

ABSTRAK

Penipuan pada transaksi e-commerce terus berkembang semakin kompleks, melibatkan interaksi antara perangkat, identitas, alat pembayaran, dan pola perilaku temporal yang sulit dideteksi pendekatan konvensional. Penelitian ini mengusulkan model hybrid deep learning berbasis arsitektur paralel CNN-GRU untuk mendeteksi penipuan pada data transaksi e-commerce. Convolutional Neural Network (CNN) didedikasikan untuk mengekstraksi pola dari fitur statis transaksi, sedangkan Gated Recurrent Unit (GRU) memodelkan dependensi temporal dari urutan perilaku transaksi pengguna. Keluaran kedua cabang diintegrasikan melalui mekanisme GatedFusion adaptif sebelum diteruskan ke lapisan klasifikasi akhir.

Dataset yang digunakan adalah IEEE-CIS Fraud Detection dari Vesta Corporation, terdiri dari 590.540 transaksi dengan tingkat ketidakseimbangan kelas sebesar 3,5%. Pipeline feature engineering mencakup fitur temporal, agregasi berbasis UID sintetis, fitur lintas entitas, encoding, normalisasi, dan konstruksi data sekuensial. Ketidakseimbangan kelas ditangani dengan Smoothed Class Weighting. Model dievaluasi menggunakan ROC-AUC, PR-AUC, Precision, Recall, dan F1-Score, serta diuji efisiensinya melalui pengukuran latensi dan throughput dalam simulasi real-time berbasis FastAPI dan Streamlit pada Google Cloud Run.

Model hybrid mencapai ROC-AUC 0,7805 dan PR-AUC 0,2319, melampaui CNN (ROC-AUC: 0,7687; PR-AUC: 0,1838) dan GRU (ROC-AUC: 0,6820; PR-AUC: 0,0795). F1-Score kelas penipuan mencapai 0,33, meningkat 50% dibanding CNN dan 120% dibanding GRU. Latensi inferensi tercatat P50 sebesar 86,28 ms dan P95 sebesar 167,16 ms, di bawah ambang 200 ms yang direkomendasikan. Nilai PSI sebesar 0,1465 mengindikasikan stabilitas distribusi prediksi yang masih dapat diterima. Penelitian ini menyimpulkan arsitektur hybrid CNN-GRU menghasilkan deteksi penipuan yang lebih akurat dan efisien dibanding model tunggal, meskipun keterbatasan panjang sekuens historis menjadi faktor pembatas yang perlu diatasi pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci: deteksi penipuan, *e-commerce*, *deep learning*, CNN, GRU, *hybrid model*, data tidak seimbang, *real-time*.