UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Model Ekstraksi Fitur Korelasi Berbasis Graph Attention Network dengan Mutual Information untuk Deteksi Anomali Deret Waktu Multivariat
La Fajrin, Dr. Agus Sihabuddin, S.Si., M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
PRAKATA iv
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
INTISARI x
ABSTRACT xi

I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Batasan Masalah 5
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Manfaat Penelitian 6
1.6 Kontribusi Penelitian 7

II TINJAUAN PUSTAKA 9

III METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1 Deskripsi Umum Penelitian 17
3.2 Akuisisi dan Pra-pemrosesan Data 19
3.2.1 Karakteristik Dataset 19
3.2.2 Normalisasi dan Pembentukan Sekuens 20
3.3 Kerangka Kerja Model 21
3.3.1 Perhitungan *Mutual Information* 22
3.3.2 *Graph Attention Network* (GAT) 26
3.3.3 Adaptive Mutual Information Graph Attention Network (AMI-GAT) 28
3.3.4 Pelatihan Model Deteksi Anomali 30
3.3.5 Deteksi Anomali 33
3.4 Rancangan Pengujian dan Evaluasi 36
3.5 Metrik Evaluasi 41

IV IMPLEMENTASI 45
4.1 Lingkungan Implementasi 45
4.2 Dataset dan Persiapan Data 45
4.3 Pra-pemrosesan Data 49
4.4 Implementasi Prior Mutual Information 54
4.5 Implementasi Modul Ekstraksi Fitur Korelasi Sekuens 58

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Model Ekstraksi Fitur Korelasi Berbasis Graph Attention Network dengan Mutual Information untuk Deteksi Anomali Deret Waktu Multivariat
La Fajrin, Dr. Agus Sihabuddin, S.Si., M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.5.1 Implementasi *Graph Attention Network* 59
4.5.2 Implementasi *Mutual Information-Guided Graph Attention Network* 61
4.5.3 Implementasi Temporal Modeling 63
4.5.4 Implementasi Encoder dan Latent Space 65
4.5.5 Implementasi Decoder dan Rekonstruksi 66
4.5.6 Implementasi Model Adversarial 68
4.5.7 Ringkasan Implementasi Model 69
4.6 Implementasi Proses Pelatihan dan Inferensi 70
4.6.1 Konfigurasi Parameter 70
4.6.2 Proses Pelatihan Model 71
4.6.3 Proses Inferensi dan Perhitungan Skor Anomali 73
4.6.4 Penentuan Ambang Berbasis POT 74
4.6.5 Penyesuaian Prediksi Anomali (*Point Adjustment*) 76

V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 78
5.1 Analisis Karakteristik Topologi Dataset Berbasis *Mutual Information* 78
5.2 Evaluasi Performa Model terhadap Metode Pembanding 80
5.3 Studi Ablasi dan Analisis Kontribusi Komponen Model 83
5.4 Analisis Sensitivitas Parameter Bin *Mutual Information* 85
5.5 Analisis Ketahanan Model terhadap Gangguan Data (*Noise Robustness*) 86
5.6 Analisis Fenomena Oversmoothing pada Model Berbasis Graf . . . 88
5.7 Analisis Dinamika Pelatihan dan Efisiensi Komputasi 93
5.8 Analisis *Threshold* dan Kinerja Deteksi Anomali 95
5.8.1 Karakteristik Deteksi pada Dataset SMD 97
5.8.2 Karakteristik Deteksi pada Dataset SWaT 98
5.8.3 Karakteristik Deteksi pada Dataset WADI 100
5.8.4 Karakteristik Deteksi pada *Dataset* SMAP 102
5.8.5 Karakteristik Deteksi pada *Dataset* MSL 104
5.9 Analisis Interpretabilitas *Mutual Information* dan Parameter Residual terhadap *Attention* 105
5.10 Diskusi Hasil Penelitian 108
5.11 Keterbatasan Penelitian 110

VI KESIMPULAN DAN SARAN 113
6.1 Kesimpulan 113
6.2 Saran 113

DAFTAR PUSTAKA 115