UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis dan Perbandingan Model Transformer Untuk Klasifikasi Tingkat Keparahan Common Vulnerabilities and Exposures Secara Otomatis
Aditya Darmasaputra, Ir. Yuris Mulya Saputra, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xi
INTISARI xiii
ABSTRACT xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Proyek Akhir 4
1.4 Manfaat Proyek Akhir 4
1.5 Batasan Masalah 5
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB II KAJIAN PUSTAKA 7
2.1 Tinjauan Pustaka 7
2.2 Dasar Teori 17
2.2.1 *Common Vulnerabilities and Exposures* (CVE) 17
2.2.2 *Common Vulnerability Scoring System* (CVSS) 17
2.2.3 *Artificial Intelligence* 18
2.2.4 *Deep Learning* 19
2.2.5 *Natural Language Processing* (NLP) 19
2.2.6 Transformer 19
2.2.7 *Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT) 21
2.2.8 DistilBERT 22
2.2.9 ModernBERT 23
2.2.10 SecureBERT 24
2.2.11 *Fine-tuning Transfer Learning* 25

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis dan Perbandingan Model Transformer Untuk Klasifikasi Tingkat Keparahan Common Vulnerabilities and Exposures Secara Otomatis
Aditya Darmasaputra, Ir. Yuris Mulya Saputra, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.12 *Easy Data Augmentation* (EDA) 25
2.2.13 *Cross-Entropy* dengan *Label Smoothing* 25
2.2.14 *Matthews Correlation Coefficient* (MCC) 26
2.2.15 *Application Programming Interface* (API) 26
2.2.16 Streamlit 27
2.2.17 *Quality of Service* (QoS) 27
2.2.18 Docker 27
2.3 Hipotesis 28
BAB III METODE PENELITIAN 30
3.1 Perangkat Penelitian 30
3.1.1 Perangkat Keras 30
3.1.2 Perangkat Lunak 30
3.1.3 Dataset 32
3.2 Tahapan Proyek Akhir 36
3.2.1 Identifikasi Masalah 37
3.2.2 Studi Literatur 38
3.2.3 Perancangan Sistem 38
3.2.4 Implementasi Sistem 38
3.2.5 Pengujian Sistem 38
3.3 Perancangan Sistem 39
3.3.1 Perancangan Arsitektur Sistem 39
3.3.2 Perancangan *Machine Learning* 40
3.3.3 Perancangan *Application Programming Interface* (API) 43
3.3.4 Perancangan Antarmuka Web 45
3.3.5 Perancangan Docker 48
3.4 Implementasi Sistem 50
3.4.1 Implementasi Data dan *Preprocessing* 50
3.4.2 Implementasi *Parser* JSON 51
3.4.3 Implementasi *Model Loader* 52
3.4.4 Implementasi *Endpoint* API 53

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis dan Perbandingan Model Transformer Untuk Klasifikasi Tingkat Keparahan Common Vulnerabilities and Exposures Secara Otomatis
Aditya Darmasaputra, Ir. Yuris Mulya Saputra, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4.5 Implementasi Antarmuka Web 54
3.4.6 Implementasi Kontainerisasi Docker 55
3.5 Pengujian Sistem 57
3.5.1 Pengujian Evaluasi Model 57
3.5.2 Pengujian FastAPI 60
3.5.3 Pengujian Prediksi CVE 61
3.5.4 Pengujian *Benchmark* Kinerja Inferensi 64
3.5.5 Pengujian Docker 66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 68
4.1 Hasil Pengujian Evaluasi Model 68
4.1.1 Hasil Kurva Pelatihan 68
4.1.2 Hasil Evaluasi *Test Set* 70
4.1.3 Hasil *Confusion Matrix* 72
4.1.4 Hasil Metrik per Kelas 75
4.1.5 Analisis *Validation Set* dan *Test Set* 78
4.2 Hasil Pengujian FastAPI 80
4.2.1 Hasil Pengujian *Endpoint* GET /health 80
4.2.2 Pengujian *Endpoint* GET /models 81
4.2.3 Pengujian *Endpoint* POST /predict 81
4.2.4 Pengujian *Endpoint* POST /predict-batch 82
4.3 Hasil Pengujian Prediksi CVE 84
4.3.1 Hasil Pengujian Prediksi CVE Kategori LOW 84
4.3.2 Hasil Pengujian Prediksi CVE Kategori MEDIUM 87
4.3.3 Hasil Pengujian Prediksi CVE Kategori HIGH 90
4.3.4 Hasil Pengujian Prediksi CVE Kategori CRITICAL 93
4.3.5 Hasil Evaluasi Model Keseluruhan 96
4.4 Hasil *Benchmark* Kinerja Inferensi 97
4.4.1 Hasil Pengujian Deskripsi CVE Pendek 97
4.4.2 Hasil Pengujian Deskripsi CVE Panjang 106

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis dan Perbandingan Model Transformer Untuk Klasifikasi Tingkat Keparahan Common Vulnerabilities and Exposures Secara Otomatis
Aditya Darmasaputra, Ir. Yuris Mulya Saputra, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.5 Hasil Pengujian Docker 113

BAB V PENUTUP 116

5.1 Kesimpulan 116

5.2 Saran 117

DAFTAR PUSTAKA 118

LAMPIRAN 121