

Implementasi ANFIS Untuk Forecasting Penjualan Sembako Pada CV XYZ

Muhammad Daffa Fitriansyah^{*1}, Fetty Tri Anggraeny², Henni Endah Wahanani³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, UPN “Veteran” Jawa Timur

E-mail: ¹younjungdalevy@gmail.com, ²fettyanggraeny@upnjatim.ac.id,

³henniendah@upnjatim.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membandingkan kinerja tiga fungsi keanggotaan (membership function) fuzzy, yaitu Gaussmf, Gbellmf, dan Trimf, dalam forecasting penjualan sembako. Evaluasi dilakukan dengan mengukur Root Mean Squared Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pada data pelatihan (training) dan data pengujian (testing) untuk berbagai ukuran jendela (window size). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa fungsi keanggotaan Trimf memiliki kinerja terbaik. Pada ukuran jendela 4, Trimf menghasilkan RMSE pengujian sebesar 1,77 dan MAPE pengujian sebesar 8,23%, lebih baik dibandingkan Gaussmf (RMSE 2,82, MAPE 12,57%) dan Gbellmf (RMSE 4,64, MAPE 17,54%). Sementara itu, Gaussmf dan Gbellmf menunjukkan performa yang kurang baik pada data pengujian, terutama pada ukuran jendela yang lebih besar. Temuan ini menyiratkan bahwa pemilihan fungsi keanggotaan fuzzy yang tepat dapat memberikan peningkatan akurasi prediksi yang signifikan. Penelitian selanjutnya dapat menyelidiki kombinasi fungsi keanggotaan atau parameter lain yang dapat meningkatkan performa prediksi lebih lanjut.

Kata Kunci—Pembelajaran Mesin, Komputasi Lunak, ANFIS, Peramalan

Abstract

This study compares the performance of three fuzzy membership functions—Gaussmf, Gbellmf, and Trimf—in forecasting basic goods sales. The evaluation was conducted by measuring the Root Mean Squared Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) on both training and testing data across various window sizes. The evaluation results indicate that the Trimf membership function achieved the best performance. For a window size of 4, Trimf yielded a testing RMSE of 1.77 and a testing MAPE of 8.23%, outperforming Gaussmf (RMSE 2.82, MAPE 12.57%) and Gbellmf (RMSE 4.64, MAPE 17.54%). Meanwhile, Gaussmf and Gbellmf exhibited weaker performance on testing data, particularly at larger window sizes. These findings suggest that the appropriate selection of fuzzy membership functions can significantly enhance prediction accuracy. Future research could explore combinations of membership functions or other parameters that may further improve forecasting performance.

Keywords— Machine Learning, Soft Computing, ANFIS, Forecasting

1. PENDAHULUAN

Forecasting atau peramalan data runtun waktu (*time series*) merupakan komponen penting dalam berbagai bidang seperti ekonomi, keuangan, dan perencanaan strategis. Kemampuan memprediksi tren dan pola masa depan berdasarkan data historis sangat krusial untuk pengambilan keputusan yang efektif (An et al., 2023). Peramalan merupakan bagian penting dari analitika prediktif yang dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi bisnis untuk mengekstrak nilai dari data *time series* (Shmueli et al., 2024). Salah satu metode peramalan yang semakin populer adalah ANFIS. Metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS)

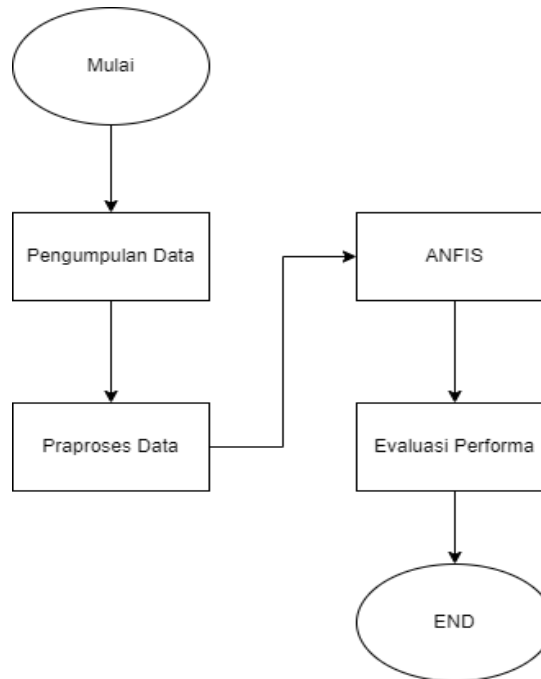
merupakan gabungan antara jaringan syaraf tiruan dan sistem inferensi fuzzy yang efektif dalam menghasilkan prediksi yang akurat (Sinaga et al., 2024). Ada juga Penelitian yang membahas tentang penggunaan metode ARIMA dan jaringan saraf tiruan dalam memprediksi indeks harga konsumen menggunakan data time series. Penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode tersebut dapat digunakan secara efektif dalam memprediksi indeks harga konsumen, tetapi juga dapat diadaptasi untuk menggunakan ANFIS dalam konteks yang sama (Purbasari et al., 2020).

Penelitian lainnya "juga menggunakan ANFIS dengan tiga parameter inputan, dimana hasil prediksi menunjukkan tingkat akurasi 99,203% dan MAPE sebesar 1,2855% (Henny et al., 2022). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dan membandingkan kinerja model ANFIS dengan berbagai tipe fungsi keanggotaan (*membership function*) dalam konteks *forecasting* data runtun waktu. Fokus studi ini adalah pada tiga tipe fungsi keanggotaan yang umum digunakan dalam ANFIS untuk peramalan : Gaussian, Generalized Bell, dan Triangular. Setiap fungsi ini memiliki karakteristik unik yang dapat memengaruhi akurasi model ANFIS. Penelitian ini juga mengeksplorasi pengaruh pada ukuran jendela (*window size*), dengan menguji enam skenario berbeda dari *window size* 1 hingga 6.

Untuk mengevaluasi kinerja model *forecasting*, digunakan dua metrik utama yang relevan dengan peramalan runtun waktu: *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Kedua metrik ini dihitung untuk data pelatihan dan pengujian, memberikan gambaran komprehensif tentang kemampuan model dalam meramalkan data masa depan dan potensi *overfitting*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan berharga tentang pemilihan tipe fungsi keanggotaan optimal untuk aplikasi ANFIS dalam *forecasting* data runtun waktu, serta pemahaman lebih baik tentang pengaruh *window size* terhadap akurasi model peramalan. Temuan ini akan membantu praktisi dan peneliti dalam merancang model *forecasting* ANFIS yang lebih akurat dan andal untuk berbagai aplikasi.

2. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas tiga tipe *membership function* (Gaussian, Generalized Bell, dan Triangular) dalam Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk *forecasting* penjualan sembako di CV. XYZ. Metode penelitian ini dimulai dari pengumpulan dan preprocessing data hingga implementasi ANFIS dengan ketiga tipe *membership function* tersebut serta analisis hasil. Penjelasan ini memberikan gambaran menyeluruh tentang langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini, memastikan bahwa semua aspek penelitian dapat diulang dan dipahami dengan jelas. Selain itu, pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan hasil yang valid dan dapat diandalkan, sehingga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap literatur *forecasting* dalam konteks penjualan sembako. Setiap tahap dalam proses ini didokumentasikan secara rinci untuk memudahkan replikasi dan verifikasi oleh peneliti lain, sekaligus memastikan transparansi metodologi yang digunakan.



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Data penjualan sembako yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari CV. XYZ dan mencakup informasi penjualan harian selama satu tahun. Dataset ini dikumpulkan dalam format CSV yang berisi kolom tanggal dan penjualan. Data ini harus akurat dan lengkap untuk memastikan kualitas input model ANFIS.

2.2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan memerlukan beberapa langkah *preprocessing* untuk meningkatkan kualitas dan kesesuaian dengan model ANFIS. Pembersihan data, proses ini mencakup identifikasi dan penghapusan *outlier* serta nilai yang tidak valid. Metode exponential smoothing digunakan dalam tahap pra-proses untuk menghasilkan estimasi yang lebih akurat berdasarkan data historis (Syaliman et al., 2023), data penjualan diproses dengan menggunakan nilai alpha 0.3 untuk mengurangi fluktuasi dan meningkatkan kestabilan data. Normalisasi data, data dinormalisasi ke dalam rentang 0 hingga 1 untuk memastikan kesesuaian dengan model ANFIS. Pembagian data, rasio dari pembagian data akan dibagi 80 % untuk *training* dan 20 % untuk *testing*.

Pembersihan data sangat penting dalam pengolahan data karena dapat mempengaruhi akurasi model. Menurut jurnal "*Data Preprocessing Techniques for Machine Learning: A Review*" oleh Saeed et al. (2020), pembersihan data meliputi beberapa langkah seperti penghapusan outlier dan nilai yang tidak valid. Penghapusan outlier dapat dilakukan menggunakan metode seperti Z-score atau IQR (Interquartile Range) untuk mengidentifikasi dan menghapus nilai yang tidak normal (Saeed et al., 2020).

2.3. Implementasi ANFIS

ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) adalah metode hibrida yang menggabungkan kemampuan jaringan saraf tiruan dengan logika fuzzy. ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) memiliki kelebihan dalam memprediksi berbagai jenis data time series yang kompleks dan nonlinear (Muzani et al., 2024). Metode ini dirancang untuk mengatasi kompleksitas data dan ketidakpastian dalam prediksi dengan menggunakan aturan fuzzy yang dioptimalkan melalui pembelajaran jaringan saraf. ANFIS dapat menangani

hubungan non-linear antara variabel *input* dan output, menjadikannya cocok untuk berbagai aplikasi prediksi, termasuk forecasting penjualan (Aziz et al., 2022).

Dalam penelitian ini, implementasi model ANFIS dibangun menggunakan *software* MATLAB dengan *Gaussian*, *Generalized Bell*, *Triangular*. Proses ini dimulai dengan pengaturan awal sistem fuzzy menggunakan fungsi *genfis1*, yang secara otomatis menghasilkan sistem *fuzzy* dengan aturan awal yang sesuai. Setelah itu, model dilatih menggunakan data pelatihan untuk mengoptimalkan parameter-parameter ANFIS, dengan tujuan meminimalkan kesalahan peramalan. Pelatihan ini melibatkan penyesuaian parameter seperti bobot dan fungsi keanggotaan untuk meningkatkan akurasi model. Setelah pelatihan, model diuji dengan data uji untuk mengevaluasi performa *forecasting*. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa model dapat menghasilkan prediksi yang akurat dan konsisten

2.4. Skenario Penelitian

Penelitian ini mengevaluasi beberapa skenario berdasarkan ukuran *window size* yang berbeda, mulai dari 1 hingga 6 hari. Skenario ini mencakup ukuran *window size* 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, dan 6 hari, dengan tujuan untuk menilai bagaimana setiap ukuran *window size* mempengaruhi akurasi model ANFIS dalam *forecasting* penjualan sembako. Setiap skenario diuji secara terpisah untuk menentukan ukuran *window size* mana yang memberikan hasil terbaik dalam menghasilkan nilai *error* terkecil untuk kemampuan generalisasi model. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan performa model dengan *gaussmf*, *gbellmf*, *trimf* pada setiap *window size*, sehingga dapat diidentifikasi tipe *membership function* dan ukuran *window size* mana yang paling optimal untuk *forecasting* dalam konteks penelitian ini

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa model *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam *forecasting* penjualan sembako di CV. XYZ. Fokus utama penelitian adalah pada penggunaan tiga tipe *membership function* yang berbeda, yaitu *Gaussian* (*Gaussmf*), *Generalized Bell* (*Gbellmf*), dan *Triangular* (*Trimf*), dengan variasi *window size* dari 1 hingga 6 hari. Hasil analisis akan disajikan dalam bentuk tabel metrik yang mencakup beberapa indikator kinerja, termasuk *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), untuk setiap skenario *window size* yang diuji. Model ANFIS telah dilatih dan diuji menggunakan data penjualan yang telah diproses melalui tahap *preprocessing*, termasuk pembersihan data, penerapan *exponential smoothing*, dan normalisasi. Setiap skenario *window size* diimplementasikan untuk menguji seberapa baik ketiga model *membership function* tersebut dapat memprediksi penjualan sembako dalam jangka pendek dan menengah.

3.1. Hasil Pengujian

Setelah model ANFIS dengan tiga tipe *membership function* (*Gaussian*, *Generalized Bell*, dan *Triangular*) diimplementasikan untuk setiap skenario *window size*, hasil pengujian dilakukan untuk mengukur akurasi prediksi penjualan sembako. Pengujian ini melibatkan perbandingan nilai hasil *forecasting* dengan data aktual, menggunakan metrik evaluasi RMSE dan MAPE. Penggunaan metrik evaluasi RMSE dan MAPE menunjukkan efektivitas model dalam meramalkan penjualan di masa depan, dengan nilai yang rendah mengindikasikan akurasi prediksi yang baik (Amansyah et al., 2024). MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan perhitungan nilai kesalahan absolut pada setiap periode dibagi dengan nilai data aktual untuk periode tersebut, lalu dihitung rata-rata persentasinya dari nilai absolut (Nafa et al., 2023). Hasil evaluasi untuk masing-masing tipe *membership function* pada berbagai *window size* disajikan dalam beberapa tabel, yang mencakup performa model untuk setiap skenario yang diuji. Tabel-tabel tersebut akan menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut mengenai kinerja

masing-masing model dalam berbagai skenario, membantu mengidentifikasi tipe *membership function* yang paling efektif.

Tabel 1. Evaluasi Gaussmf

Window Size	RMSE	MAPE
1	1.88	9.34 %
2	1.92	9.42 %
3	1.96	9.12 %
4	2.82	12,57 %
5	4.04	17.09 %
6	6.68	24,79 %

Model ANFIS dengan *Gaussian Membership Function* (Gaussmf) menunjukkan performa yang konsisten pada skenario *window size* 1 hingga 3. Hal ini terlihat dari nilai RMSE dan MAPE yang relatif rendah, dengan MAPE berada di kisaran 9% hingga 9.42%, mengindikasikan tingkat kesalahan *forecasting* yang cukup rendah. Namun, seiring dengan peningkatan *window size* hingga 4, 5, dan 6 hari, terjadi peningkatan signifikan pada nilai RMSE dan MAPE, yang menunjukkan adanya penurunan akurasi *forecasting* serta indikasi *overfitting*. Selanjutnya, hasil evaluasi untuk Generalized Bell *Membership Function* (Gbellmf) dengan skenario *window size* yang sama disajikan pada Tabel 2, tabel ini akan membantu dalam memahami bagaimana Gbellmf berperforma dibandingkan dengan Gaussmf dalam memprediksi penjualan sembako

Tabel 2. Evaluasi Gbellmf

Window Size	RMSE	MAPE
1	1.84	8.99 %
2	1.92	9.20 %
3	1.77	8.42 %
4	4.64	17,54 %
5	5.25	23.98 %
6	6.42	24,84 %

Hasil evaluasi Gbellmf pada data uji menunjukkan performa yang baik pada *window size* kecil (1-3), dengan RMSE test terendah 1.77 dan MAPE test 8.42% pada *window size* 3. Namun, performanya menurun signifikan pada *window size* lebih besar, dengan RMSE test mencapai 6.42 dan MAPE test 23.84% pada *window size* 6, menunjukkan bahwa Gbellmf kurang efektif untuk *forecast* jangka panjang. Selanjutnya, hasil evaluasi untuk Triangular *Membership Function* (Trimf) dengan skenario *window size* yang sama disajikan pada Tabel 3, tabel ini akan membantu dalam memahami bagaimana Trimf berperforma dibandingkan dengan Gaussmf dan Gbellmf dalam *forecasting* penjualan sembako

Tabel 2. Evaluasi Trimf

Window Size	RMSE	MAPE
1	1.82	8.85 %
2	1.82	8.80 %
3	1.82	8.72 %
4	1.77	8,23 %
5	2.76	12.42 %

6	5.01	20,40 %
---	------	---------

Hasil evaluasi Trimf pada data uji menunjukkan performa yang stabil dan lebih unggul dibandingkan dua tipe *membership function* lainnya, terutama pada *window size* 4. Dengan RMSE test terendah sebesar 1.77 dan MAPE test 8.23%, Trimf memberikan hasil terbaik dalam skenario ini. Meski ada peningkatan *error* pada *window size* yang lebih besar, dengan RMSE test mencapai 5.01 dan MAPE test 20.40% pada *window size* 6, peningkatannya masih lebih moderat dibandingkan Gaussmf dan Gbellmf. Hal ini menunjukkan bahwa Trimf lebih efektif dalam menjaga akurasi *forecast*, baik dalam jangka pendek maupun menengah, dibandingkan dengan dua tipe lainnya yang menunjukkan peningkatan *error* yang lebih tajam pada *window size* besar.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini mengungkapkan bahwa di antara tiga tipe *membership function* yang diimplementasikan dalam model Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk forecasting penjualan sembako, Trimf terbukti memberikan kinerja yang paling optimal. Trimf berhasil mencapai performa terbaik pada *window size* 4, dengan nilai RMSE dan MAPE test yang lebih rendah dibandingkan Gaussmf dan Gbellmf, menunjukkan bahwa Trimf mampu menjaga akurasi prediksi yang lebih baik dalam jangka pendek hingga menengah. Meskipun terjadi peningkatan *error* pada *window size* yang lebih besar, Trimf tetap lebih stabil dibandingkan dua tipe lainnya yang menunjukkan peningkatan *error* yang lebih tajam.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi kombinasi tipe *membership function* atau melakukan penyesuaian parameter lebih lanjut guna meningkatkan akurasi *forecast*, terutama pada *window size* yang lebih besar. Penelitian juga bisa mempertimbangkan pendekatan hybrid, menggabungkan ANFIS dengan teknik machine learning lainnya seperti deep learning, untuk mengatasi masalah *overfitting* dan meningkatkan kinerja model dalam jangka panjang. Selain itu, pengujian pada jenis data penjualan lain atau aplikasi di sektor industri yang berbeda dapat dilakukan untuk menilai generalisasi model yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. An, H., Li, Q., Lv, X., Li, G., Qian, Q., Zhou, G., ... & Zhu, L. (2023). Forecasting daily extreme temperatures in Chinese representative cities using artificial intelligence models. *Weather and Climate Extremes*, 42, 100621.
- [2]. Utami, E., & Hartanto, A. D. (2022). Optimasi Anfis Untuk Prediksi Data Time Series. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(3), 2449-2460.
- [3]. Aziz, A., Arif, M. F., & Alamsyah, M. (2022). Penggunaan metode anfis (adaptive neuro fuzzy inference system) untuk prediksi beban listrik jangka pendek. *JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 3(1), 83-95.
- [4]. Shmueli, G., & Polak, J. (2024). *Practical time series forecasting with r: A hands-on guide*. Axelrod schnall publishers.
- [5]. Syaliman, K. U., Maysofa, L., & Sapriadi, S. (2023). Implementasi forecasting pada penjualan inaura hair care dengan metode single exponential smoothing. *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(2), 82-91.

-
- [6]. Amansyah, I., Indra, J., Nurlaelasari, E., & Juwita, A. R. (2024). Prediksi Penjualan Kendaraan Menggunakan Regresi Linear: Studi Kasus pada Industri Otomotif di Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 1199-1216.
- [7]. Sinaga, M., Sembiring, N., Ginting, E., Sianturi, C. J. M., Fauzi, M., Yudi, Y., & Daifiria, D. (2024). Penerapan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa. *Informatic Technique Journal*, 12(1), 27-39.
- [8]. Bhakti, H. D., & Abror, H. (2022). Aplikasi Adaptive Neuro Fuzzy System (ANFIS) Untuk Mem-prediksi Kebutuhan Gas Bumi Indonesia. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 4(2), 73-84.
- [9]. El Indri, N. N., & Wahanani, H. E. (2023). Pembuatan Sistem Prediksi Persediaan Barang Pada Toko Nabila Menggunakan Metode Weighted Moving Average Dan Reorder Point. *Jurnal Informatika Polinema*, 9(2), 127-132.
- [10].Purbasari, I. Y., Anggraeny, F. T., & Ardiningrum, N. A. (2020). Time-series Modeling for Consumer Price Index Forecasting using Comparison Analysis of AutoRegressive Integrated Moving Average and Artificial Neural Network. In *Proceedings of the International Conference on Culture Heritage, Education, Sustainable Tourism, and Innovation Technologies (CESIT 2020)* (pp. 599-604).
- [11].Novitasari, D. C. R., Rohayani, H., Junaidi, R., Setyowati, R. D., Pramulya, R., & Setiawan, F. (2020, March). Weather parameters forecasting as variables for rainfall prediction using adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) and support vector regression (SVR). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1501, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- [12].Rahmalia, D., Herlambang, T., Kamil, A. S., Rasyid, R. A., Yudianto, F., Muzdalifah, L., & Kurniawati, E. F. (2020, May). Comparison between Neural Network (NN) and Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) on sunlight intensity prediction based on air temperature and humidity. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1538, No. 1, p. 012044). IOP Publishing.
- [13].Sukri, M. I. A., Fauziah, S. N., Pradnya, W. M., & Suyonto, A. (2021). Algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Untuk Perkiraan Intensitas Curah Hujan. *Prosiding SISFOTEK*, 5(1), 102-106.
- [14].Halawa, I. (2021). Sistem Pakar Diagnosa Tumor Wilms Menerapkan Metode Hybrid Case Based Dan Anfis. *Resolusi: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi*, 1(4), 241-247.
- [15].Almufarida, S. A., Batari, R., Hidayat, A., & Pravitasari, A. A. (2021, October). Indonesian Food Price Prediction with Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. In *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics* (pp. 33-37). IEEE.