



## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b>	<b>ii</b>
<b>Halaman Pernyataan</b>	<b>iii</b>
<b>Halaman Motto</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>v</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	4
1.3 Batasan Masalah . . . . .	5
1.4 Tujuan . . . . .	5
1.5 Manfaat . . . . .	5
1.6 Keaslian Tesis . . . . .	5
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
<b>III LANDASAN TEORI</b>	<b>19</b>
3.1 <i>Reinforcement Learning</i> . . . . .	19
3.1.1 <i>Markov Decision Process</i> . . . . .	20
3.1.2 <i>Policy Gradient</i> . . . . .	23
3.1.3 <i>Actor-Critic</i> . . . . .	24
3.1.4 <i>Proximal Policy Optimization</i> . . . . .	26
3.2 <i>Multi-Agent Proximal Policy Optimization</i> . . . . .	28
3.3 <i>Quadcopter</i> . . . . .	35
3.4 <i>Metrik Evaluasi</i> . . . . .	41
3.4.1 <i>Success Rate</i> . . . . .	41
3.4.2 <i>Settling Time</i> . . . . .	42
3.4.3 <i>Steady-state Duration</i> . . . . .	42
3.4.4 <i>Reward Components</i> . . . . .	42



<b>IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>44</b>
4.1	Alur Penelitian . . . . .	44
4.2	Metode yang Diusulkan . . . . .	47
4.2.1	Permasalahan Umum . . . . .	47
4.2.2	Rancangan Solusi . . . . .	48
4.2.3	Arsitektur Solusi . . . . .	51
4.3	Rencana Implementasi . . . . .	60
4.4	Rancangan Pengujian . . . . .	66
4.4.1	Alat dan Bahan . . . . .	66
4.4.2	Pengumpulan Data . . . . .	66
4.4.3	Pengujian dan Evaluasi . . . . .	67
<b>V</b>	<b>IMPLEMENTASI</b>	<b>70</b>
5.1	Simulasi <i>Environment</i> . . . . .	70
5.1.1	<i>Quadcopter</i> . . . . .	70
5.1.2	<i>Reward</i> dan <i>Observation</i> . . . . .	71
5.2	<i>Multi-Agent Proximal Policy Optimization</i> . . . . .	76
5.2.1	<i>Update Network</i> . . . . .	76
5.2.2	<i>Curriculum Learning</i> . . . . .	78
5.3	Integrasi . . . . .	79
<b>VI</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>82</b>
6.1	Hasil Pelatihan . . . . .	82
6.1.1	<i>Average Reward</i> . . . . .	82
6.1.2	<i>Value Loss</i> . . . . .	83
6.1.3	<i>Policy Loss</i> . . . . .	84
6.1.4	<i>Collision</i> . . . . .	85
6.1.5	<i>Crowding</i> . . . . .	86
6.1.6	<i>Approach Same Target</i> . . . . .	87
6.2	Hasil Evaluasi . . . . .	88
6.2.1	<i>Settling Time</i> . . . . .	88
6.2.2	<i>Steady State Duration</i> . . . . .	91
6.2.3	<i>Collision</i> . . . . .	92
6.2.4	<i>Crowding</i> . . . . .	93
6.2.5	<i>Approach Same Target</i> . . . . .	94



6.2.6 Analisis Pergerakan <i>Agent</i> . . . . .	95
<b>VIKESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>103</b>
7.1 Kesimpulan . . . . .	103
7.2 Saran . . . . .	103
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>107</b>