

**HYBRID LONG SHORT TERM MEMORY – MULTILAYER
PERCEPTRON FRAMEWORK UNTUK MENINGKATKAN
PREDIKSI PENJUALAN**



TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Komputer (M.Kom)

ONESINUS SAUT PARULIAN TAMBA

14230003

Program Studi Ilmu Komputer (S2)

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Nusa Mandiri

Jakarta

2025

**SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN
BEBAS PLAGIARISME**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

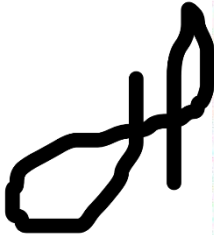
Nama : Onesinus Saut Parulian Tamba
NIM : 14230003
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata dua (S2)
Peminatan : *Artificial Intelligence and Blockchain*

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang telah saya buat dengan judul: “Hybrid Long Short Term Memory - Multilayer Perceptron Framework untuk meningkatkan Prediksi Penjualan” adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar, serta belum pernah diterbitkan atau dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tesis yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri dicabut/dibatalkan.

Jakarta, 17 Juli 2025

Yang menyatakan,



Onesinus Saut Parulian Tamba

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Onesinus Saut Parulian Tamba
NIM : 14230003
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata dua (S2)
Peminatan : *Artificial Intelligence and Blockchain*
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan izin kepada pihak Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri, **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalti-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Hybrid Long Short Term Memory - Multilayer Perceptron Framework untuk meningkatkan Prediksi Penjualan” beserta perangkat yang diperlukan (apabila ada).

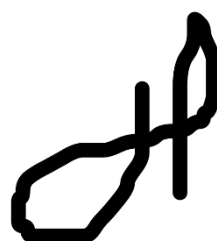
Dengan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** ini, pihak Universitas Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau bentuk-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (database), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 17 Juli 2025

Yang menyatakan,

Onesinus Saut Parulian Tamba

HALAMAN PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Tesis ini diajukan oleh:

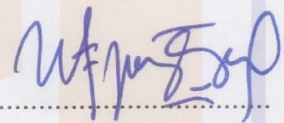
Nama : Onesinus Saut Parulian
NIM : 14230003
Program Studi : Ilmu Komputer
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Artificial Intelligence & Blockchain*
Judul Tesis : Hybrid Long Short Term Memory - Multilayer Perceptron Framework Untuk Meningkatkan Prediksi Penjualan

Telah dipertahankan pada periode 2025-1 dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 11 Agustus 2025

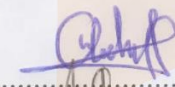
PEMBIMBING TESIS

Pembimbing I : Prof. Dr . Hilman Ferdinandus Pardede,
S.T., M.Eng.



DEWAN PENGUJI

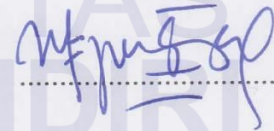
Penguji I : Dr. Agus Subekti, M.T.



Penguji II : Dr. Muhammad Haris, S.Kom.,
M.Eng.



Penguji III /
Pembimbing I : Prof. Dr . Hilman Ferdinandus
Pardede, S.T., M.Eng.

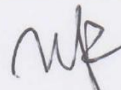




LEMBAR BIMBINGAN TESIS

UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

NIM : 14230003
Nama : Onesinus Saut Parulian Tamba
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Eng. Hilman Ferdinandus Pardede, S.T., M. Eng.
Judul Tesis : *Hybrid Long Short Term Memory - Multilayer Perceptron Framework* untuk meningkatkan Prediksi Penjualan

No	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	08 April 2025	Pembahasan awal topik riset, metodologi yang digunakan, dataset, paper rujukan	
2.	22 April 2025	Melaporkan kemajuan selama 2 minggu untuk bisa menjelaskan: apa yang diprediksi, bagaimana metode / cara kerjanya, dan memberikan hasil eksperimen teknis.	
3.	03 Mei 2025	Pembahasan konsep dan metode penelitian, pemeriksaan setup experiment, pembahasan aksi lanjutan seperti uji coba dan plot hasil.	
4.	14 Mei 2025	Sidang seminar proposal, pembahasan masukan bab 1 – 3.	
5.	31 Mei 2025	Memeriksa detail terkait metode penelitian dan setup experiment untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat	
6.	14 Juni 2025	Menunjukkan hasil experiment dengan setup yang benar sesuai paper rujukan.	
7.	5 Juli 2025	Membahas hasil yang sudah siap untuk di masukan ke dalam laporan penelitian.	

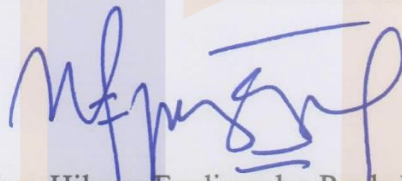
		Melakukan screening penulisan dari Bab 1 hingga Bab 4.	
8.	17 Juli 2025	Melakukan pemeriksaan terhadap penulisan tesis menyeluruh.	

Catatan untuk Dosen Pembimbing.

Bimbingan Tesis

- Dimulai pada tanggal : 08 April 2025
- Diakhiri pada tanggal : 17 Juli 2025
- Jumlah pertemuan bimbingan : 8 (Delapan) kali bimbingan

Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Eng. Hilman Ferdinandus Pardede, S.T., M. Eng.

UNIVERSITAS
NUSA MANDIRI

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus atas berkat dan kasih serta perkenanannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini tepat pada waktunya. Laporan tesis ini penulis sajikan dalam bentuk buku yang sederhana. Judul yang penulis buat yaitu “*Hybrid Long Short Term Memory - Multilayer Perceptron Framework* untuk meningkatkan Prediksi Penjualan”.

Tujuan penulisan laporan tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Laporan Tesis ini diambil berdasarkan hasil penelitian atau riset mengenai model prediksi regresi pada data penjualan ritel. Penulis juga mencari dan menganalisa berbagai macam sumber referensi, baik dalam bentuk jurnal ilmiah, buku-buku literatur, internet, dll yang terkait dengan pembahasan pada laporan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dukungan dari semua pihak dalam pembuatan laporan tesis ini, maka penulis tidak dapat menyelesaikan laporan tesis ini tepat pada waktunya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Mandiri
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri
3. Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri
4. Ketua Program Studi Ilmu Komputer (S2)
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Hilman Ferdinandus Pardede, S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Mama, kakak, adik, keluarga yang selalu memberikan semangat, dukungan, doa dan motivasi alami bagi penulis untuk terus berkembang dan menjadi lebih baik
7. Seluruh Dosen Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri yang telah memberikan pelajaran yang berarti bagi penulis selama menempuh studi

8. Seluruh staf di lingkungan Universitas Nusa Mandiri yang telah melayani penulis dengan baik selama kuliah

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk penulis sebutkan satu persatu sehingga terwujudnya penulisan laporan tesis ini. Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tesis ini masih jauh sekali dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.



ABSTRAK

Nama : Onesinus Saut Parulian Tamba
NIM : 14230003
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Strata dua (S2)
Peminatan : *Artificial Intelligence and Blockchain*
Judul Tesi : *Hybrid Long Short Term Memory - Multilayer Perceptron Framework* untuk meningkatkan Prediksi Penjualan

Penelitian ini mengembangkan model *deep learning* hibrida berbasis *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Multi-Layer Perceptron (MLP)* untuk memprediksi penjualan mingguan ritel. Model ini memanfaatkan LSTM untuk menangkap pola urutan waktu (*time dependent*). Namun LSTM memiliki keterbatasan pada pola atau kejadian yang tidak terikat waktu. Maka MLP dimanfaatkan untuk memproses fitur *time independent* untuk melengkapi konteks atau kejadian yang tidak tertangkap dengan baik oleh LSTM. *Dataset Walmart Recruiting Store Sales Forecasting* yang digunakan telah melalui proses rekayasa fitur dan pra-proses sebelum digunakan dalam pelatihan dan pengujian model. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan lima metrik, yaitu *Mean Absolute Error (MAE)*, *Root Mean Squared Error (RMSE)*, *Mean Squared Error (MSE)*, *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, dan koefisien determinasi (R^2). Model LSTM-MLP menunjukkan performa terbaik dengan nilai MSE sebesar 14.07, RMSE sebesar 3.39, MAE sebesar 2.39, dan MAPE sebesar 12.39, serta R^2 mendekati 1.00. Kinerja model ini mengungguli model-model lain seperti MLP, GRU, dan Transformer dalam hal prediksi penjualan. Hasil ini menunjukkan bahwa arsitektur gabungan LSTM-MLP mampu menangkap kompleksitas pola penjualan secara efektif dan memberikan prediksi yang akurat dan stabil. Model ini potensial untuk diterapkan dalam sistem pendukung keputusan pada sektor ritel guna meningkatkan akurasi estimasi permintaan serta efisiensi perencanaan logistik dan stok.

Kata Kunci: Prediksi Penjualan , LSTM, MLP, Model Hibrid, Prediksi Deret Waktu

ABSTRACT

Name : Onesinus Saut Parulian Tamba
NIM : 14230003
Study of Program : Computer Science
Faculty : Information Technology
Levels : Master's Degree (S2)
Concentration : Artificial Intelligence and Blockchain
Title : Hybrid Long Short Term Memory - Multilayer Perceptron
Framework for sales forecasting

This study develops a hybrid deep learning model based on Long Short-Term Memory (LSTM) and Multi-Layer Perceptron (MLP) to forecast weekly retail sales. The model leverages LSTM to capture time-dependent patterns. However, since LSTM has limitations in recognizing patterns or events that are not bound by temporal sequences, MLP is employed to process time-independent features to complement the context or events that are not well captured by the LSTM. The dataset used, Walmart Recruiting Store Sales Forecasting, underwent feature engineering and preprocessing prior to model training and evaluation. Model performance was assessed using five metrics: Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and the coefficient of determination (R^2). The LSTM-MLP model demonstrated superior performance with an MSE of 14.07, RMSE of 3.39, MAE of 2.39, MAPE of 12.39, and an R^2 approaching 1.00. This model outperformed other architectures such as MLP, GRU, and Transformer in sales prediction tasks. These results indicate that the combined LSTM-MLP architecture effectively captures the complexity of sales patterns and delivers accurate and stable forecasts. The model holds potential for application in decision support systems within the retail sector to enhance demand estimation accuracy and improve the efficiency of logistics and inventory planning.

Keywords: Sales prediction, LSTM, MLP, hybrid model, time series forecasting

DAFTAR REFERENSI

- [1] L. Eglite and I. Birzniece, "Retail Sales Forecasting Using Deep Learning: Systematic Literature Review," *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*, no. 30, pp. 53–62, Apr. 2022, doi: 10.7250/csimq.2022-30.03.
- [2] C. Wang, "Stock price forecasting by ARIMA, linear regression, LSTM and decomposition linear models," *Applied and Computational Engineering*, vol. 55, no. 1, pp. 61–68, Apr. 2024, doi: 10.54254/2755-2721/55/20241572.
- [3] Y. Liu, "Sales Forecasting Based on Transformer-LSTM Model," *Highlights in Science, Engineering and Technology*, vol. 85, pp. 776–782, Mar. 2024, doi: 10.54097/qdavzg31.
- [4] I. Sonata and Y. Heryadi, "Comparison of LSTM and Transformer for Time Series Data Forecasting," in *2024 7th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*, IEEE, Jul. 2024, pp. 491–495. doi: 10.1109/ICICoS62600.2024.10636892.
- [5] Y. Sun and T. Li, "A transformer-based framework for enterprise sales forecasting," *PeerJ Comput Sci*, vol. 10, pp. 1–14, 2024, doi: 10.7717/peerj-cs.2503.
- [6] R. Murugesan, E. Mishra, and A. H. Krishnan, "Forecasting agricultural commodities prices using deep learning-based models: basic LSTM, bi-LSTM, stacked LSTM, CNN LSTM, and convolutional LSTM," *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, vol. 8, no. 3, p. 242, 2022, doi: 10.1504/IJSAMI.2022.125757.
- [7] S. Sautomo and H. F. Pardede, "Prediksi Belanja Pemerintah Indonesia Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM)," *Jurnal RESTI*, vol. 5, no. 1, pp. 99–106, Feb. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i1.2815.
- [8] H. Li and D. Wei, "Prediction based on traditional network prediction model and LSTM deep neural network model," in *Proceedings of the 2023 4th International Conference on Computing, Networks and Internet of Things*, New York, NY, USA: ACM, May 2023, pp. 726–730. doi: 10.1145/3603781.3603910.
- [9] S. Gyamerah and D. R. Korda, "Prediction of Stock Market Returns using LSTM Model and Traditional Statistical Model," *Int J Comput Appl*, vol. 183, no. 37, pp. 57–61, Nov. 2021, doi: 10.5120/ijca2021921773.
- [10] V. Sohrabpour, P. Oghazi, R. Toorajipour, and A. Nazarpour, "Export sales forecasting using artificial intelligence," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 163, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.techfore.2020.120480.
- [11] H. Weytjens, E. Lohmann, and M. Kleinstaub, "Cash flow prediction: MLP and LSTM compared to ARIMA and Prophet," *Electronic Commerce Research*, vol. 21, no. 2, pp. 371–391, Jun. 2021, doi: 10.1007/s10660-019-09362-7.
- [12] W. Zhu, J. Wu, T. Fu, J. Wang, J. Zhang, and Q. Shangguan, "Dynamic prediction of traffic incident duration on urban expressways: a deep learning approach based on

LSTM and MLP,” *Journal of Intelligent and Connected Vehicles*, vol. 4, no. 2, pp. 80–91, Sep. 2021, doi: 10.1108/JICV-03-2021-0004.

- [13] B. Yao, “Walmart Sales Prediction Based on Decision Tree, Random Forest, and K Neighbors Regressor,” 2023.
- [14] S. Raizada and J. R. Saini, “Comparative Analysis of Supervised Machine Learning Techniques for Sales Forecasting,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 12, no. 11, p. 2021, 2021, doi: 10.14569/IJACSA.2021.0121112.
- [15] M. J. A. Shohan, M. O. Faruque, and S. Y. Foo, “Forecasting of Electric Load Using a Hybrid LSTM-Neural Prophet Model,” *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 6, Mar. 2022, doi: 10.3390/en15062158.
- [16] A. Tasdelen and B. Sen, “A hybrid CNN-LSTM model for pre-miRNA classification,” *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-93656-0.
- [17] M. Ali, D. M. Khan, H. M. Alshanbari, and A. A. A. H. El-Bagoury, “Prediction of Complex Stock Market Data Using an Improved Hybrid EMD-LSTM Model,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 3, Feb. 2023, doi: 10.3390/app13031429.
- [18] M. Mohammadi, S. Jamshidi, A. Rezvanian, M. Gheisari, and A. Kumar, “Advanced fusion of MTM-LSTM and MLP models for time series forecasting: An application for forecasting the solar radiation,” *Measurement: Sensors*, vol. 33, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.measen.2024.101179.
- [19] R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, *Forecasting: Principles and Practice*, 3rd ed. OTexts, 2021.
- [20] B. Lim and S. Zohren, “Time-series forecasting with deep learning: a survey,” *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 379, no. 2194, p. 20200209, Apr. 2021, doi: 10.1098/rsta.2020.0209.
- [21] T. Mathonsi and T. L. van Zyl, “A Statistics and Deep Learning Hybrid Method for Multivariate Time Series Forecasting and Mortality Modeling,” *Forecasting*, vol. 4, no. 1, pp. 1–25, Mar. 2022, doi: 10.3390/forecast4010001.
- [22] S. Mohsen, “Recognition of human activity using GRU deep learning algorithm,” *Multimed Tools Appl*, vol. 82, no. 30, pp. 47733–47749, Dec. 2023, doi: 10.1007/s11042-023-15571-y.
- [23] U. M. Sirisha, M. C. Belavagi, and G. Attigeri, “Profit Prediction Using ARIMA, SARIMA and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 124715–124727, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3224938.
- [24] C. C. Izuchukwu Obi, “Demand Forecasting in Retail Business Using the Ensemble Machine Learning Framework-A Stacking Approach,” *American Academic Scientific Research Journal for Engineering*, vol. 98, no. 1, pp. 309–329, 2024, [Online]. Available: https://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/index

- [25] Q. Li and M. Yu, "Achieving Sales Forecasting with Higher Accuracy and Efficiency: A New Model Based on Modified Transformer," *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, vol. 18, no. 4, pp. 1990–2006, Dec. 2023, doi: 10.3390/jtaer18040100.
- [26] G. Woo, C. Liu, D. Sahoo, A. Kumar, and S. Hoi, "ETSformer: Exponential Smoothing Transformers for Time-series Forecasting," Feb. 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2202.01381>
- [27] D. Brykin, "Sales Forecasting Models: Comparison between ARIMA, LSTM and Prophet," *Journal of Computer Science*, vol. 20, no. 10, pp. 1222–1230, 2024, doi: 10.3844/jcssp.2024.1222.1230.
- [28] Hussam Mezher Merdas and Ayad Hameed Mousa, "Food Sales Prediction Using MLP, RANSAC, and Bagging," *Journal of Techniques*, vol. 5, no. 4, pp. 202–208, Dec. 2023, doi: 10.51173/jt.v5i4.1458.
- [29] I. Vallés-Pérez, E. Soria-Olivas, M. Martínez-Sober, A. J. Serrano-López, J. Gómez-Sanchís, and F. Mateo, "Approaching sales forecasting using recurrent neural networks and transformers," *Expert Syst Appl*, vol. 201, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.116993.
- [30] N. Qassrawi, M. Azzeh, and M. Hijjawi, "Drug sales forecasting in the pharmaceutical market using deep neural network algorithms," *International Journal of Systematic Innovation*, vol. 8, no. 3, pp. 63–83, 2024, doi: 10.6977/IJoSI.202409_8(3).0006.
- [31] Y. Niu, "Walmart Sales Forecasting using XGBoost algorithm and Feature engineering," in *Proceedings - 2020 International Conference on Big Data and Artificial Intelligence and Software Engineering, ICBASE 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2020, pp. 458–461. doi: 10.1109/ICBASE51474.2020.00103.
- [32] A. Bin Tayyab and M. F. Nasim, "WALMART SALES PREDICTION BY USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS," 2024.
- [33] Y. F. Akande, J. Idowu, A. Misra, S. Misra, O. N. Akande, and R. Ahuja, "Application of XGBoost Algorithm for Sales Forecasting Using Walmart Dataset," in *Lecture Notes in Electrical Engineering*, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022, pp. 147–159. doi: 10.1007/978-981-19-1111-8_13.
- [34] Y. Liu, "Sales Forecasting Based on Transformer-LSTM Model," 2024.