



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori .....	10
2.1 Tinjauan Pustaka .....	10
2.2 Dasar Teori .....	14
2.2.1 Robot Bedah.....	14
2.2.1.1 Definisi Robot Bedah.....	14
2.2.1.2 Tingkat Otonomi Robot Bedah .....	15
2.2.1.3 Platform Robot Bedah <i>da Vinci</i> .....	15
2.2.2 <i>Machine Learning</i> .....	16
2.2.2.1 <i>Supervised learning</i> .....	16
2.2.2.2 <i>Semi-supervised Learning</i> .....	17
2.2.2.3 <i>Unsupervised Learning</i> .....	18
2.2.2.4 <i>Reinforcement Learning</i> .....	18
2.2.3 <i>Imitation Learning</i> .....	21
2.2.4 <i>Behavioral Cloning</i> .....	23
2.2.5 <i>Dataset Aggregation (Dagger)</i> .....	27
2.2.6 Arsitektur <i>Neural Network</i> untuk Robot Bedah .....	29
2.2.6.1 <i>Multi-Layer Perceptron (MLP)</i> .....	29
2.2.6.2 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i> .....	34
2.2.7 Optimalisasi <i>Hyperparameter</i> .....	36
2.2.7.1 <i>Grid Search</i> .....	37



2.2.7.2	<i>Random Search</i> .....	38
2.2.7.3	<i>Bayesian Optimization</i> .....	38
2.2.7.4	<i>Tree-Structured Parzen Estimator (TPE)</i> .....	39
2.2.8	<i>Tugas Needle Picking</i> .....	40
2.2.8.1	Representasi <i>State Needle Picking</i> .....	41
2.2.8.2	Metrik Evaluasi .....	41
2.2.9	Platform SurRoL .....	42
2.2.9.1	<i>Environment dan Observation Space</i> .....	43
2.2.9.2	<i>Action Space dan Reward Function</i> .....	43
2.2.10	Kesimpulan Dasar Teori .....	44
2.3	Analisis Perbandingan Metode .....	44
BAB III Metode Penelitian .....		47
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir .....	47
3.1.1	Alat Tugas akhir .....	47
3.1.1.1	Perangkat Keras .....	47
3.1.1.2	Perangkat Lunak .....	47
3.1.1.3	<i>Library</i> .....	48
3.1.2	Bahan Tugas akhir .....	48
3.2	Metode yang Digunakan .....	49
3.2.1	Pengumpulan Data Demonstrasi .....	50
3.2.2	Pemrosesan Dataset .....	55
3.2.3	Pelatihan Model .....	58
3.2.3.1	<i>Hyperparameter Tuning</i> .....	58
3.2.3.2	<i>Behavioral Cloning (BC)</i> .....	60
3.2.3.3	<i>Dataset Aggregation (Dagger)</i> .....	66
3.2.4	Evaluasi dan Analisis .....	69
3.2.5	Visualisasi dan Pelaporan Hasil .....	72
3.3	Alur Tugas Akhir .....	72
BAB IV Hasil dan Pembahasan .....		75
4.1	Hasil Pengumpulan Data Demonstrasi dan Pemrosesan Dataset .....	75
4.2	Hasil <i>Grid Search</i> .....	77
4.3	Hasil Pelatihan Model .....	83
4.4	Hasil Evaluasi Model pada Konfigurasi Terbaik .....	88
4.4.1	Pengaruh Jumlah Demonstrasi .....	90
4.4.2	Pengaruh Algoritma dan Arsitektur .....	92
4.4.3	Perbandingan Performa Model .....	94
4.4.4	Visualisasi Hasil .....	95
4.5	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu .....	99
BAB V Kesimpulan dan Saran .....		103



5.1	Kesimpulan.....	103
5.2	Saran.....	104
	DAFTAR PUSTAKA.....	105
	LAMPIRAN .....	L-1
L.1	Hasil <i>Grid Search</i> .....	L-1
L.1.1	Dataset 100 Episode .....	L-1
L.1.2	Dataset 2.000 Episode .....	L-7
L.1.3	<i>Code</i> untuk merekam <i>expert trajectory</i> .....	L-13
L.1.4	<i>Configuration training</i> model untuk dataset 100 episode .....	L-14
L.1.5	<i>Configuration training</i> model untuk dataset 2.000 episode .....	L-15
L.1.6	<i>Code training</i> model .....	L-16
L.1.7	<i>Code evaluation</i> model .....	L-32