

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR MODUL PROGRAM.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Tahapan Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	5
TINJAUAN LITERATUR	5
2.1 <i>Intrusion Detection System (IDS)</i>	5
2.2 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	5
2.3 <i>Deep Neural Network (DNN)</i>	6
2.4 Teknik Regularisasi	8
2.4.1 <i>Dropout</i>	8
2.4.2 <i>L1 & L2 Regularization</i>	10
2.5 <i>Random Search</i>	10
2.6 Evaluasi	11
2.7 Penelitian Sebelumnya	12
BAB III	15
METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Pengumpulan Data.....	15
3.2 <i>Preprocessing Data</i>	16
3.2.1 <i>Class Label Mapping</i>	17
3.2.2 <i>Splitting Data</i>	18
3.2.3 <i>Min-Max Normalization</i>	18
3.2.4 <i>One-Hot Encoding (OHE)</i>	19
3.3 Ekstraksi Fitur	20

3.4	Pengujian Kombinasi Teknik Regularisasi pada model <i>Deep Neural Network</i>	25
3.4.1	<i>Modeling DNN</i>	25
3.4.2	Regularisasi	28
3.4.3	<i>Random Search</i>	29
3.4.4	Evaluasi Model.....	31
3.5	Evaluasi	31
BAB IV		32
HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Implementasi	32
4.1.1	Pengumpulan Data.....	32
4.1.2	<i>Preprocessing Data</i>	32
4.1.3	Ekstraksi Fitur	36
4.1.4	Pengujian Kombinasi Teknik Regularisasi pada model <i>Deep Neural Network</i>	37
4.1.5	Evaluasi	41
4.2	Hasil.....	43
4.3	Pembahasan	44
BAB V		46
PENUTUP		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran	46
LAMPIRAN		51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State of The Art</i>	12
Tabel 2.2 <i>State of The Art</i> (lanjutan).....	13
Tabel 3.1 Distribusi Label Setelah <i>Class Label Mapping</i>	17
Tabel 3.2 Pembagian Dataset.....	18
Tabel 3.3 Nilai <i>Min-Max</i> Beberapa Fitur.....	18
Tabel 3.4 Data Sebelum <i>Min-Max</i>	18
Tabel 3.5 Hasil Normalisasi.....	19
Tabel 3.6 Hasil <i>One-Hot Encoder</i> Fitur <i>protocol_type</i>	19
Tabel 3.7 Hasil Keseluruhan <i>Preprocessing</i> Data.....	19
Tabel 3.8 Hasil Ekstraksi Fitur PCA.....	22
Tabel 3.9 Data Ilustrasi Tiga Fitur NSL-KDD Hasil <i>Preprocessing</i>	22
Tabel 3.10 Hasil <i>Mean Centering</i> Data Ilustrasi.....	22
Tabel 3.11 Hasil Proyeksi Data ke Komponen Utama Pertama (PC1).....	25
Tabel 3.12 Arsitektur dan Komponen Model DNN.....	26
Tabel 3.13 Hyperparameter Teknik Regularisasi.....	28
Tabel 3.14 Rencana Evaluasi.....	31
Tabel 3.15 <i>Confusion Matrix</i> 4 Kelas.....	31
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur DNN merujuk pada Penelitian (Alrayes et al. 2024)	6
Gambar 2.2 Struktur Jaringan Saraf Tanpa dan dengan Dropout	9
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Flowchart PCA.....	21
Gambar 3.3 Struktur Model DNN.....	26
Gambar 3.4 Flowchart <i>Random Search</i>	30
Gambar 4.1 Dataset NSL-KDD	32
Gambar 4.2 Dataset setelah <i>Class Label Mapping</i>	34
Gambar 4.3 Hasil <i>Min-Max Normalization</i>	35
Gambar 4.4 Hasil <i>One-Hot Encoding</i> (OHE)	36
Gambar 4.5 Hasil Ekstraksi Fitur PCA.....	37
Gambar 4.6 Proses <i>Randomized Search</i>	40
Gambar 4.7 <i>Confusion Matrix</i> Model kombinasi Dropout dan L2.....	42

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) Transformasi PCA ke Ruang Berdimensi Lebih Rendah	5
Persamaan (2.2) Matriks Kovarians pada PCA	5
Persamaan (2.3) Aktivasi Neuron pada <i>Hidden Layer</i>	7
Persamaan (2.4) Fungsi Aktivasi ReLU	7
Persamaan (2.5) Fungsi Aktivasi Sigmoid	7
Persamaan (2.6) Fungsi Aktivasi Softmax	7
Persamaan (2.7) Fungsi <i>Cross-Entropy</i>	8
Persamaan (2.8) Fungsi <i>Categorical Cross-Entropy Loss</i>	8
Persamaan (2.9) Persamaan Dropout pada Tahap Pelatihan	9
Persamaan (2.10) Persamaan Skala Dropout pada Tahap Pengujian	9
Persamaan (2.11) Fungsi Penalti L1 (Lasso).....	10
Persamaan (2.12) Fungsi Penalti L2 (Ridge).....	10
Persamaan (2.13) Fungsi Regularisasi <i>Elastic Net</i>	10
Persamaan (2.14) Rumus <i>Accuracy</i>	11
Persamaan (2.15) Rumus <i>Precision</i>	11
Persamaan (2.16) Rumus <i>Recall</i>	12
Persamaan (2.17) Rumus <i>F1-Score</i>	12
Persamaan (3.1) Rumus Normalisasi <i>Min-Max</i>	18
Persamaan (3.2) <i>Mean Centering</i> Data pada PCA	22
Persamaan (3.3) Perhitungan Matriks Kovarians	22
Persamaan (3.4) Persamaan Nilai Eigen dan Vektor Eigen PCA	24
Persamaan (3.5) <i>Explained Variance Ratio</i> pada PCA.....	24
Persamaan (3.6) Proyeksi Data ke Komponen Utama (PC1).....	24
Persamaan (3.7) Transformasi Linear <i>Hidden Layer 1</i>	26
Persamaan (3.8) Fungsi Aktivasi ReLU <i>Hidden Layer 1</i>	26
Persamaan (3.9) Transformasi Linear <i>Hidden Layer 2</i>	27
Persamaan (3.10) Fungsi Aktivasi ReLU <i>Hidden Layer 2</i>	27
Persamaan (3.11) Transformasi Linear <i>Output Layer</i>	27
Persamaan (3.12) Fungsi Aktivasi Softmax pada <i>Output Layer</i>	27
Persamaan (3.13) Pembaruan Bobot (<i>Gradient Descent</i>)	27
Persamaan (3.14) Transformasi Linear Layer ke-1	28
Persamaan (3.15) Aktivasi ReLU pada Layer ke-1.....	28
Persamaan (3.16) Mekanisme Dropout	28
Persamaan (3.17) Fungsi <i>Loss</i> dengan Regularisasi L1 dan L2	28

DAFTAR MODUL PROGRAM

Modul Program 4.1 <i>Class Label Mapping</i>	33
Modul Program 4.2 <i>Splitting Data</i>	34
Modul Program 4.3 <i>Min-Max Normalization</i>	34
Modul Program 4.4 <i>One-Hot Encoding (OHE)</i>	35
Modul Program 4.5 Ekstraksi Fitur PCA	36
Modul Program 4.6 <i>Modeling DNN</i>	37
Modul Program 4.7 <i>Modeling DNN (lanjutan)</i>	38
Modul Program 4.8 Kombinasi Regularisasi	38
Modul Program 4.9 <i>Hyperparameter Tuning Random Search</i>	39
Modul Program 4.10 Evaluasi Training dan Testing Model	40
Modul Program 4.11 Evaluasi Training dan Testing Model (lanjutan).....	41
Modul Program 4.12 Evaluasi Model dengan <i>Confusion Matrix</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Hasil Evaluasi	52
---------------------------------	----