

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR DEWAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
INTISARI .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I Latar Belakang .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Permasalahan .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori .....	5
2.1 Robot Lengan .....	5
2.2 Model Kinematika pada Robot Lengan .....	6
2.2.1 <i>Forward Kinematics</i> .....	6
2.2.2 <i>Inverse Kinematics</i> .....	8
2.3 <i>Classic Control</i> pada Robot Lengan .....	14
2.4 <i>Excavator</i> .....	16
2.5 Model Kinematika pada Lengan <i>Excavator</i> .....	17
2.5.1 <i>Forward Kinematics</i> pada <i>Excavator</i> .....	18
2.5.2 <i>Inverse Kinematics</i> pada <i>Excavator</i> .....	19
2.6 Penelitian Terdahulu tentang <i>Classic Control</i> pada <i>Excavator</i> .....	20
2.7 <i>Reinforcement Learning</i> .....	21
2.8 <i>Proximal Policy Optimization (PPO)</i> .....	26
2.9 Penelitian Terdahulu tentang <i>Reinforcement Learning</i> pada <i>Excavator</i> .....	30
BAB III Metode Penelitian .....	32
3.1 Alat dan Bahan .....	32
3.2 Metode yang Digunakan .....	33
3.3 Alur Tugas Akhir .....	33
3.3.1 Studi Literatur .....	34

3.3.2	Membuat Program <i>Environment</i> untuk Simulasi <i>Excavator</i> .....	35
3.3.3	Penyetelan <i>Reward Function</i> dan <i>Hyperparameter</i> .....	36
3.3.4	Melakukan <i>Training</i> Model Kendali dan Analisis Hasil <i>Training</i> ..	37
3.3.5	Penentuan Kriteria Keberhasilan .....	37
3.3.6	Analisis Permasalahan dan Kekurangan pada Model Kendali .....	38
BAB IV	Hasil dan Pembahasan .....	39
4.1	Pengujian Kontrol Posisi <i>Bucket</i> pada <i>Excavator</i> .....	39
4.1.1	Pengujian Skenario <i>Observation Space</i> yang Berbeda .....	39
4.1.2	Pengujian Skenario <i>Reward Function</i> yang Berbeda .....	49
4.2	Pengujian Kontrol Posisi dan Orientasi <i>Bucket</i> pada <i>Excavator</i> .....	61
4.2.1	Pengujian Kontrol Berbasis Pelacakan Posisi .....	61
4.2.2	Pengujian Kontrol Berbasis Pelacakan Kecepatan .....	67
4.3	Pengujian Kontrol Posisi dan Orientasi <i>Bucket</i> pada <i>Excavator</i> untuk Ti- tik Tujuan Acak .....	72
4.3.1	Pengujian Tanpa Penyetelan <i>Hyperparameter</i> .....	73
4.3.2	Pengujian dengan Penyetelan <i>Hyperparameter</i> .....	76
4.4	Pengujian Kontrol Posisi dan Orientasi <i>Bucket</i> pada <i>Excavator</i> untuk Operasi <i>Pick and Place</i> .....	81
BAB V	Kesimpulan dan Saran .....	84
5.1	Kesimpulan .....	84
5.2	Saran .....	84
DAFTAR PUSTAKA	.....	85
LAMPIRAN	.....	L-1
L.1	<i>Observation Space</i> untuk Pengujian Kontrol Posisi dan Orientasi <i>Bucket</i> pada <i>Excavator</i> Berbasis Pelacakan Kecepatan .....	L-1
L.2	Source Code .....	L-3