

**OPTIMASI *BACKWARD ELIMINATION* UNTUK KLASIFIKASI GAGAL
BAYAR KARTU KREDIT DENGAN METODE *MULTI LAYER*
*PERCEPTRON***

SKRIPSI



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh
AGUSTIN NURISKA
09010221002

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : AGUSTIN NURISKA

NIM : 09010221002

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "*OPTIMASI BACKWARD ELIMINATION UNTUK KLASIFIKASI GAGAL BAYAR KARTU KREDIT DENGAN METODE MULTI LAYER PERCEPTRON*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 19 Mei 2025

Yang menyatakan,



AGUSTIN NURISKA

NIM. 09010221002

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : AGUSTIN NURISKA

NIM : 09010221002

Judul skripsi : OPTIMASI *BACKWARD ELIMINATION* UNTUK
KLASIFIKASI GAGAL BAYAR KARTU KREDIT
DENGAN METODE *MULTI LAYER PERCEPTRON*

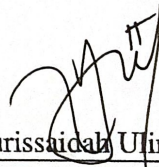
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



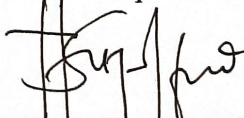
Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Pembimbing II



Nurissaidah Ulinuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UTN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

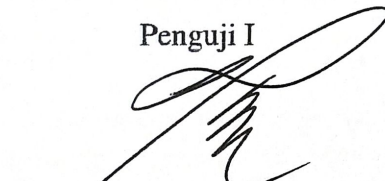
Skripsi oleh

Nama : AGUSTIN NURISKA
NIM : 09010221002
Judul Skripsi : OPTIMASI *BACKWARD ELIMINATION* UNTUK
KLASIFIKASI GAGAL BAYAR KARTU KREDIT
DENGAN METODE *MULTI LAYER PERCEPTRON*

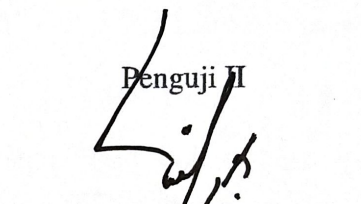
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 25 Juni 2025

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I


Putroue Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

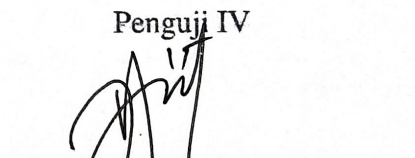
Penguji II


Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198506282014031003

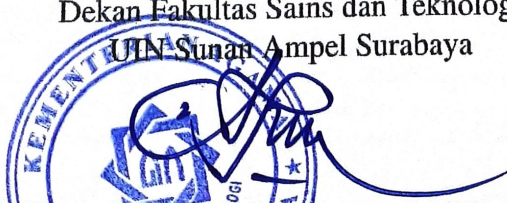
Penguji III


Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji IV


Nurissardah Ulinnuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya


Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002


LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : AGUSTIN NURISKA
NIM : 09010221002
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : agustinnuriska0408@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

OPTIMASI BACKWARD ELIMINATION UNTUK KLASIFIKASI GAGAL BAYAR

KARTU KREDIT DENGAN METODE MULTI LAYER PERCEPTRON

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 25 Juni 2025

Penulis



(AGUSTIN NURISKA)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

OPTIMASI *BACKWARD ELIMINATION* UNTUK KLASIFIKASI GAGAL BAYAR KARTU KREDIT DENGAN METODE *MULTI LAYER* *PERCEPTRON*

Gagal bayar kartu kredit merupakan kondisi seseorang tidak dapat memenuhi kewajibannya untuk membayar kredit sesuai dengan kesepakatan, yang berpotensi menimbulkan kerugian bagi lembaga keuangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi fitur-fitur yang relevan menggunakan metode *backward elimination* serta menilai performa model *Multi Layer Perceptron* (MLP) dalam mengklasifikasi risiko gagal bayar kartu kredit. Metode yang digunakan meliputi seleksi fitur *backward elimination* dan klasifikasi dengan *Multi Layer Perceptron* (MLP). Data penelitian mencakup 39 variabel yang terdiri dari data diri nasabah, informasi kartu, kategori riwayat pembayaran dan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model MLP tanpa seleksi fitur memperoleh akurasi sebesar 78,26%, presisi 74,21%, *recall* 78,26%, dan *f1-score* 70,84%. Setelah dilakukan seleksi fitur dengan *backward elimination*, model menunjukkan peningkatan performa dengan akurasi sebesar 78,39%, presisi 74,83%, *recall* 78,39%, dan *f1-score* 71,01%. Selain meningkatkan kinerja model, metode seleksi fitur juga berhasil mereduksi jumlah fitur dari 38 menjadi 20 fitur, sehingga membuat model lebih sederhana dan efisien. Dengan demikian, penerapan MLP yang dioptimasi dengan *backward elimination* efektif dalam membantu mengidentifikasi nasabah yang berisiko gagal bayar.

Kata kunci: *Backward Elimination*, Gagal bayar, *Multi Layer Perceptron*.

ABSTRACT

BACKWARD ELIMINATION OPTIMIZATION FOR CREDIT RISK CLASSIFICATION WITH MULTI LAYER PERCEPTRON METHOD

Credit card risk is a condition where a person cannot fulfill their obligation to pay credit in accordance with the agreement, which has the potential to cause harm to financial institutions. This research aims to identify relevant features using the backward elimination method and assess the performance of the Multi Layer Perceptron (MLP) model in classifying credit card risk. The methods used include backward elimination feature selection and classification with Multi Layer Perceptron (MLP). The research data includes 39 variables consisting of customer personal data, card information, payment history categories and others. The results showed that the MLP model without feature selection obtained an accuracy of 78,26%, precision of 74,21%, recall of 78,26%, and f1-score of 70,84%. After feature selection with backward elimination, the model showed a performance improvement with an accuracy of 78,39%, precision of 74,83%, recall of 78,39%, and f1-score of 71,01 %. In addition to improving model performance, the feature selection method also succeeded in reducing the number of features from 38 to 20 features, making the model simpler and more efficient. Thus, the application of MLP optimized with backward elimination is effective in helping to identify customers at risk of credit.

Keywords: *Credit Risk, Backward Elimination, Multi Layer Perceptron.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	10
1.3. Tujuan Penelitian	10
1.4. Manfaat Penelitian	11
1.5. Batasan Masalah	11
1.6. Sistematika Penulisan	12
II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1. Kartu Kredit	14
2.2. Risiko Kredit	18
2.3. Gagal Bayar Kartu Kredit	20
2.4. Variabel Penelitian	21
2.5. <i>Machine Learning</i>	23
2.6. <i>Preprocessing</i>	24
2.6.1. <i>Label Encoding</i>	24

2.6.2. Normalisasi	24
2.7. Seleksi Fitur	25
2.8. <i>Backward Elimination</i>	26
2.9. <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	29
2.10. Fungsi Aktivasi	30
2.10.1. Fungsi Aktivasi ReLu	30
2.10.2. Fungsi Aktivasi Sigmoid	33
2.11. <i>Grid Search</i>	35
2.12. Klasifikasi	36
2.13. <i>Multi Layer Perceptron</i> (MLP)	38
2.14. <i>Confusion Matrix</i>	46
2.15. Integrasi Keilmuan	49
2.15.1. Klasifikasi	49
2.15.2. Seleksi Fitur	51
2.15.3. Kredit dalam Perspektif Islam	53
2.15.4. Gagal Bayar	57
III METODE PENELITIAN	61
3.1. Jenis Penelitian	61
3.2. Sumber Data	61
3.3. Variabel Penelitian	61
3.4. Skenario Pengujian	63
3.5. Tahapan Penelitian	63
3.5.1. Langkah pertama: <i>Input Data</i>	64
3.5.2. Langkah kedua: <i>Preprocessing</i>	64
3.5.3. Langkah ketiga: Pembagian Data	64
3.5.4. Langkah keempat: Seleksi Fitur	64
3.5.5. Langkah kelima: Klasifikasi	67
3.5.6. Langkah keenam: Evaluasi model	69
3.5.7. Langkah ketujuh: Analisis Hasil	69
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	70

4.1. Deskripsi Data	70
4.2. <i>Preprocessing</i>	73
4.2.1. Transformasi Data	74
4.2.2. Normalisasi <i>Min-Max Scaller</i>	75
4.3. Pembagian Data	76
4.4. Seleksi Fitur <i>Backward Elimination</i>	78
4.5. Klasifikasi <i>Multi Layer Perceptron</i>	80
4.5.1. Inisialisasi <i>Neuron</i> , Bobot, dan Bias	80
4.5.2. Pelatihan <i>Feedforward</i>	83
4.5.3. Pelatihan <i>Backward</i>	89
4.5.4. <i>Stopping Criteria</i>	98
4.5.5. Pengujian Model	102
4.5.6. Pengujian Model Sebelum Seleksi Fitur <i>Backward Elimination</i>	103
4.5.7. Pengujian Model Setelah Seleksi Fitur dengan <i>Backward Elimination</i>	109
4.5.8. Perbandingan Model Sebelum dan Sesudah <i>Backward Elimination</i>	115
4.6. Integrasi Keilmuan	116
V PENUTUP	121
5.1. Kesimpulan	121
5.2. Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123

DAFTAR TABEL

3.1	Variabel Prediktor	62
4.1	Sampel Data	70
4.2	Statistika Deskriptif	71
4.3	Data Sebelum Transformasi	74
4.4	Data Setelah Transformasi	75
4.5	Hasil Normalisasi Data	76
4.6	Data <i>Training</i>	77
4.7	Data <i>Testing</i>	77
4.8	Hasil Seleksi Fitur	79
4.9	Data Hasil Seleksi Fitur	80
4.10	Hasil Prediksi	88
4.11	Hasil Evaluasi Setiap Parameter Sebelum Seleksi Fitur	99
4.12	Hasil Evaluasi Setiap Parameter Setelah Seleksi Fitur	101
4.13	<i>Confusion Matrix</i> Model MLP Sebelum Seleksi Fitur	103
4.14	<i>Classification Report</i> Model MLP Tanpa Seleksi Fitur	107
4.15	Evaluasi Hasil MLP Sebelum Seleksi Fitur	109
4.16	Hyperparameter Terbaik dengan <i>Backward Elimination</i>	109
4.17	<i>Confusion Matrix</i> Model MLP dengan <i>Backward Elimination</i>	110
4.18	<i>Classification Report</i> Model MLP Dengan Seleksi Fitur	112
4.19	Evaluasi Hasil MLP dengan <i>Backward Elimination</i>	114
4.20	Perbandingan Hasil Model MLP Sebelum dan Sesudah <i>Backward Elimination</i>	116

DAFTAR GAMBAR

2.1	Fungsi Aktivasi ReLu	31
2.2	Fungsi Aktivasi Sigmoid	33
2.3	Ilustrasi <i>Grid Search Hyperparameter Tunning</i>	36
2.4	Model Arsitektur MLP	39
2.5	Confusion Matrix	46
3.1	Diagram Alur Tahapan Secara Keseluruhan	63
3.2	Diagram Alur Seleksi Fitur <i>Backward Elimination</i>	65
3.3	Diagram Alur MLP	67
4.1	Model Optimal MLP	102

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

Abdusshomad, A. (2023). Berutang dan Membayar Utang Dalam Perspektif Islam. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(2).

Abiyyu, A. S. & Lhaksmana, K. M. (2023). Perbandingan Metode Seleksi Fitur untuk Mengoptimasi Model Support Vector Machine dalam Memprediksi Turnover Pegawai. *eProceedings of Engineering*, 10(2).

Afrianty, I., Kadarman, M., Budianita, E., & Syafria, F. (2024). Klasifikasi Tulang Tengkorak Manusia Berdasarkan Jenis Kelamin Menggunakan Backpropagation Pada Antropologi Forensik. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 5(3), 619–625.

Agustina, R., Magdalena, R., & Pratiwi, N. K. C. (2022). Klasifikasi Kanker Kulit menggunakan Metode Convolutional Neural Network dengan Arsitektur VGG-16. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(2), 446.

Aji, I. K. & Manda, G. S. (2021). Pengaruh risiko kredit dan risiko likuiditas terhadap profitabilitas pada Bank BUMN. *JAD: Jurnal Riset Akuntansi & Keuangan Dewantara*, 4(1), 36–45.

Akbar, W. F. (2024). Implementasi Transfer Learning Model DenseNet169 untuk Klasifikasi Citra Jenis Sampah. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 11(4).

Alhamdani, F. D. S., Dianti, A. A., & Azhar, Y. (2021). Segmentasi Pelanggan

- Berdasarkan Perilaku Penggunaan Kartu Kredit Menggunakan Metode K-Means Clustering. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 6(2), 70–77.
- Alvinnajmi, A. R., Soelistijadi, R., & Saefurrahman, S. (2024). Chatbot Telegram untuk Rekomendasi Pariwisata Daerah Semarang Menggunakan Framework Rasa. *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, (pp. 42–52).
- Amilia, I. R., Oktavianto, H., & Abdurrahman, G. (2021). Penerapan Backward Elimination Untuk Seleksi Fitur Pada Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Penyakit Gagal Jantung. *Jurnal Aplikasi Sistem Informasi dan Elektronika*, 3(1), 32–39.
- Ardiansyah, M. Y. & Budiani, M. S. (2021). Hubungan Kontrol Diri Dan Financial Literacy Dengan Compulsive Buying Pada Pengguna Aplikasi Belanja Online. *Character Jurnal Penelitian Psikologi*, 8(6), 202–216.
- Arifudin, O., Sofyan, Y., Tanjung, R., Rusmana, F. D., et al. (2021). Pengaruh Kelas Sosial, Pengalaman dan Gaya Hidup terhadap Perilaku Penggunaan Kartu Kredit. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 5(1), 286–298.
- Ashuri, P. I., Cahyani, I. A., & Aditya, C. S. K. (2024). Klasifikasi Penyakit Stunting Menggunakan Algoritma Multi-Layer Perceptron. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, 9(1), 52–63.
- Avionilova, H. & Sulianta, F. (2024). Prediksi Potensi Gagal Bayar Kartu Kredit Menggunakan Algoritma ID3.
- Azmi, U. et al. (2023). Analisis Perbandingan Klasifikasi dan Penerapan Teknik SMOTE Dalam Imbalanced Data Pada Credit Card Default. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 12(2), D127–D134.

- Bischl, B., Binder, M., Lang, M., Pielok, T., Richter, J., Coors, S., Thomas, J., Ullmann, N., Becker, M., Klein, T., et al. (2021). Hyperparameter Optimization: Foundations, Algorithms, Best Practices and Open Challenges. <https://arxiv.org/abs/2107.05847/>. [Accessed 30-6-2025].
- Cahya, F. N., Hardi, N., Riana, D., et al. (2021). Klasifikasi penyakit mata menggunakan convolutional neural network (CNN). *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, 10(3), 618–626.
- Darmawan, A. C. & Iswari, L. (2022). Pengembangan Aplikasi Berbasis Web dengan Python Flask untuk Klasifikasi Data Menggunakan Metode Decision Tree C4.5. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(20), 5351–5362.
- Dessiarning, T. Z., Anraeni, S., & Pomalingo, S. (2022). College Academic Data Analysis Using Data Visualization. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 3(5), 1203–1212.
- Devia, A. & Soewito, B. (2023). Analisis Perbandingan Metode Seleksi Fitur untuk Mendeteksi Anomali pada Dataset CIC-IDS-2018. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(4), 572–578.
- Donny, D., Bunyamin, H., et al. (2023). Analisis dan Prediksi Default Kartu Kredit dengan Model Machine Learning. *Jurnal STRATEGI-Jurnal Maranatha*, 5(2), 364–377.
- Dzulhijjah, A. C. M. & Putri, A. (2023). Perspektif Islam Terhadap Jual Beli Secara Kredit. *Religion: Jurnal Agama, Sosial, dan Budaya*, 1(6), 1021–1032.
- Etriyanti, E. (2021). Perbandingan Tingkat Akurasi Metode Knn Dan Decision Tree

- Dalam Memprediksi Lama Studi Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Binary STMIK Bina Nusantara Jaya Lubuklinggau*, 3(1), 6–14.
- Fajri, M. & Primajaya, A. (2023). Komparasi Teknik Hyperparameter Optimization pada SVM untuk Permasalahan Klasifikasi dengan Menggunakan Grid Search dan Random Search. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 7(1), 10–15.
- Fatoni, A. (2022). Analisis Fiqh Terhadap Kartu Kredit Syariah. *Muamalatuna*, 14(1), 17–30.
- Fatriansyah, A. I. A. (2020). Kajian Penelitian Tentang Hukum Jual Beli Kredit. *Suhuf*, 32(1), 50–58.
- Fauzan, R., Wishanesta, I. K. D., Ruswaji, Nasution, T., Damanik, D., Wahyuarini, T., Faliza, N., Sudirjo, F., Manan, M. A., & Sofyanty, D. (2023). *Manajemen Perbankan*. Number July. Padang: PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI.
- Fauziah, R. S. & Fadhilah, N. H. K. (2022). The Impact Of Credit Risk On The Profitability With Characteristics Bank as Control Variables. *JAK (Jurnal Akuntansi) Kajian Ilmiah Akuntansi*, 9(2), 145–158.
- Fibriani, R. (2022). Tinjauan Hukum Kepailitan Koperasi Saat Gagal Bayar Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ius Constituendum*, 7(1), 87–101.
- Firmansyah, I. & Hayadi, B. (2022). Komparasi Fungsi Aktivasi Relu Dan Tanh Pada Multilayer Perceptron. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 6 (2), 200.
- Firmin, S. (2020). Hyperparameter Tuning – Black Magic.
<https://community.alteryx.com/t5/Data-Science/>

Hyperparameter-Tuning-Black-Magic/ba-p/449289. Diakses pada 3 Juli 2025.

Gamadarenda, I. W. & Waspada, I. (2020). Implementasi Data Mining untuk Deteksi Penyakit Ginjal Kronis (PGK) menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN) dengan Backward Elimination. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 7(2), 417–426.

Gulo, S. H. & Lubis, A. H. (2024). Penerapan Multi-Layer Perceptron untuk Mengklasifikasi Penduduk Kurang Mampu. *Explorer*, 4(2), 51–59.

Hamirul, Syukurman, M., Juniarsih, D., Darmawanto, & Zulkifli (2023). *Pinjaman Online Membawa Sengsara*. Insight Mediatama.

Hartono, H., Sadikin, M., Sari, D. M., Anzelina, N., Lestari, S., & Dari, W. (2020). Implementation of Artifical Neural Networks with Multilayer Perceptron for Analysis of Acceptance of Permanent Lecturers. *Jurnal Mantik*, 4(2), 1389–1396.

Hendarsyah, D. (2020). Analisis Perilaku Konsumen dan Keamanan Kartu Kredit Perbankan. *JPS (Jurnal Perbankan Syariah)*, 1(1), 85–96.

Hendrawan, A., Huizen, e. M., Pinem, A. P. R., & Wicaksana, D. I. (2021). Implementasi Pemilihan Fitur Metode Wrapper dan Embedded dalam Prediksi Ketepatan Kelulusan Mahasiswa. *Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SNPPKM)*, (pp. 330–335).

Herdian, C., Kamila, A., & Budidarma, I. G. A. M. (2024). Studi Kasus Feature Engineering Untuk Data Teks: Perbandingan Label Encoding dan One-Hot

- Encoding Pada Metode Linear Regresi. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 15(1), 93–108.
- Herlambang, M. (2019). Deep Learning: Artificial Neural Networks — megabagus.id. <https://www.megabagus.id/deep-learning-artificial-neural-networks/2/>. [Accessed 02-11-2024].
- Ibrahim, N., SAâ, S., Hidayat, B., Darana, S., et al. (2022). Klasifikasi Grade Telur Ayam Negeri secara non-Invasive menggunakan Convolutional Neural Network. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(2), 297.
- Indonesia, B. (2024). Statistik Sistem Pembayaran dan Infrastruktur Pasar Keuangan (SPIP).
- Irawati, M. & Pakereng, M. A. I. (2023). Analisis Pengaruh Jumlah Pengangguran Terhadap Jumlah Kemiskinan Menggunakan Metode Regresi Linier (Studi Kasus: Kota Salatiga). *Jurnal EMT KITA*, 7(2), 401–408.
- Iriananda, S. W., Budiawan, R. W., Rahman, A. Y., & Istiadi, I. (2024). Optimasi Klasifikasi Sentimen Komentar Pengguna Game Bergerak Menggunakan SVM, Grid Search Dan Kombinasi N-Gram. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 11(4), 743–752.
- Irsyad, M. (2020). Penerapan Model Almuqassah Sebagai Model Alternatif Kartu Kredit Syariah Di Indonesia. *SERAMBI: Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Bisnis Islam*, 2(3), 153–168.
- Jacobsen, R. H. (2019). Confusion Matrix and Evaluation

Metrics. https://www.researchgate.net/figure/Confusion-matrix-and-evaluation-metrics_fig3_334840641. [Accessed 23-10-2024].

Janna, N. M. (2021). Variabel dan Skala Pengukuran Statistik. *Jurnal Pengukuran Statistik*, 1(1), 1–8.

Keuangan, O. J. (2024). *Statistik Perbankan Indonesia*. Technical report, Otoritas Jasa Keuangan.

Khalid, R. & Javaid, N. (2020). A Survey on Hyperparameters Optimization Algorithms of Forecasting Models in Smart Grid. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102275.

Kohsasih, K. L., Rizky, M. D. A., Fahriyani, T., Wijaya, V., & Rosnelly, R. (2021). Analisis Perbandingan Algoritma Convolutional Neural Network dan Algoritma Multi-layer Perceptron Neural dalam Klasifikasi Citra Sampah. *Jurnal TIMES*, 10(2), 22–28.

Kusuma, J., Hayadi, B. H., Wanayumini, W., & Rosnelly, R. (2022). Komparasi Metode Multi Layer Perceptron (MLP) dan Support Vector Machine (SVM) untuk Klasifikasi Kanker Payudara. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, 7(1), 51–60.

Kusumawardhani, R., Rizqiena, Z. D., & Astuti, S. P. (2021). *Ekonometrika Suatu Pengantar*. Yogyakarta: Gerbang Media Aksara.

Lonang, S. & Normawati, D. (2022). Klasifikasi Status Stunting Pada Balita Menggunakan K-Nearest Neighbor Dengan Feature Selection Backward Elimination. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 49–56.

- Lubis, M. A. & Putra, M. F. M. (2022). Peer To Peer (P2P) Lending: Hubungan Hukum Para Pihak, Gagal Bayar, Dan Legalitas. *Jurnal USM Law Review*, 5(1), 188–204.
- Masyhudi, H. (2018). Akad-Akad Dalam Kartu Kredit Syariah Perspektif Hukum Islam. *MIYAH: Jurnal Studi Islam*, 14, 105–112.
- McNabb, M. (2020). Linear Regression. [://bookdown.org/mike/dataanalysis/linear-regression.html](http://bookdown.org/mike/dataanalysis/linear-regression.html). [Accessed 2025-06-05].
- Miftahuddin, Y. & Faturrahman, M. M. (2022). Penerapan Data Standardization dan Multilayer Perceptron pada Identifikasi Website Phishing. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, 7(2), 111–123.
- Muhayyan, A. M. (2022). *Deteksi Credit Card Fraud Perbankan Menggunakan Metode Ensemble Stacking*. PhD thesis, Politeknik Negeri ujung Pandang.
- Multazam, S., Cholissodin, I., & Adinugroho, S. (2020). Implementasi Metode Extreme Learning Machine pada Klasifikasi Jenis Penyakit Hepatitis berdasarkan Faktor Gejala. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 4(3), 789–797.
- Muniarty, P., Abbas, D. S., Fatira, M., Sugiri, D., Nurfadilah, D., Moridu, I., Nugroho, L., Soeharjoto, Irwansyah, R., Satriawan, D. G., Muyasaroh, Maulida, S., Bakroh, D. S. B., Sudarmanto, E., Kembauw, E., Hafizh, M., & Suharyati (2020). *Manajemen Perbankan*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Naili, M. & Lahrichi, Y. (2022). Banks' Credit Risk, Systematic Determinants and Specific Factors: Recent Evidence from Emerging Markets. *Heliyon*, 8(2), 1–16.

- Naufal, Y., Nurani, M. F., & Wahyuni, A. (2023). Perbandingan Konseptual Biaya dan Permanfaatan Kartu Kredit Syariah Dan Konvensional. *Falah: Jurnal Hukum Ekonomi Syariah*, 5(2), 59–65.
- Nugroho, H., Yuliasuti, G. E., & Pradana, A. F. (2023). Klasifikasi Diagnosis Diabetes Melitus Menggunakan Metode Naïve Bayes Dengan Seleksi Fitur Backward Elimination. *NERO (Networking Engineering Research Operation)*, 8(2), 97–106.
- Nurchahyo, J. A. & Sasongko, T. B. (2023). Hyperparameter tuning ALGORITMA supervised learning untuk KLASIFIKASI Keluarga Penerima Bantuan Pangan beras. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 12(3).
- Nurzakka, M. (2021). Fenomena Kartu Kredit dalam Tinjauan Hadis. *Living Islam: Journal of Islamic Discourses*, 4(1), 42–60.
- Paraijun, F., Aziza, R. N., & Kuswardani, D. (2022). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Dalam Mengklasifikasi Kesegaran Buah Berdasarkan Citra Buah. *Kilat*, 11(1), 1–9.
- Pasaribu, A. R., Sawaluddin, S., Sitorus, S., & Syahputra, M. (2024). Artificial Neural Network dalam Meramalkan Kasus Covid-19 di Indonesia Menggunakan Metode Backpropagation. *Leibniz: Jurnal Matematika*, 4(1), 34–46.
- Pradana, D., Alghifari, M. L., Juna, M. F., & Palaguna, D. (2022). Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Metode Artificial Neural Network. *Indonesian Journal of Data and Science*, 3(2), 55–60.
- Prasetya, F. A. P. & Rosa, P. H. P. (2024). Implementasi Algoritma XGBOOST Untuk

- Klasifikasi Kegagalan Pembayaran Kredit Nasabah Bank. In *Prosiding Seminar Nasional Informatika Bela Negara*, volume 4 (pp. 110–115).
- Pratiwi, B. P., Handayani, A. S., & Sarjana, S. (2020). Pengukuran Kinerja Sistem Kualitas Udara Dengan Teknologi Wsn Menggunakan Confusion Matrix. *Jurnal Informatika Upgris*, 6(2).
- Purwaningsih, P. (2018). Perlindungan Hukum Terhadap Pemegang Kartu Kredit Sebagai Alat Pembayaran Akibat Kelalaian Pembayaran Tagihan. *YUSTISI*, 5(1), 12–24.
- Purwitasari, N. A. & Soleh, M. (2022). Implementasi Algoritma Artificial Neural Network Dalam Pembuatan Chatbot Menggunakan Pendekatan Natural Language Parocessing. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)*, 6(1).
- Putra, J. V. P., Ayu, F., & Julianto, B. (2023). Implementasi Pendeteksi Penyakit pada Daun Alpukat Menggunakan Metode CNN. In *Seminar Nasional Teknologi & Sains*, volume 2 (pp. 155–162).
- Putri, N. B. & Wijayanto, A. W. (2022). Analisis Komparasi Algoritma Klasifikasi Data Mining Dalam Klasifikasi Website Phishing. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 11(1), 59–66.
- Rahim, A., Kusrini, K., & Luthfi, E. T. (2020). Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Penggunaan Masker. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 10(2), 109–115.
- Rahima, A. & Sapitri, W. (2023). Penerapan Manajemen Risiko Kredit Macet Pada Swamitra Binaan KB Bukopin Yogyakarta. *Jurnal Kebijakan Ekonomi dan Keuangan*, (pp. 156–164).

- Rahmahafida, N. I. (2020). Perlindungan Hukum Pihak Pemberi Pinjaman pada Layanan Pinjaman Pendidikan Berbasis Teknologi Informasi terhadap Risiko Gagal Bayar. *Jurist-Diction*, 3(2), 541–558.
- Ramadhan, N. G. & Khoirunnisa, A. (2021). Klasifikasi Data Malaria Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(4), 1580.
- Rindri, Y. A. & Fitriyani, A. (2023). Analisis Perbandingan Kinerja Algoritma Multilayer Perceptron dan K-Nearest Neighbor pada Klasifikasi Tipe Migrain. *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 13(1), 44–55.
- Rohmah, R. A. & Khusnudin, K. (2024). Implementasi Konsep Qardh dalam Penggunaan Kartu Kredit Syariah. *Jurnal Iqtisaduna*, 10(2), 480–495.
- Roihan, A., Sunarya, P. A., & Rafika, A. S. (2020). Pemanfaatan Machine Learning Dalam Berbagai Bidang. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 5(1), 490845.
- Romantica, K. P. (2019). Analisis Probabilitas Gagal Bayar (Problem Loans) Debitur Menggunakan Model Regresi Logistik Biner. *Jurnal Manajemen Strategi dan Aplikasi Bisnis*, 2(2), 155–164.
- Saraswati, E., Umaidah, Y., & Voutama, A. (2021). Penerapan Algoritma Artificial Neural Network untuk Klasifikasi Opini Publik Terhadap Covid-19. *Generation Journal*, 5(2), 109–118.
- Sari, I. M., Siregar, S., & Harahap, I. (2020). Manajemen Risiko Kredit Bagi Bank Umum. In *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, volume 1 (pp. 553–557).
- Sari, S. W. & Silvia, V. (2024). Evaluasi Pencapaian Kartu Kredit Syariah di Era Konvensional. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Digital*, 1(3), 512–516.

- Satria, A. M., Amran, & Ahmadi, F. (2020). Analisis Hukum Islam Terhadap Penerapan Ta'widh (Ganti Rugi) Pada Pembiayaan Kartu Kredit Syariah. *Wasatiyah: Jurnal Hukum*, 1(1), 49–61.
- Semar, A., Virgantari, F., & Wijayanti, H. (2020). Perbandingan Estimasi S (Scale) Dan Estimasi MM (Method of Moment) Pada Model Regresi Robust Dengan Data Pencilan. *Statmat : Jurnal Statistika Dan Matematika*, 2(1), 21–33.
- Septiany, E. S., Handayani, H. H., Al Mudzakir, T., & Masruriyah, A. F. N. (2024). Optimasi Metode Support Vector Machine Menggunakan Seleksi Fitur Recursive Feature Elimination dan Forward Selection untuk Klasifikasi Kanker Payudara. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, 5(2), 144–154.
- Shabri, H. & Nafis, M. C. (2022). Akad Kartu Kredit Syariah: Analisis Perspektif Hukum Ekonomi Islam. *El-Hekam*, 7(2), 183–190.
- Siang, J. J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB*, volume 2. ANDI Yogyakarta.
- Sianturi, T. B., Cholissodin, I., & Yulistira, N. (2023). Penerapan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) berbasis Multi Fungsi Aktivasi Terbobot dalam Prediksi Harga Ethereum. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(3), 1101–1107.
- Sidik, A. D. & Ansawarman, A. (2022). Prediksi jumlah kendaraan bermotor menggunakan machine learning. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 1(3), 559–568.
- Singgalen, Y. A. (2022). Analisis Performa Algoritma NBC, DT, SVM dalam

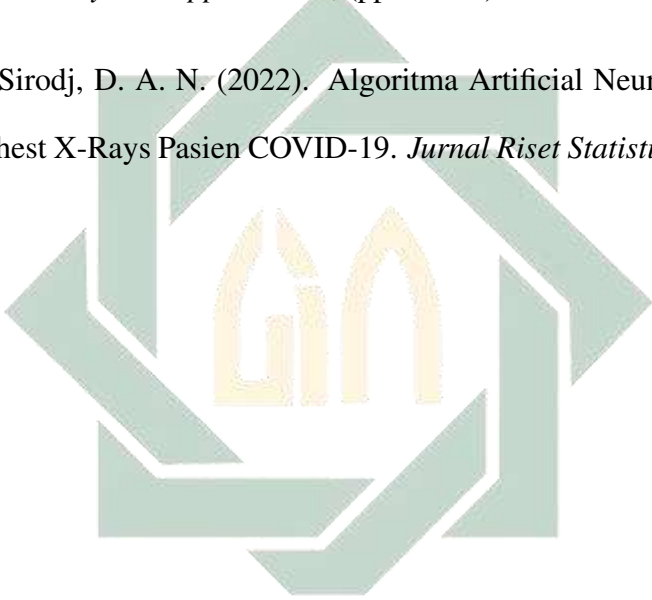
- Klasifikasi Data Ulasan Pengunjung Candi Borobudur Berbasis CRISP-DM. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(3), 1634–1646.
- Sintha, L., Tobing, F., Siregar, E., & Juniasti, R. (2023). Solusi Penanganan Kredit Bermasalah Dampak Pandemi Covid 19 Pada Perbankan. *Jurnal Ekobis: Ekonomi Bisnis dan Manajemen*, 13(1), 15–24.
- Siregar, A. M. (2020). Klasifikasi Untuk Prediksi Cuaca Menggunakan Esemble Learning. *Petir*, 13(2), 522607.
- Soewignjo, S., Mardianto, M. F. F., Pusporani, E., et al. (2023). Prediksi Harga Saham Bank BCA (BBCA) Pasca Stock Split dengan Artificial Neural Network dengan Algoritma Backpropagation. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(4), 1683–1693.
- Suardinata, I. N. D., Utami, N. W., & Alam, H. S. (2024). Prediksi potensi kebangkrutan pada perusahaan yang terdaftar di bea menggunakan algoritma backpropagation neural network. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(1), 748–755.
- Sudarmanto, E., Astuti, A., Kato, I., Basmar, E., Simarmata, H. M. P., Yuniningsih, Y., Irdawati, I., Wisnujati, N. S., & Siagian, V. (2021). Manajemen Risiko Perbankan. *UIN SUNAN AMPEL SURABAYA*
- Suhardin, I., Patombongi, A., & Islah, A. M. (2021). Mengidentifikasi Jenis Tanaman Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network. *Simtek: jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, 6(2), 100–108.
- Suripto, S. & Anton, A. (2023). Analisis Pendapatan Petani Bawang Merah di Kabupaten Brebes. *Journal of Business Economics and Agribusiness*, 1(1), 1–12.
- Syam, A. & Ferawati, A. (2023). Standar Operasional Prosedur Pengajuan Kredit

- Konsumtif Dan Sistem Pengawasan Intern Untuk Mencegah Kredit Macet Pada PT. Bank Mandiri Tbk Cabang Watampone. *Jurnal Mirai Management*, 8(3).
- Tedjosaputro, L. et al. (2022). Penagihan Kartu Kredit Bermasalah Terhadap Nasabah Yang Wanprestasi. *Jurnal Akta Notaris*, 1(2), 144–156.
- Turki, A. & Chtourou, M. (2024). A neuro-fuzzy modular system for modeling nonlinear systems. *Journal of Algorithms and Computational Technology*, 18.
- Vanacore, A., Pellegrino, M. S., & Ciardiello, A. (2024). Fair Evaluation of Classifier Predictive Performance Based On Binary Confusion Matrix. *Computational Statistics*, 39(1), 363–383.
- Wang, H. (2022). Credit Card Customers and Fraud Risk — kaggle.com. <https://www.kaggle.com/datasets/hwwang98/fintechdataset/data>. [Accessed 31-10-2024].
- Wibowo, R. & Indriyawati, H. (2020). Top-k Feature Selction Untuk Deteksi Penyakit Hepatitis Menggunakan Algoritme Naïve Bayes. *Jurnal Buana Informatika*, 11(1), 1–9.
- Wibowo, R. P. (2023). Komparasi Metode Seleksi Fitur Dalam Prediksi Keterlambatan Pembayaran Biaya Kuliah. *Teknika*, 12(1), 73–82.
- Wihasto, H. (2024). Analisis pembiayaan macet pada pembiayaan tanpa agunan (pta) dengan crediet card (studi kasus di bank syariah indonesia di yogyakarta). *Indonesian Journal of Innovation Science and Knowledge*, 1(3), 208–219.
- Wijaya, Y. F. & Triayudi, A. (2023). Perbandingan Algoritma Klasifikasi Data mining pada prediksi penyakit diabetes. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 5(1), 165–174.

Yilmaz, I. (2011). Forecasting Of Natural Gas Consumption With Neural Network And Neuro Fuzzy System. https://www.researchgate.net/figure/Multi-layer-perceptron-neural-network_fig1_252625657. [Accessed 02-11-2024].

Yulianti, S. E. H., Soesanto, O., & Sukmawaty, Y. (2022). Penerapan Metode Extreme Gradient Boosting (XGBOOST) pada Klasifikasi Nasabah Kartu Kredit. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, (pp. 21–26).

Zain, M. N. & Sirodj, D. A. N. (2022). Algoritma Artificial Neural Network dalam Klasifikasi Chest X-Rays Pasien COVID-19. *Jurnal Riset Statistika*, (pp. 137–144).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A