



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN S2	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
INTISARI.....	vi
ABSTRACT.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	14
3.1 <i>Network Intrusion Detection System (NIDS)</i>	14
3.2 <i>Machine Learning Berbasis Tree</i>	15
3.3 <i>Deep Neural Network (DNN)</i>	20
3.4 <i>Graph Neural Network (GNN)</i>	21
3.4.1 <i>E-GraphSAGE</i>	23
3.4.2 <i>Sampling Kausal</i>	25
3.5 <i>Hyperparameter Tuning</i>	26
3.5.1 <i>Grid Search</i>	27
3.5.2 <i>Bayesian optimization dengan gausian process (BOGP)</i>	27
3.6 <i>Feature Importance</i>	28
3.6.1 <i>Korelasi Pearson</i>	29
3.6.2 <i>Analysis of Variance (Anova)</i>	29



3.6.3 <i>Feature Importance</i> dari Model ML Berbasis <i>Tree</i>	30
3.7 Injeksi <i>Noise</i>	31
3.8 Metrik untuk Evaluasi <i>Robustness</i>	32
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	34
4.1 Alur Penelitian.....	34
4.2 Persiapan Dataset	35
4.2.1 Deskripsi Dataset BoT-IoT	36
4.2.2 Deskripsi Dataset ToN-IoT	38
4.2.3 Deskripsi Dataset UNSW-NB15	44
4.2.4 <i>Preprocessing</i>	48
4.2.5 Pembagian data <i>training-validasi-testing</i>	50
4.3 Rancangan Model.....	51
4.3.1 Rancangan ML berbasis <i>tree</i>	52
4.3.2 Rancangan DNN.....	53
4.3.3 Rancangan E-GraphSAGE	54
4.4 Metode Evaluasi	58
4.4.1 <i>Hyperparameter tuning</i>	60
4.4.2 Penentuan Bobot <i>Feature Importance</i>	62
4.4.3 Injeksi <i>noise</i>	63
BAB V IMPLEMENTASI.....	67
5.1 Spesifikasi Perangkat Keras	67
5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	67
5.3 Kode Program Import Library.....	69
5.4 Kode Program Persiapan Dataset	70
5.4.1 Kode program <i>sampling</i> dataset	70
5.4.2 Kode program <i>preprocessing</i>	72
5.5 Kode Program Persiapan Model.....	74
5.5.1 Kode program persiapan ML berbasis <i>trees</i>	75



5.5.2	Kode program persiapan DNN	75
5.5.3	Kode program persiapan E-GraphSAGE	77
5.5.4	Kode program <i>sampling</i> kausal	79
5.6	Kode Program Evaluasi <i>Robustness</i>	82
5.6.1	Kode program <i>hyperparameter tuning</i>	83
5.6.2	Kode program penentuan <i>feature importance</i>	84
5.6.3	Kode program injeksi <i>noise</i>	85
	BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	87
6.1	Analisis Model <i>Baseline</i>	87
6.2	Analisis Dataset dengan Kelas dan Fitur Relatif Sedikit (BoT-IoT).....	92
6.3	Analisis Dataset dengan Kelas dan Fitur Relatif Banyak (ToN-IoT)...	101
6.4	Analisis Dataset dengan Kelas <i>Imbalanced</i> Ekstrim (UNSW-NB15) .	108
6.5	Analisis Keseluruhan	115
6.5.1	Peran kepentingan fitur dalam injeksi <i>noise</i>	116
6.5.2	Kemampuan <i>robustness</i> model secara alami	118
6.5.3	Tingkat kesulitan dataset	118
	BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	120
7.1	Kesimpulan	120
7.2	Saran	122
	DAFTAR PUSTAKA	123