

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
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 .....	3
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 Perputaran Sudut <i>Roll</i> , <i>Pitch</i> , dan <i>Yaw</i> .....	10
3.3 Kinematika Robot <i>Humanoid</i> .....	11
3.3.1 <i>Forward kinematics</i> .....	12
3.3.2 <i>Inverse kinematics</i> .....	12
3.4 Support Polygon.....	14
3.5 Model Pendulum Terbalik.....	15
3.6 Inertia Measurement Unit (IMU).....	16
3.6.1 Sensor akselerometer .....	16
3.6.2 Sensor giroskop.....	17
3.7 <i>Linear Quadratic Regulator</i> (LQR).....	18
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN .....	20
4.1 Alat dan Bahan.....	20
4.2 Tahapan Penelitian .....	21

4.3	Analisis Sistem.....	24
4.4	Susunan Mekanis .....	25
4.5	Susunan Elektronis.....	26
4.6	Rancangan Pola Berjalan .....	27
4.7	Rancangan Algoritma Berjalan Mundur .....	29
4.8	Proses Inisialisasi Servo .....	32
4.9	Rancangan Sistem Kendali Keseimbangan Berjalan Mundur .....	33
4.9.1	Representasi model ke persamaan <i>State Space</i> .....	34
4.9.2	Final Control Element .....	35
4.9.3	Setpoint .....	36
4.9.4	Sensor umpan balik .....	36
4.9.5	<i>Fullstate Feedback Controller</i> .....	36
4.10	Rancangan Simulasi Sistem Kendali Keseimbangan Jalan Mundur.....	37
4.11	Rancangan Pengujian Sistem .....	38
4.11.1	Rancangan Pengujian Robot Jalan Mundur tanpa LQR .....	38
4.11.2	Rancangan Pengujian Robot Jalan Mundur menggunakan LQR..	38
BAB V IMPLEMENTASI.....		40
5.1	Implementasi Perangkat Keras.....	40
5.1.1	Implementasi mekanik .....	40
5.1.2	Implementasi elektronik.....	41
5.2	Implementasi Algoritma Berjalan Mundur .....	42
5.2.1	Implementasi pola langkah .....	42
5.2.2	Implementasi Program Pembacaan COM.....	44
5.3	Simulasi Sistem Kendali .....	44
5.4	Implementasi Sistem Kendali .....	45
5.5	Proses Pengujian Sistem .....	46
5.5.1	Pengujian Pola Jalan Mundur Robot.....	46
5.5.2	Pengujian Robot Jalan Mundur tanpa LQR .....	47
5.5.3	Pengujian Robot Jalan Mundur menggunakan LQR .....	47
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....		49
6.1	Hasil Pengujian Pola Jalan Mundur Robot .....	49
6.2	Hasil Pengujian Robot Jalan Mundur tanpa LQR.....	49
6.3	Hasil Pengujian Robot Jalan Mundur menggunakan LQR.....	53
BAB VII PENUTUP .....		58



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

## **Kendali Keseimbangan Robot Humanoid Saat Berjalan Mundur Menggunakan LQR**

MUHAMMAD ARSYI, Dr. Andi Dharmawan, S.Si., M.Cs.

Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

7.1 Kesimpulan .....	58
7.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59