3. Hasil Pengujian Gerak Translasi pada sumbu x dan sumbu y	54
6.3. Hasil Pengujian Kendali LQR untuk Pergerakan Translasi Mengikuti Pola Berjalan	59
6.3.1. Pengujian gerak translasi mengikuti pola tanpa langkah kaki	59
6.3.2. Pengujian gerak translasi mengikuti pola dengan langkah	61
BAB VII KESIMPULAN	68
7.1. Kesimpulan	68
7.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Perputaran <i>roll</i> , <i>pitch</i> dan <i>yaw</i> pada sumbu x,y dan z (Kajita et al., 2014)	10
Gambar 3.2 <i>Link</i> dan <i>joint</i> robot humanoid (Kajita et al., 2014).....	11
Gambar 3.3 <i>Inverse Kinematic</i> robot humanoid menaikkan kaki sejauh 0.3m dan berputar 20 derajat (Kajita et al., 2014)	12
Gambar 3.4 Pendulum Terbalik Pada Manusia.....	12
Gambar 3.5 Model pendulum terbalik pada sumbu x dan z (Kajita et al., 2014)	13
Gambar 4.1 Arsitektur sistem robot <i>humanoid</i>	18
Gambar 4.2 Model Pendulum terbalik pada sumbu x	19
Gambar 4.3 Konfigurasi Robot <i>Humanoid</i>	23
Gambar 4.4 Blok diagram sistem kendali dengan penguatan K	25
Gambar 4.5 Rancangan elektronik	26
Gambar 4.6 Rancangan mekanik robot <i>humanoid</i>	27
Gambar 4.7 Diagram alir program utama	28
Gambar 4.8 Diagram alir prosedur setup	29
Gambar 4.9 Diagram alir kendali.....	30
Gambar 5.1 Implementasi mekanik robot humanoid.....	34
Gambar 5.2 Implementasi elektronik.....	35
Gambar 5.3 Kode program matlab perhitungan nilai K.....	36
Gambar 5.4 Diagram kinematika Denavit Hartenberg	37
Gambar 5.5 Kode program kendali LQR gerak translasi.....	39
Gambar 5.6 Pola berjalan dengan pendulum terbalik linier dengan panjang langkah 2,5 cm dan lebar langkah 1,75 cm.....	39
Gambar 5.7 Kode program kendali LQR gerak translasi mengikuti referensi	40
Gambar 6.1 Perbandingan respon sudut <i>pitch</i> dengan $Q = 1$, $Q = 42$ dan $Q = 50$	46
Gambar 6.2 Respon sudut <i>pitch</i> dengan nilai Q sebesar 42 dan sudut awal titik pusat massa 11,20 derajat	47
Gambar 6.3 Hasil Pergerakan titik pusat massa pada Sumbu x.....	48
Gambar 6.4 Grafik perbandingan respon sistem dengan $Q = 1$, $Q = 20$ dan $Q = 30$	50
Gambar 6.5 Respon sudut <i>roll</i> dengan nilai Q sebesar 20 dan sudut awal titik pusat massa 2,33 derajat.....	52
Gambar 6.6 Hasil Pergerakan titik pusat massa pada Sumbu y.....	53
Gambar 6.7 Respon sudut <i>pitch</i> dengan nilai Q sebesar 55 dan sudut awal titik pusat massa 11,2 derajat.....	56
Gambar 6.8 Respon sudut <i>roll</i> dengan nilai Q sebesar 37 dan sudut awal titik pusat massa 2,33 derajat.....	56
Gambar 6.9 Hasil Pergerakan titik pusat massa pada Sumbu x.....	58
Gambar 6.10 Hasil Pergerakan titik pusat massa pada Sumbu y.....	58
Gambar 6.11 Grafik perbandingan posisi titik pusat massa sumbu x referensi dan robot	59
Gambar 6.12 Grafik perbandingan posisi titik pusat massa sumbu y referensi dan robot	60



Gambar 6.13 Grafik perbandingan posisi titik pusat massa robot dengan posisi titik pusat massa referensi	61
Gambar 6.14 Posisi titik pusat massa langkah pertama pada sumbu x	62
Gambar 6.15 Posisi titik pusat massa langkah pertama pada sumbu y	63
Gambar 6.16 Posisi titik pusat massa langkah kedua pada sumbu x	63
Gambar 6.17 Posisi titik pusat massa langkah kedua pada sumbu y	64
Gambar 6.18 Posisi titik pusat massa langkah ketiga pada sumbu x	64
Gambar 6.19 Posisi titik pusat massa langkah ketiga pada sumbu y	65
Gambar 6.20 Posisi titik pusat massa langkah keempat pada sumbu x	65
Gambar 6.21 Posisi titik pusat massa langkah keempat pada sumbu y	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi Penelitian	8
Tabel 4.1 Tabel rencana pengujian	33
Tabel 5.1 Tabel momen inersia	35
Tabel 5.2 Parameter DH robot <i>humanoid</i>	37
Tabel 6.1 Batas uji perputaran sendi robot (Hernandez-Santos et al., 2012).....	42
Tabel 6.2 Hasil pengujian variasi sudut <i>pitch</i> pergelangan kaki.....	42
Tabel 6.3 Batas pergerakan pergelangan kaki robot	43
Tabel 6.4 Variasi nilai Q pada gerak translasi sumbu x	45
Tabel 6.5 Variasi nilai Q pada gerak translasi sumbu y	49
Tabel 6.6 Variasi nilai Q pada gerak translasi sumbu y dan sumbu x	54