

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR DEWAN PENGUJI	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Kendali <i>Quadcopter</i> dengan <i>State Feedback</i>	6
2.1.2 Kendali <i>Quadcopter</i> dengan <i>Proportional-Integral-Derivative (PID) Controller</i>	6
2.1.3 Kendali dan Estimasi <i>State</i> dari <i>Quadcopter</i> dengan <i>Adaptive Filter</i> dan <i>Adaptive Observer</i>	7
2.1.4 Kendali <i>Quadcopter</i> Menggunakan <i>Reinforcement Learning (RL)</i>	7
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 <i>Deep Reinforcement Learning</i>	12
2.2.1.1 Algoritma <i>Proximal Policy Optimization (PPO)</i>	18
2.2.2 <i>Quadcopter</i>	20
2.2.3 Kendali dengan <i>State Feedback</i>	24
2.2.4 Kendali dengan <i>Proportional-Integral-Derivative (PID) Controller</i>	27
2.2.5 Respon Sistem Orde Dua dan Parameter Analisis Sistem	27
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Alat Tugas Akhir.....	30
3.2 Metode yang Digunakan.....	31

3.3	Alur Tugas Akhir	32
3.3.1	Instalasi NVIDIA <i>Driver</i> dan CUDA Toolkit	32
3.3.2	Persiapan Python dan <i>Dependencies</i> pada Sebuah <i>Virtual Environment</i>	32
3.3.3	Pembuatan Program <i>Environment</i> Gym.....	34
3.3.3.1	Metode " <code>__init__()</code> "	34
3.3.3.2	Metode " <code>step()</code> "	36
3.3.3.3	Metode " <code>reset()</code> "	38
3.3.3.4	Metode " <code>render()</code> "	38
3.3.4	<i>Training</i> Agen yang Merupakan Model RL	38
3.3.5	<i>Testing</i> Agen (Model RL) Hasil <i>Training</i>	39
3.3.6	Evaluasi Sistem Kendali Hasil <i>Testing</i> dan Analisis	40
3.4	Keterbatasan Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Pengujian A: <i>State Feedback</i> dan <i>Auto-Tuning</i> PD Controller pada Torsi <i>Roll</i>	42
4.2	Pengujian B: <i>State Feedback</i> dan <i>Manual Tuning</i> PD Controller pada Torsi <i>Roll</i>	51
4.3	Pengujian C: <i>State Feedback</i> dan <i>Auto-Tuning</i> PD Controller pada Torsi <i>Pitch</i>	54
4.4	Pengujian D: <i>State Feedback</i> dan <i>Manual Tuning</i> PD Controller pada Torsi <i>Pitch</i>	62
4.5	Pengujian E: <i>State Feedback</i> dan <i>Auto-Tuning</i> PD Controller pada Kedua Torsi <i>Roll</i> dan <i>Pitch</i>	65
4.6	Pengujian F: <i>State Feedback</i> dan <i>Manual Tuning</i> PD Controller pada Kedua Torsi <i>Roll</i> dan <i>Pitch</i>	73
4.7	Perbandingan dan Evaluasi Kinerja PD Controller	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		79
5.1	Kesimpulan.....	79
5.2	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....		80
LAMPIRAN		L-1
L.1	Tabel Data Kinerja PD Controller pada Pengujian A dan B	L-1
L.2	Tabel Data Kinerja PD Controller pada Pengujian C dan D	L-2
L.3	Tabel Data Kinerja PD Controller pada Pengujian E dan F	L-4
L.3.1	Parameter <i>Steady State Error</i> (SSE)	L-4
L.3.2	Parameter <i>Rise Time</i>	L-6
L.3.3	Parameter <i>Settling Time</i>	L-7
L.3.4	Parameter Jumlah dari Kuadrat Torsi	L-9



L.4	<i>Source Code</i> untuk Percobaan PD Controller pada Torsi Roll.....	L-11
L.4.1	Program <i>Environment Gym</i> untuk Torsi Roll	L-11
L.4.2	Program untuk <i>Training</i> (PD Controller pada Torsi Roll)	L-21
L.4.3	Program untuk <i>Testing</i> (PD Controller pada Torsi Roll)	L-22
L.5	<i>Source Code</i> untuk Percobaan PD Controller pada Torsi Roll dan Pitch ..	L-32
L.5.1	Program <i>Environment Gym</i> untuk Torsi Roll dan Pitch	L-32
L.5.2	Program untuk <i>Training</i> (PD Controller pada Torsi Roll dan Pitch)	L-43
L.5.3	Program untuk <i>Testing</i> (PD Controller pada Torsi Roll dan Pitch)	L-43