

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.1.1 <i>Soft Robotic</i>	8
2.1.2 <i>Soft Growing Robot 3D</i>	9
2.1.3 Navigasi dalam Lingkungan Statis.....	10
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Model Kurvatur Konstan pada Robot Tumbuh	11
2.2.2 Lingkungan Simulasi OpenAI Gym	14
2.2.3 <i>Framework Stable-Baselines3</i>	15
2.2.4 <i>Deep Reinforcement Learning</i>	16
2.2.5 <i>Deep Q Network (DQN)</i>	18
2.2.5.1 Arsitektur <i>Deep Q-Network (DQN)</i>	19
2.2.6 <i>Proximal Policy Optimization (PPO)</i>	20
2.2.6.1 Implementasi Algoritma PPO untuk Navigasi.....	21
2.2.7 Algoritma <i>Advantage Actor-Critic (A2C)</i>	23
2.2.7.1 Arsitektur <i>Advantage Actor-Critic (A2C)</i>	24
2.2.8 <i>Action Space</i> dan <i>Observation Space</i>	25
2.2.9 <i>Reward Function</i> dan <i>Reward Shaping</i>	26
2.3 Pertanyaan Penelitian	27
2.4 Hipotesis	27

BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Alat dan Bahan	29
3.1.1 Lingkungan Simulasi 3D.....	29
3.1.2 Komputer dan <i>Library</i> Pendukung.....	30
3.1.3 <i>Framework Stable-Baselines3</i> dan <i>Python</i>	30
3.2 Tahapan Penelitian	31
3.3 Perancangan Sistem.....	34
3.3.1 Desain Lingkungan 3D dan Parameter Navigasi	35
3.3.2 Perancangan <i>Action Space</i> dan <i>Observation Space</i>	39
3.3.3 Penyesuaian dan Implementasi <i>Reward Function</i>	41
3.3.4 Proses Pelatihan dan Validasi Model.....	42
3.4 Metode Pengujian dan Evaluasi.....	43
3.4.1 Pengujian Akurasi Navigasi	44
3.4.2 Arsitektur Pembelajaran PPO dan Integrasi dengan Lingkungan	44
3.4.3 Proses Evaluasi dan Visualisasi Output Navigasi	45
3.4.4 Integrasi dengan Lingkungan Simulasi	46
3.4.5 Pelatihan dan Evaluasi	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Hasil Pelatihan Model PPO	48
4.2 Visualisasi Hasil Pelatihan Menggunakan TensorBoard	50
4.3 Evaluasi Hasil Navigasi dalam Lingkungan Statis	53
4.4 Analisis Visualisasi Trajektori dan Perilaku Agen	54
4.5 Analisis <i>Reward Function</i> dan Stabilitas Pembelajaran.....	63
4.6 Hasil dan Perbandingan Penelitian <i>Growing Robot</i> dengan Algoritma PPO, DQN, dan A2C	66
4.6.1 Perbandingan <i>Clearance Obstacle</i> antara PPO, DQN dan A2C	67
4.6.2 Perbandingan Kinerja PPO, DQN dan A2C pada Parameter Navigasi Target Statis.....	70
4.6.3 Evaluasi Kinerja <i>Soft Growing Robot</i> Berdasarkan Variasi <i>Obstacle</i> dengan Algoritma PPO	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	L-1
Lampiran 1: Algoritma	L-1