

**ANALISIS KOMPARATIF STACKING ENSEMBLE DEEP
LEARNING DAN MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI
KECURANGAN KARTU KREDIT PADA DATASET TIDAK
SEIMBANG**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi**



disusun oleh

Muhammad Aditya Wijaya

20.11.3338

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

**ANALISIS KOMPARATIF STACKING ENSEMBLE DEEP LEARNING
DAN MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI KECURANGAN KARTU
KREDIT PADA DATASET TIDAK SEIMBANG**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana

Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

Muhammad Aditya Wijaya

20.11.3338

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Analisis Komparatif Model Stacking Ensemble Deep Learning dan
Model Stacking Ensemble Deep Learning Machine Learning untuk
Deteksi Kecurangan Kartu Kredit pada Dataset Tidak Seimbang

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Aditya Wijaya

20.11.3338

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 3 September 2025

Dosen Pembimbing,



Robert Marco, S.T., M.T., Ph.D.

NIK. 190302228

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Analisis Komparatif Stacking Ensemble Deep Learning dan Machine Learning untuk Deteksi Kecurangan Kartu Kredit pada Dataset Tidak

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Aditya Wijaya

20.11.3338

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 22 Oktober 2025

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Nama Dr. Kumara Ari Yuana, ST, MT
NIK. 190302575

Windha Mega Pradnya Dhuhita, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302185

Robert Marco, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 190302228

Tanda Tangan



Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 22 Oktober 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Muhammad Aditya Wijaya

NIM : 20.11.3338

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Analisis Komparatif Stacking Ensemble Deep Learning dan Machine Learning untuk Deteksi Kecurangan Kartu Kredit pada Dataset Tidak Seimbang

Dosen Pembimbing : Robert Marco, S.T., M.T., Ph.D.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 22 Oktober 2025

Yang Menyatakan,



Muhammad Aditya Wijaya

Karya ilmiah ini penulis persembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, karunia, dan kekuatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang tiada henti selama proses studi hingga penyusunan skripsi ini.
3. Keluarga besar yang selalu memberikan semangat, perhatian, dan motivasi.
4. Para dosen, pembimbing, dan pengajar di Program Studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta yang telah membimbing dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan.
5. Sahabat dan rekan seperjuangan yang telah memberikan dukungan, inspirasi, dan semangat selama proses penelitian dan penulisan.

MOTTO

"Machine learning is not magic, it's just math, code, and data working together to find patterns humans can't see."

Machine learning bukanlah sihir, melainkan perpaduan matematika, kode, dan data yang bekerja bersama untuk menemukan pola yang tidak dapat dilihat manusia. – Anonim

"Deep learning allows machines to learn from data the way humans learn from experience."

Deep learning memungkinkan mesin belajar dari data sebagaimana manusia belajar dari pengalaman. – Andrew Ng

"Without data, you're just another person with an opinion."

Tanpa data, Anda hanyalah orang lain dengan pendapat. – W. Edwards Deming

"Persistence, experimentation, and continuous evaluation are the foundations of success in developing intelligent models."

Ketekunan, eksperimen, dan evaluasi berkelanjutan adalah fondasi keberhasilan dalam mengembangkan model cerdas. – Anonim

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *"Penerapan Stacking Ensemble Berbasis Deep Learning dan Machine Learning untuk Deteksi Penipuan Kartu Kredit pada Dataset Tidak Seimbang"* tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perkembangan teknologi digital yang mendorong meningkatnya volume transaksi online setiap tahunnya, termasuk penggunaan kartu kredit. Namun, seiring dengan peningkatan tersebut, risiko penipuan (*fraud*) juga meningkat, menimbulkan kerugian finansial dan melemahkan kepercayaan publik terhadap sistem keuangan digital. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi penipuan kartu kredit yang akurat, efisien, dan adaptif, menggunakan pendekatan *stacking ensemble* yang mengintegrasikan model deep learning (LSTM dan GRU) serta machine learning (Random Forest dan AdaBoost) pada dataset tidak seimbang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta
2. Prof. Dr. Kusri, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer
3. Eli Pujiastuti, M.kom., selaku Ketua Program Studi Informatika
4. Robert Marco, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
5. Seluruh dosen dan staf di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa studi.

6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, dukungan moral, dan kasih sayang yang tiada henti.
7. Rekan-rekan mahasiswa serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan, kerjasama, dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun penerapan teknologi deteksi penipuan di dunia nyata.

Yogyakarta, 3 September 2025
Penulis

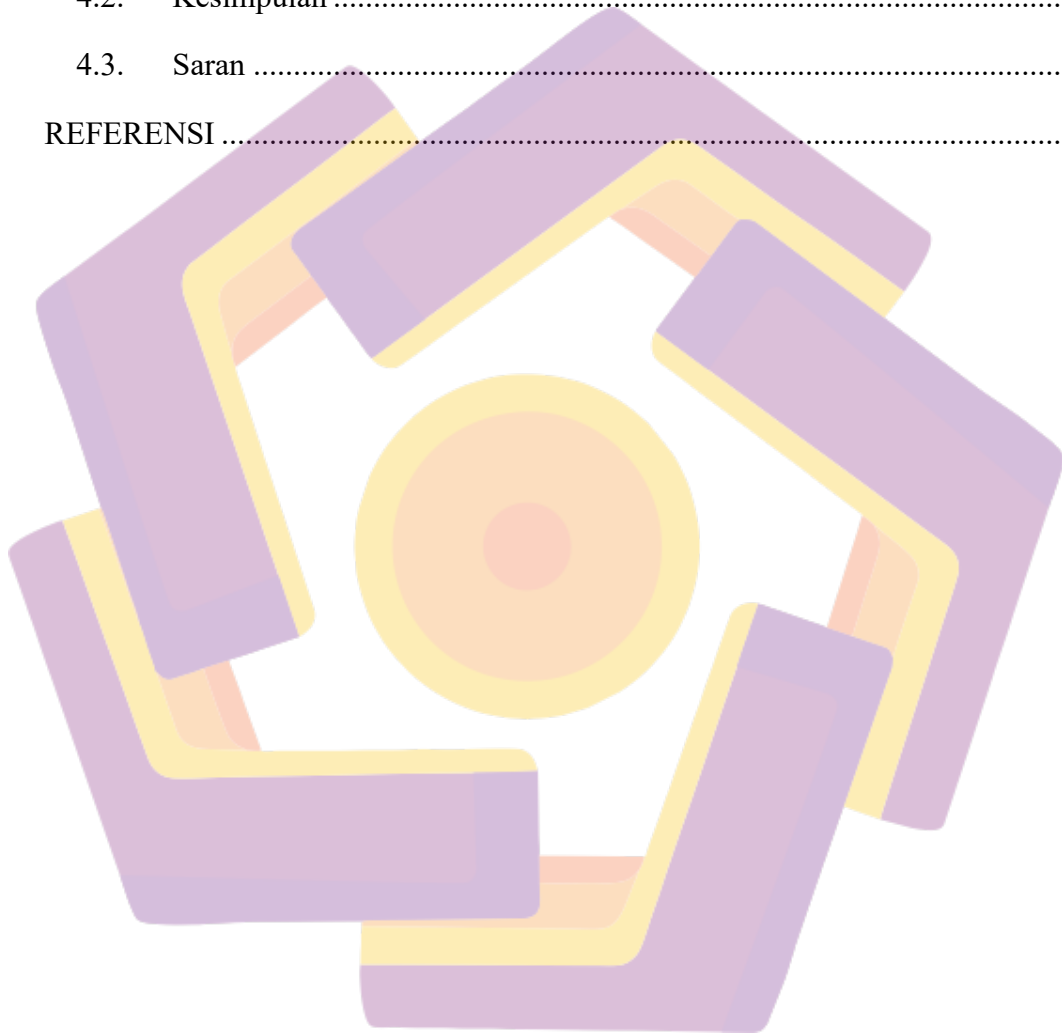


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
INTISARI	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Studi Literatur	7
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. Machine Learning	14
2.2.2. Deep Learning.....	14
2.2.3. Artificial Neural Network	15

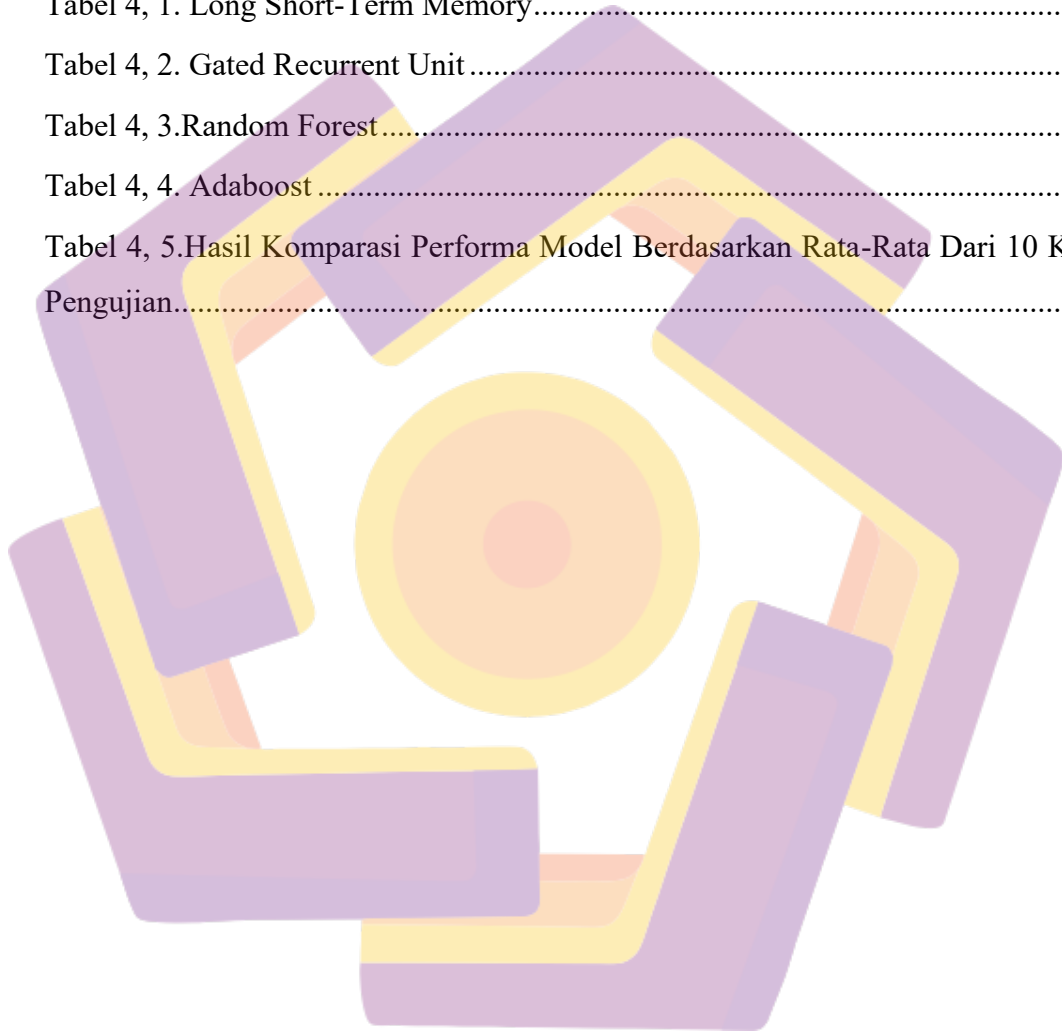
2.2.4.	Arsitektur Jaringan Saraf	15
2.2.5.	Fungsi Aktivasi (Activation Function)	16
2.2.6.	SMOTEENN (Synthetic Minority Over-sampling Technique)	16
2.2.7.	LSTM (Long Short-Term Memory)	17
2.2.8.	GRU (Gated Recurrent Unit)	18
2.2.9.	Random Forest	19
2.2.10.	Adaboost (Adaptive Boosting)	20
2.2.11.	Ensemble Learning	22
2.2.12.	Teknik Stacking	22
2.2.13.	Multi-Layer Perceptron (MLP)	23
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1.	Objek Penelitian	24
3.2.	Alur Penelitian	24
3.2.1.	Eksplorasi awal	26
3.2.2.	Preprocessing	26
3.2.3.	Data Training	28
3.2.4.	Model Klasifikasi	28
3.2.5.	Evaluasi Model	32
3.3.	Alat dan Bahan	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1.	Hasil	36
4.1.1.	Eksplorasi Data	36
4.1.2.	Preprocessing	39
4.1.3.	Outlier and Skewness detection	39
4.1.4.	Menghapus nilai duplikat yang terdapat di fitur 'Class'	43

4.1.5. Undersampling Manual Nilai pada Fitur ‘class’	44
4.1.6. Hasil Model Klasifikasi	47
4.1.1. Pembahasan.....	76
BAB V PENUTUP	80
4.2. Kesimpulan	80
4.3. Saran	81
REFERENSI	82



DAFTAR TABEL

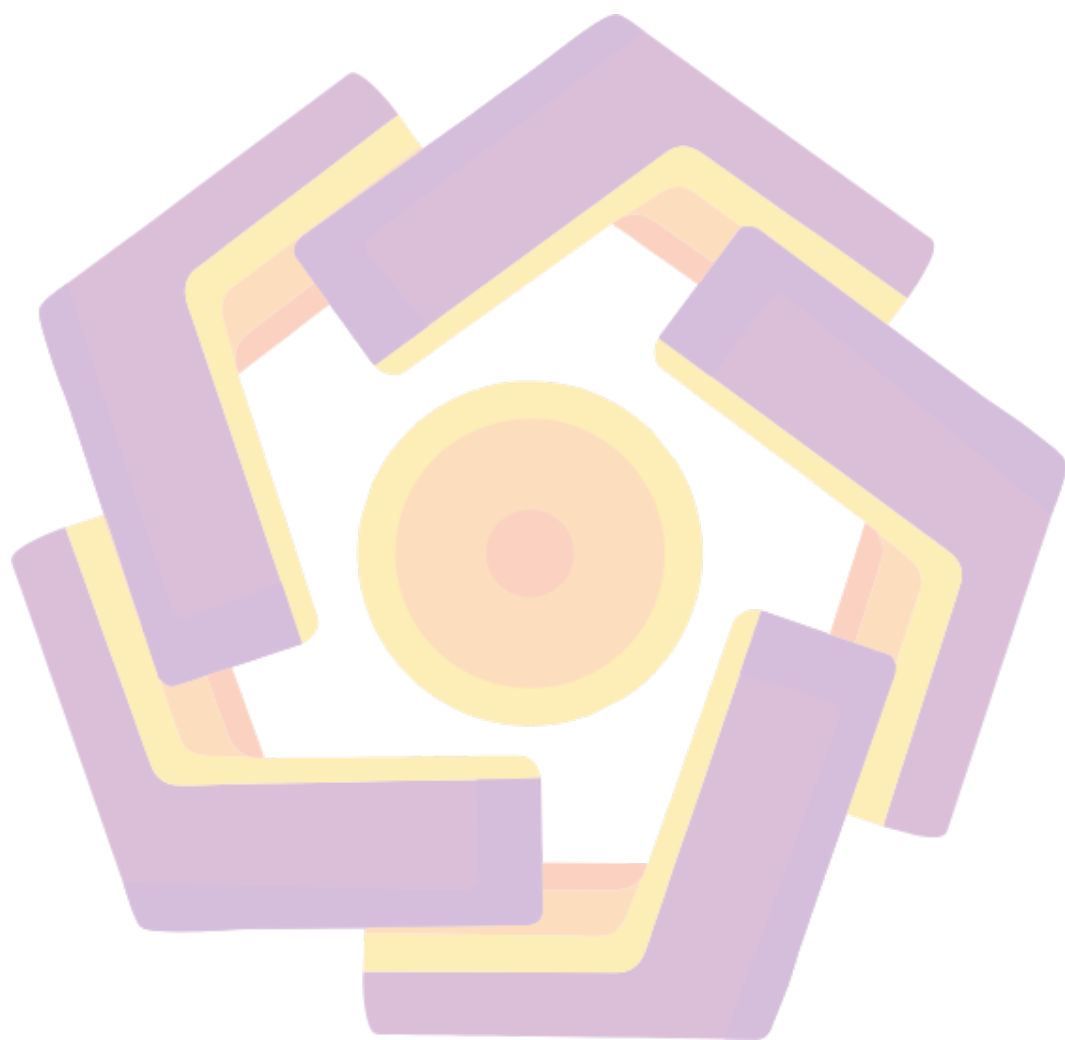
Tabel 2. 1. Keaslian Penelitian	10
Tabel 2.2. Long Short-Term Memory.....	17
Tabel 2. 3.Gated Recurrent Unit	18
Tabel 4, 1. Long Short-Term Memory.....	48
Tabel 4, 2. Gated Recurrent Unit	52
Tabel 4, 3.Random Forest.....	55
Tabel 4, 4. Adaboost	58
Tabel 4, 5.Hasil Komparasi Performa Model Berdasarkan Rata-Rata Dari 10 Kali Pengujian.....	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Flow Chart Metodologi Penelitian	26
Gambar 4. 1 Distribution of Transaction Times	37
Gambar 4. 2 Tingkat Korelasi Absolut Antar Fitur	38
Gambar 4. 3.Outline Detection V12	42
Gambar 4. 4.Outline Detection V14	42
Gambar 4. 5. Outline Detection V17	43
Gambar 4. 6 Permg hapusan nilai duplikat	43
Gambar 4. 7 hasil setelah nilai duplikat	44
Gambar 4. 8 hasil setelah penghapusan nilai	44
Gambar 4. 9 koding under sampling manual	45
Gambar 4. 10 Jumlah data sebelum under sampling	45
Gambar 4. 11 Jumlah setelah undersampling	46
Gambar 4. 12. Perbandingan non-Fraud dan Fraud	46
Gambar 4. 13. Perbandingan non-Fraud dan Fraud pada variable “Class”	47
Gambar 4. 14 grafik loss function LSTM	49
Gambar 4. 15 performance function LSTM	50
Gambar 4. 16. Precision-Recall Curve LTSM	51
Gambar 4. 17 Grafik Loss Function GRU	53
Gambar 4. 18 Grafik Performance Function GRU	54
Gambar 4. 19. Precision-Recall Curve GRU	55
Gambar 4. 20 Grafik precision-recall curve Random Forest	57
Gambar 4. 21.Random Forest Adaboost	59
Gambar 4. 22, Confusion Matrix Deep Learning Ensemble Gru +LSTM	60

Gambar 4. 23. Receiver Operating Characteristic (ROC) curve Deep Learning Ensemble Stacking GRU + LSTM	61
Gambar 4. 24. Average Precision (AP) Deep Learning Ensemble Stacking	62
Gambar 4. 25. Precision-Recall curve Average Precision (AP) Deep Learning Ensemble	63
Gambar 4. 26. confusion matrix Deep Learning ensemble	64
Gambar 4. 27. Area Under Curve (AUC) Deep Learning Ensemble	65
Gambar 4. 28. Precision-Recall curve AP=0,98	66
Gambar 4. 29. Precision-Recall curve Average Precision (AP)	67
Gambar 4. 30 Grafik Deep Learning Ensemble Loss Function	68
Gambar 4. 31 Grafik Deep Learning Ensemble Performance Function	69
Gambar 4. 32. confusion matrix	70
Gambar 4. 33. ROC curve Area Under Curve (AUC)	71
Gambar 4. 34. Precision-Recall curve Average Precision (AP) sebesar 0,97	72
Gambar 4. 35. Visualisasi Perbandingan Metrik	73
Gambar 4. 36 Grafik Machine Learning Ensemble Loss Function	75
Gambar 4. 37 Grafik Machine Learning Ensemble Performance Function	76



INTISARI

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja model deep learning dan machine learning, serta mengkaji efektivitas stacking ensemble dengan Multi-Layer Perceptron (MLP) sebagai meta-learner dalam mendeteksi penipuan kartu kredit pada dataset dengan ketidakseimbangan kelas tinggi. Model yang diuji meliputi LSTM (Long Short-Term Memory) dan GRU (Gated Recurrent Unit) untuk menangkap pola temporal, serta Random Forest dan AdaBoost sebagai pembanding berbasis decision tree. Dataset diambil dari platform Kaggle yang telah melalui Principal Component Analysis (PCA) pada fitur V1–V28, ditambah fitur asli *Time* dan *Amount*. Tahapan penelitian meliputi eksplorasi data, analisis korelasi, deteksi outlier dan skewness, penghapusan duplikasi, serta penyeimbangan kelas menggunakan undersampling dan SMOTEENN. Model dilatih dan diuji menggunakan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score, serta dievaluasi dengan *confusion matrix*, ROC curve, dan Precision-Recall curve. Hasil pengujian menunjukkan GRU unggul dengan akurasi 98,42%, precision 98,95%, recall 97,93%, dan F1-score 98,43%, melampaui LSTM yang mencatat akurasi 96,85%. Random Forest sedikit lebih baik daripada AdaBoost (97,38% vs 97,12%) dalam kestabilan pada data tidak seimbang. Stacking ensemble menghasilkan akurasi rata-rata 98,17% dan meningkatkan stabilitas prediksi meski tidak secara signifikan mengungguli GRU. Kesimpulannya, GRU direkomendasikan sebagai model utama karena akurasi dan kestabilannya, sementara stacking ensemble dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan konsistensi hasil. Random Forest dan AdaBoost tetap relevan sebagai baseline yang ringan secara komputasi. Temuan ini memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan sistem deteksi fraud yang akurat, stabil, dan adaptif terhadap variasi pola transaksi dalam industri perbankan dan layanan pembayaran digital.

Kata kunci: Credit Card Fraud Detection, Deep Learning, Stacking Ensemble, Machine Learning, SMOTEENN, Imbalanced Dataset.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the performance of deep learning and machine learning models, as well as to examine the effectiveness of stacking ensemble with a Multi-Layer Perceptron (MLP) as a meta-learner for credit card fraud detection on highly imbalanced datasets. The models tested include LSTM (Long Short-Term Memory) and GRU (Gated Recurrent Unit) for capturing temporal patterns, and Random Forest and AdaBoost as decision tree-based baselines. The dataset, obtained from the Kaggle platform, had undergone Principal Component Analysis (PCA) on features V1–V28, with the original Time and Amount features retained. The research workflow consisted of data exploration, correlation analysis, outlier and skewness detection, duplicate removal, and class balancing using undersampling and SMOTEENN. Models were trained and evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score, supported by confusion matrix, ROC curve, and Precision-Recall curve analysis. Experimental results revealed that GRU achieved the highest performance with 98.42% accuracy, 98.95% precision, 97.93% recall, and a 98.43% F1-score, outperforming LSTM with 96.85% accuracy. Among traditional machine learning models, Random Forest slightly outperformed AdaBoost (97.38% vs 97.12%) in stability on imbalanced data. The stacking ensemble achieved an average accuracy of 98.17%, improving prediction stability though not significantly surpassing GRU. In conclusion, GRU is recommended as the primary model due to its accuracy and stability, while stacking ensemble serves as a viable alternative for enhancing consistency. Random Forest and AdaBoost remain relevant as lightweight and interpretable baselines. These findings provide practical contributions to the development of accurate, stable, and adaptive fraud detection systems in banking and digital payment services.

Keywords: Credit Card Fraud Detection, Deep Learning, Stacking Ensemble, Machine Learning, SMOTEENN, Imbalanced Dataset.