**BAB I**

**PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Pesatnya kemajuan teknologi telah mendorong transformasi digital di berbagai sektor, termasuk sektor keuangan. Salah satu manifestasi utamanya adalah peningkatan volume transaksi keuangan yang dilakukan melalui media elektronik, mencakup penggunaan sistem pembayaran digital dan kartu kredit untuk berbagai keperluan. Seiring dengan berkembangnya perbankan digital, aktivitas penipuan seperti pencurian identitas dan transaksi tidak sah menjadi semakin canggih[1]. Kehadiran jaringan komunikasi dalam transaksi ekonomi dapat disalahgunakan, sehingga meningkatkan risiko penipuan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab[2].

Metode deteksi penipuan tradisional, yang seringkali mengandalkan sistem berbasis aturan dan batasan yang ditentukan oleh para ahli, kesulitan untuk mengimbangi sifat perilaku penipuan yang terus berkembang[1]. Sistem deteksi anomali tradisional seringkali tidak dapat memenuhi kebutuhan data keuangan modern yang memiliki skala besar, dimensi tinggi, serta karakteristik non-linear dan deret waktu yang kompleks[1]. Keterbatasan ini telah mendorong peningkatan minat pada Machine Learning (ML) dan Deep Learning (DL), yang dapat secara otomatis mempelajari pola dalam data transaksi dan meningkatkan akurasi deteksi[1].

Teknologi Deep Learning telah menunjukkan hasil yang luar biasa dalam berbagai tugas analisis data karena keunggulannya dalam pengenalan pola dan pembelajaran fitur. Dalam konteks deteksi fraud, model Deep Learning seperti Convolutional Neural Network (CNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM) telah muncul sebagai pendekatan yang kuat. CNN unggul dalam menemukan pola spasial, sedangkan LSTM cocok untuk data sekuensial. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa model hybrid, terutama kombinasi CNN dan LSTM, berkinerja lebih baik daripada model individual dalam mengidentifikasi transaksi penipuan. Model hybrid ini mampu menangkap fitur spasial dan temporal secara bersamaan, sehingga meningkatkan akurasi deteksi fraud.

Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada implementasi model hybrid CNN-LSTM untuk mengklasifikasikan transaksi mencurigakan. Dengan memanfaatkan kemampuan model untuk belajar dari data yang kompleks, penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem deteksi yang lebih akurat dan adaptif untuk menjawab tantangan keamanan dalam ekosistem transaksi keuangan modern.

**1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah utama yang akan dijawab dalam penelitian ini dapat dirumuskan dalam beberapa pertanyaan berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan arsitektur model hybrid Convolutional Neural Network (CNN) - Long Short-Term Memory (LSTM) yang efektif untuk mengklasifikasikan transaksi mencurigakan, dengan mempertimbangkan karakteristik data keuangan yang sangat tidak seimbang?
2. Bagaimana kinerja model hybrid CNN-LSTM yang diusulkan dalam mendeteksi transaksi mencurigakan jika dievaluasi menggunakan metrik performa standar seperti accuracy, precision, recall, dan F1-score?
3. Sejauh mana pengaruh penerapan teknik penanganan data tidak seimbang, seperti SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique), dalam meningkatkan kemampuan model untuk mendeteksi kelas minoritas (transaksi mencurigakan), khususnya pada metrik recall?

**1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, penelitian ini memiliki tujuan-tujuan sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan sebuah model hybrid Convolutional Neural Network (CNN) - Long Short-Term Memory (LSTM) yang dirancang untuk melakukan klasifikasi antara transaksi normal dan transaksi mencurigakan.
2. Mengevaluasi performa dan efektivitas model hybrid CNN-LSTM secara kuantitatif menggunakan metrik evaluasi standar, yaitu accuracy, precision, recall, dan F1-score.
3. Menganalisis dampak dari penerapan teknik preprocessing SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) dalam meningkatkan kemampuan model untuk mendeteksi kelas minoritas (transaksi mencurigakan).

**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Penelitian Terdahulu**

Kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya memberikan landasan yang kuat untuk mengidentifikasi celah penelitian serta memvalidasi metodologi yang akan digunakan. Sejumlah penelitian yang relevan dengan deteksi aktivitas anomali dan transaksi mencurigakan telah membuktikan efektivitas pendekatan deep learning. Berikut adalah rangkuman dari beberapa penelitian yang menjadi acuan utama dalam studi ini:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Peneliti | Judul Penelitian | Metodologi | Hasil Utama & Relevansi |
| G. Anish Mary & S. Sudha (2025) | *A Comprehensive Deep Learning Model for Banking Transaction Fraud Detection* | Menerapkan dan membandingkan kinerja model CNN, LSTM, dan model hybrid CNN-LSTM. Penelitian ini juga menggunakan teknik SMOTE untuk menangani masalah data tidak seimbang. | Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hybrid CNN-LSTM memberikan kinerja terbaik dibandingkan model individual, dengan akurasi 98.1% dan F1-Score 84.3%. Ini membuktikan bahwa sinergi antara CNN (fitur spasial) dan LSTM (fitur temporal) sangat efektif untuk deteksi anomali. |
| Yuan Li, dkk. (2025) | *Research on Anomaly Detection Algorithm System for Financial Transaction Data Processing Based on Deep Learning* | Mengusulkan sistem deteksi anomali yang menggabungkan DNN dan LSTM untuk memodelkan dependensi jangka panjang. Kinerja model ini dibandingkan dengan metode tradisional seperti Random Forest, SVM, dan K-Means. | Model *deep learning* (MLP+LSTM) menunjukkan superioritas signifikan dengan akurasi 98.5% dan *recall* 95.2%. Penelitian ini menggarisbawahi keunggulan model *deep learning* dalam lingkungan data yang kompleks dibandingkan metode konvensional. |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |