

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR SIMBOL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir .....	3
1.5 Manfaat Proyek Akhir .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Studi Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Mikrokontroler .....	7
2.2.2 ESP32 .....	8
2.2.3 Arduino IDE .....	8
2.2.4 Motor DC.....	9
2.2.5 BTS7960.....	10
2.2.6 MPU6050 .....	11
2.2.7 <i>Step-Down</i> XL4016 .....	12
2.2.8 <i>Quaternion</i> .....	13
2.2.9 LQR .....	14
2.2.10 Transformasi Diskret .....	15
2.2.11 <i>Zero Order Hold</i> .....	17
2.2.12 <i>Inverted</i> Pendulum.....	18
2.2.13 <i>State Space</i> .....	21
2.2.14 <i>Controllability</i> .....	21
2.2.15 <i>Observability</i> .....	22
BAB III METODE PROYEK AKHIR .....	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2 Bahan .....	24

3.3	Peralatan.....	25
3.4	Tahapan.....	26
3.4.1	Perencanaan .....	26
3.4.2	Proses Manufaktur .....	26
3.4.3	Pengujian dan Pengambilan Data .....	27
3.4.4	Evaluasi dan Perbaikan.....	27
3.5	Perancangan Perangkat Keras.....	27
3.5.1	Perancangan Mekanik Robot.....	27
3.5.2	Pemodelan Matematis Robot.....	28
3.6	Perancangan Perangkat Lunak.....	30
3.6.1	Program LQR .....	31
3.6.2	Pengiriman Data dengan Bluetooth ESP32 .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		39
4.1	Spesifikasi Robot TWR .....	39
4.2	Pemodelan Robot TWR .....	40
4.3	Uji Nilai Q dan R .....	44
4.4	Hasil Implementasi .....	48
4.4.1	Pengujian batas nilai kontrol .....	48
4.4.2	Pengujian dengan <i>disturbance</i> .....	50
4.4.3	Pengujian dengan beban uji.....	52
BAB V PENUTUP .....		56
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran .....	56