

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pendekatan <i>Machine Learning</i> .....	6
2.2 Tinjauan Pendekatan <i>Neural Network</i> .....	10
BAB III LANDASAN TEORI.....	15
3.1 <i>Intrusion Detection System (IDS)</i> .....	15
3.2 <i>Dataset CIC-IDS2019</i> .....	16
3.3 Teknik Seleksi Fitur.....	16
3.4 <i>Feedforward Neural Network (FNN)</i> .....	17
3.5 <i>Random Forest</i> .....	20
3.6 Algoritma Optimasi.....	20
3.6.1 <i>Stochastic Gradient Descent (SGD)</i> .....	21
3.6.2 <i>Adam</i> .....	22
3.7 <i>Hyperparameter Tuning</i> .....	23
3.8 <i>Neuron</i> .....	24
3.9 <i>Hidden layer</i> .....	25
3.10 <i>Dropout</i> .....	25
3.11 <i>Batch Size</i> .....	26
3.12 <i>Data Preprocessing</i> .....	26
3.12.1 <i>One-Hot Encoding</i> .....	27
3.12.2 Imputasi Nilai Hilang atau <i>Infinity</i> .....	27
3.12.3 Normalisasi Data.....	28
3.13 Akurasi.....	28
3.14 Presisi.....	29
3.15 <i>Recall</i> .....	29
3.16 <i>F1-Score</i> .....	29
3.17 Efisiensi Komputasi.....	30
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	31
4.1 Analisa Masalah.....	31
4.1.1 Definisi Masalah.....	31
4.1.2 Alur Penelitian.....	32

4.1.3	Penjelasan Data .....	34
4.2	<i>Preprocessing</i> Data .....	36
4.2.1	<i>One-hot Encoding</i> .....	36
4.2.2	Imputasi Nilai .....	37
4.2.3	Normalisasi .....	37
4.3	Seleksi Fitur .....	37
4.4	Model Klasifikasi .....	38
4.4.1	Arsitektur Model FNN .....	38
4.4.2	Optimasi <i>Hyperparameter</i> Model FNN .....	40
4.4.3	Arsitektur Model <i>Random Forest</i> .....	41
4.4.4	Optimasi <i>Hyperparameter</i> Model <i>Random Forest</i> .....	42
4.5	Implementasi .....	42
4.6	Pengujian dan Evaluasi .....	43
BAB V	IMPLEMENTASI .....	46
5.1	Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> .....	46
5.2	Implementasi <i>Preprocessing</i> .....	46
5.3	Implementasi Arsitektur Model FNN .....	49
5.4	Implementasi <i>Hyperparameter Tuning</i> Model FNN .....	51
5.5	Implementasi Proses Pelatihan Model FNN .....	53
5.6	Implementasi Proses Validasi Model FNN .....	55
5.7	Implementasi <i>Hyperparameter Tuning</i> Model <i>Random Forest</i> .....	56
5.8	Implementasi Proses Pelatihan Model <i>Random Forest</i> .....	58
5.9	Implementasi <i>Testing Phase</i> .....	59
BAB VI	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	66
6.1	Hasil Pelatihan dan Validasi Model FNN .....	66
6.1.1	Tinjauan Umum Proses Pelatihan Model FNN .....	66
6.1.2	Hasil Pengaruh <i>Hidden Layer</i> terhadap <i>Loss</i> dan Konvergensi .....	67
6.1.3	Hasil Pengaruh <i>Hidden Layer</i> terhadap Akurasi .....	69
6.1.4	Hasil Pengaruh <i>Hidden Layer</i> terhadap <i>Recall</i> .....	71
6.1.5	Hasil Pengaruh <i>Hidden Layer</i> terhadap <i>Precision</i> .....	73
6.1.6	Hasil Pengaruh <i>Hidden Layer</i> terhadap <i>F1-Score</i> .....	75
6.1.7	Hasil Pengaruh <i>Dropout Rate</i> terhadap <i>Loss</i> dan Konvergensi .....	76
6.1.8	Hasil Pengaruh <i>Dropout Rate</i> terhadap Akurasi .....	79
6.1.9	Hasil Pengaruh <i>Dropout Rate</i> terhadap <i>Recall</i> .....	80
6.1.10	Hasil Pengaruh <i>Dropout Rate</i> terhadap <i>Precision</i> .....	82
6.1.11	Hasil Pengaruh <i>Dropout Rate</i> terhadap <i>F1-Score</i> .....	84
6.1.12	Hasil Pengaruh Jumlah <i>Neuron</i> terhadap <i>Loss</i> dan Konvergensi .....	85
6.1.13	Hasil Pengaruh Jumlah <i>Neuron</i> terhadap Akurasi .....	88
6.1.14	Hasil Pengaruh Jumlah <i>Neuron</i> terhadap <i>Recall</i> .....	89
6.1.15	Hasil Pengaruh Jumlah <i>Neuron</i> terhadap <i>Precision</i> .....	91
6.1.16	Hasil Pengaruh Jumlah <i>Neuron</i> terhadap <i>F1-Score</i> .....	93
6.1.17	Hasil Pengaruh <i>Batch Size</i> terhadap <i>Loss</i> dan Konvergensi .....	95
6.1.18	Hasil Pengaruh <i>Batch Size</i> terhadap Akurasi .....	97
6.1.19	Hasil Pengaruh <i>Batch Size</i> terhadap <i>Recall</i> .....	99
6.1.20	Hasil Pengaruh <i>Batch Size</i> terhadap <i>Precision</i> .....	100
6.1.21	Hasil Pengaruh <i>Batch Size</i> terhadap <i>F1-Score</i> .....	102

6.2 Hasil Pengujian Model FNN .....	104
6.2.1 Hasil Pengaruh <i>Dropout Rate</i> terhadap Performa Model .....	106
6.2.2 Hasil Pengaruh Jumlah <i>Neuron</i> terhadap Performa Model .....	110
6.2.3 Hasil Pengaruh <i>Hidden Layer</i> terhadap Performa Model .....	113
6.2.4 Hasil Pengaruh <i>Batch Size</i> terhadap Performa Model .....	116
6.2.5 Tren Variasi Hyperparameter terhadap Performa dan Efisiensi Model FNN .....	119
6.2.6 Rekomendasi Kombinasi <i>Hyperparameter</i> Model FNN .....	121
6.3 Hasil Pengujian Model <i>Random Forest</i> .....	122
6.4 Rekomendasi Kombinasi <i>Hyperparameter</i> Model <i>Random Forest</i> .....	125
6.5 Evaluasi Hasil Pengujian Model FNN dan <i>Random Forest</i> .....	127
BAB VII PENUTUP .....	129
7.1 Kesimpulan .....	130
7.2 Saran .....	132
DAFTAR PUSTAKA .....	134