

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>10</b>
3.1 Dataset IDS Cybersecurity Institute of Canada (CICIDS) .....	10
3.2 <i>Feature Selection</i> (Pemilihan Fitur) .....	10
3.3 <i>Chi-squared test</i> .....	11
3.4 Gradient Boosting Decision Tree (GBDT) .....	12
3.5 eXtreme Gradient Boosting (XGBoost) .....	12
3.6 Light Gradient Boosting Machine (LightGBM) .....	14
3.7 Categorical Boosting (CatBoost) .....	16
3.8 K-Fold Cross Validation .....	18
3.9 Evaluasi Algoritma .....	19
<b>BAB IV ANALISIS DAN RANCANGAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Deskripsi penelitian .....	22
4.2 Tahapan Penelitian.....	22
4.3 Studi literatur dan observasi .....	23
4.4 Metode Penelitian .....	23
4.5 Data yang digunakan .....	25
4.6 Pra-Pemrosesan.....	33
4.7 Algoritma Pelatihan .....	33
4.8 Pengujian .....	33
4.9 Evaluasi dan Analisis .....	36
<b>BAB V IMPLEMENTASI.....</b>	<b>38</b>
5.1 Spesifikasi Sistem .....	38
5.2 Implementasi Pra-Pemrosesan Data .....	39
5.3 Implementasi Algoritma .....	42
5.4 Implementasi Evaluasi Algoritma .....	44
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
6.1 Hasil Pra-Pemrosesan Data.....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar iii.1 Alur kerja metode filter pada <i>feature selection</i> .....	11
Gambar iii.2 Pertumbuhan <i>Decision Tree</i> dari XGBoost (Singh <i>et al.</i> , 2019) .....	13
Gambar 3.3 Algoritma penentuan pemisahan <i>tree</i> pada XGBoost (Chen <i>et al.</i> , 2016) .....	14
Gambar iii.4 Pertumbuhan <i>Decision Tree</i> dari LightGBM (Singh <i>et al.</i> , 2019) .....	15
Gambar iii.5 <i>Pseudo-code</i> algoritma GOSS pada LightGBM (Guolin Ke <i>et al.</i> , 2017) .....	15
Gambar iii.6 <i>Pseudo-code</i> EFB pada LightGBM (Guolin Ke <i>et al.</i> , 2017) .....	16
Gambar iii.7 Pertumbuhan <i>Decision Tree</i> dari Catboost (Nahon, 2019) ....	17
Gambar iii.8 Algoritma pembangunan <i>tree</i> pada CatBoost (Prokhorenkova <i>et al.</i> , 2018) .....	18
Gambar iii.9 Visualisasi K-Fold Cross Validation dengan K=10 (Shah, 2018) .....	19
Gambar iv.1 Tahapan Penelitian.....	22
Gambar iv.2 Model yang dikembangkan untuk penelitian.....	24
Gambar iv.3 Beberapa contoh data yang ada dalam dataset CICIDS .....	30
Gambar iv.4 Pra-pemrosesan dataset untuk data latih dan uji (Prasad <i>et al.</i> , 2019) .....	32
Gambar iv.5 Alur Pengujian .....	35
Gambar iv.6 Contoh Grafik Output <i>Logging</i> Utilisasi Komputasi.....	37
Gambar 5.1 Diagram alur pembagian dataset .....	39
Gambar v.2 Isi <i>dataframe</i> yang telah memuat dataset .....	40
Gambar v.3 Kode pembuatan model pembelajaran menggunakan CPU ....	42
Gambar v.4 Kode pembuatan model pembelajaran menggunakan GPU ....	43
Gambar v.5 Kode fungsi <i>getTime()</i> .....	44
Gambar v.6 Kode fungsi <i>startlog()</i> .....	45
Gambar v.7 Kode fungsi <i>stoplog()</i> .....	46
Gambar v.8 Rangkaian kode dalam melakukan evaluasi .....	47
Gambar v.9 Rangkaian kode dalam melakukan penghitungan nilai .....	48
Gambar vi.1 Contoh isi dataset yang sudah dilakukan pra-pemrosesan ....	50
Gambar vi.2 Kolom “Label” sudah diubah .....	51
Gambar vi.3 Grafik Peringkat F-Scores dari masing – masing fitur .....	52
Gambar vi.4 Grafik <i>logging</i> utilisasi komputasi pelatihan pada masing – masing metode menggunakan CPU .....	54
Gambar vi.5 Grafik <i>logging</i> utilisasi komputasi pelatihan pada masing – masing metode menggunakan GPU .....	55
Gambar vi.6 <i>Confusion Matrix</i> XGBoost menggunakan CPU.....	57
Gambar vi.7 <i>Confusion Matrix</i> XGBoost menggunakan GPU .....	57
Gambar vi.8 <i>Confusion Matrix</i> LightGBM menggunakan CPU .....	59
Gambar vi.9 <i>Confusion Matrix</i> LightGBM menggunakan GPU.....	59
Gambar vi.10 <i>Confusion Matrix</i> CatBoost menggunakan CPU .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel ii.1 Tinjauan Pustaka .....	7
<b>Tabel iii.1</b> Korelasi koefisien dengan tipe data (Paul, 2020) .....	11
Tabel iii.2 Tabel Contoh <i>Confusion Matrix</i> .....	20
Tabel iii.3 Contoh Perhitungan.....	21
Tabel iv.1 Detail fitur dan deskripsi dataset CICIDS .....	25
Tabel iv.2 Detail trafik pada dataset <i>balanced</i> dan <i>imbalanced</i> (Pasrad <i>et al.</i> , 2019) .....	33
Tabel iv.3 Contoh Tabel Hasil Pengujian.....	36
<b>Tabel vi.1</b> Hasil <i>Data Transformation</i> .....	49
Tabel vi.2 Hasil Evaluasi Algoritma .....	63