

Penerapan Metode Hybrid Fuzzy Time Series pada Data IHSG

Rizky Fauzi *, Teti Sofia Yanti

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

rizkyfauzi2089@gmail.com, tetisofiaiyanti@unisba.ac.id

Abstract. Forecasting the Indonesia Composite Stock Price Index (IHSG) plays a crucial role in investment decision-making; however, the volatility and uncertainty of the data make the process complex. This study aims to apply a hybrid Fuzzy Time Series (FTS) method combined with Fuzzy C-Means (FCM) and Markov Chain algorithms to accurately model and forecast IHSG values. The data used consists of daily IHSG closing prices from January 2020 to July 2025, obtained from idx.co.id. The research steps include data preprocessing, determining the universe of discourse, identifying the optimal number of clusters using the Elbow method, constructing fuzzy intervals based on FCM cluster centers, followed by fuzzification, forming Fuzzy Logical Relationship Groups (FLRG), building the Markov transition probability matrix, and conducting prediction with result adjustments. The model was evaluated using RMSE, MAPE, and Theil's U metrics to measure accuracy. The results showed that the hybrid method produced predictions with an RMSE of 65.8147, MAPE of 0.80%, and Theil's U of 0.0102 after adjustment, indicating excellent model performance. In conclusion, the FTS-FCM-Markov hybrid method effectively handles the dynamic characteristics of IHSG data and can serve as an alternative approach for stock market forecasting.

Keywords: *Fuzzy Time Series, Markov Chain, IHSG.*

Abstrak. Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) memiliki peran penting dalam pengambilan keputusan investasi, namun fluktuasi dan ketidakpastian data membuat proses ini menjadi kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode hybrid Fuzzy Time Series (FTS) yang dikombinasikan dengan algoritma Fuzzy C-Means (FCM) dan Markov Chain untuk memodelkan dan meramalkan nilai IHSG secara akurat. Data yang digunakan merupakan harga penutupan IHSG harian dari Januari 2020 hingga Juli 2025 yang diambil dari [Idx.co.id](http://idx.co.id). Langkah penelitian dimulai dengan pra-pemrosesan data, penentuan universe of discourse, penentuan jumlah kluster optimal dengan metode Elbow, pembentukan interval fuzzy berdasarkan pusat kluster FCM, kemudian dilakukan proses fuzzifikasi, pembentukan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG), pembangunan matriks probabilitas transisi Markov, hingga tahap prediksi dan penyesuaian hasil. Model dievaluasi menggunakan metrik RMSE, MAPE, dan Theil's U untuk mengukur tingkat akurasi. Hasil menunjukkan bahwa metode hybrid ini mampu memberikan prediksi dengan RMSE sebesar 65.8147, MAPE 0.80%, dan Theil's U sebesar 0.0102 setelah dilakukan penyesuaian, yang mengindikasikan performa model yang sangat baik. Kesimpulannya, metode hybrid FTS-FCM-Markov terbukti mampu menangani karakteristik data IHSG yang bersifat dinamis dan dapat dijadikan sebagai pendekatan alternatif dalam peramalan pasar saham.

Kata Kunci: *Fuzzy Time Series, Markov Chain, IHSG.*

A. Pendahuluan

Investasi saham merupakan salah satu bentuk aktivitas ekonomi yang populer dan strategis dalam dunia keuangan modern, baik di kalangan investor institusi maupun individu. Salah satu indikator utama yang digunakan dalam menganalisis performa pasar saham di Indonesia adalah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Pergerakan IHSG mencerminkan kondisi pasar modal secara keseluruhan, namun pergerakannya sangat fluktuatif karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kebijakan pemerintah, kondisi ekonomi makro, krisis global, hingga sentimen pasar (Samsul, 2015).

Fenomena fluktuatif IHSG terlihat misalnya saat pandemi COVID-19 pada awal 2020, di mana IHSG sempat anjlok ke level di bawah 4.000 poin, padahal sebelumnya berada di kisaran 6.200 poin (IDX, 2021). Setelah pandemi, pergerakan IHSG mulai pulih dan terus menunjukkan pola yang dinamis hingga pertengahan 2025. Fluktuasi yang tinggi tersebut menandakan bahwa pergerakan IHSG sangat sulit diprediksi secara akurat dengan metode konvensional.

Dalam konteks teori peramalan, metode statistik klasik seperti ARIMA dan regresi linier memiliki keterbatasan, terutama karena mengasumsikan linearitas dan kestasioneran data (Box & Jenkins, 1976). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan alternatif yang mampu menangani ketidakpastian dan dinamika non-linier pada data time series.

Salah satu pendekatan tersebut adalah Fuzzy Time Series (FTS) yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993). FTS merupakan metode yang memanfaatkan logika fuzzy untuk menangani data yang tidak pasti atau kabur (fuzzy), sehingga sangat cocok untuk kasus peramalan pada pasar saham. Pengembangan terbaru dari metode ini adalah Hybrid Fuzzy Time Series, yaitu kombinasi FTS dengan teknik Fuzzy C-Means (FCM) dan Markov Chain. Model hybrid ini dinilai lebih unggul karena dapat mengelompokkan data secara optimal (FCM), menangkap pola transisi antar kondisi (Markov), serta menghasilkan prediksi yang lebih akurat (Alyousifi et al., 2021).

Penelitian sebelumnya oleh Alkasari et al. (2015) menunjukkan bahwa penggunaan metode hybrid FTS-FCM dapat meningkatkan akurasi prediksi dalam kasus indeks keuangan. Demikian pula, studi oleh Yousif Alyousifi et al. (2021) menyatakan bahwa integrasi FTS, FCM, dan Markov Chain memberikan performa terbaik dalam peramalan indeks TAIEX dan polusi udara, dibandingkan metode time series tradisional. Berdasarkan fenomena dan urgensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan model prediksi nilai IHSG dengan pendekatan hybrid FTS-FCM-Markov menggunakan Python.

Rumusan masalah dalam penelitian ini berangkat dari kebutuhan untuk menemukan metode peramalan yang mampu mengatasi fluktuasi dan ketidakpastian pada data IHSG. Peneliti mempertanyakan bagaimana metode Hybrid Fuzzy Time Series dapat diterapkan untuk meramalkan pergerakan IHSG secara akurat. Selain itu, penelitian ini juga berupaya untuk mengeksplorasi tingkat akurasi dan efektivitas dari metode tersebut, serta sejauh mana pendekatan hybrid ini dapat memberikan hasil prediksi yang lebih baik dibandingkan metode peramalan konvensional.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik data IHSG selama periode Januari 2020 hingga Juli 2025 serta mengembangkan model peramalan berbasis Hybrid Fuzzy Time Series yang menggabungkan Fuzzy C-Means dan Markov Chain. Melalui penerapan model ini, penelitian bertujuan menghasilkan prediksi nilai IHSG yang lebih akurat dan stabil. Evaluasi terhadap performa model dilakukan menggunakan indikator statistik seperti Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), dan Theil's U Statistic.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis dan praktis, baik bagi akademisi, analis pasar modal, maupun investor. Secara akademis, penelitian ini dapat menambah literatur tentang pengembangan metode Fuzzy Time Series. Secara praktis, hasil penelitian dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam aktivitas investasi.

Selain itu, kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada penerapan model hybrid FTS-FCM-Markov terhadap data IHSG terkini dengan pemanfaatan Python sebagai alat pemodelan, yang belum banyak digunakan dalam penelitian lokal. Penggunaan bahasa pemrograman Python memungkinkan proses pemodelan dilakukan secara otomatis, replikasi hasil lebih mudah, dan akurasi dapat diuji secara sistematis.

B. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, menggunakan metode Hybrid Fuzzy Time Series yang memadukan algoritma Fuzzy C-Means (FCM) dan Markov Chain. Pemilihan metode ini dilatarbelakangi oleh kompleksitas data indeks harga saham yang bersifat fluktuatif dan tidak pasti. Penggunaan kombinasi metode ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi prediksi nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Seluruh proses dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python, yang mendukung pengolahan numerik, penerapan metode fuzzy, dan analisis statistik secara efisien.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa harga penutupan harian IHSG dari bulan Januari 2020 hingga Juli 2025, yang diunduh dari situs resmi Bursa Efek Indonesia (www.idx.co.id). Data ini bersifat univariat dan digunakan sebagai deret waktu untuk membentuk model prediksi. Untuk proses analisis, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu 80% sebagai data pelatihan (training) dan 20% sebagai data pengujian (testing).

Untuk memberikan gambaran yang lebih sistematis mengenai keseluruhan proses penelitian ini, berikut disajikan diagram alur yang menggambarkan tahapan-tahapan utama dalam penerapan metode Hybrid Fuzzy Time Series berbasis Fuzzy C-Means dan Markov Chain.



Gambar 1. Diagram Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis, dimulai dari perumusan masalah dan tujuan penelitian, dilanjutkan dengan pengumpulan data IHSG, kemudian dilakukan proses pra-pemrosesan yang mencakup normalisasi, pengecekan kelengkapan data, serta pembagian data menjadi data training dan testing. Setelah itu, dilakukan penentuan universe of discourse (U) sebagai batas bawah dan atas dari domain fuzzy yang akan digunakan. Nilai ini dihitung berdasarkan nilai minimum dan maksimum dari data pelatihan dengan menambahkan margin sebesar 10% pada kedua sisi rentang, dirumuskan sebagai.

$$[D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (1)$$

Setelah semesta pembicaraan ditentukan, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah kluster optimal. Proses ini dilakukan dengan menggunakan metode Elbow, yang menganalisis nilai Within Cluster Sum of Squares (WCSS) terhadap berbagai jumlah kluster. Rumus yang digunakan untuk menghitung WCSS adalah.

$$WCSS = \sum_{k=1}^k \sum_{i \in c_k} ||y_i - \mu_k||^2 \quad (2)$$

Selanjutnya, dilakukan proses Fuzzy C-Means Clustering (FCM), yaitu proses pembentukan kluster yang mempertimbangkan derajat keanggotaan fuzzy dari setiap data terhadap masing-masing pusat kluster. Tujuan FCM adalah meminimalkan fungsi objektif berikut.

$$\min: \sum_{i=1}^I \sum_{c=1}^C u_{ic}^m d_{ic}^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{c=1}^C u_{ic}^m ||y_i - h_c||^2; \sum_{c=1}^C u_{ic} = 1, u_{ic} \geq 0 \quad (3)$$

Setelah diperoleh pusat kluster, dibentuklah interval fuzzy, dan setiap interval ditentukan titik tengahnya yang akan digunakan pada proses defuzzifikasi. Rumus untuk titik tengah interval adalah.

$$B_i = \frac{\text{batas bawah} + \text{batas atas}}{2} \quad (4)$$

Kemudian, dilakukan fuzzifikasi, yaitu proses konversi nilai numerik IHSG menjadi representasi linguistik berdasarkan keanggotaan fuzzy tertinggi. Dari data yang telah difuzzifikasi, dibentuklah Fuzzy Logical Relationships (FLR), yaitu hubungan logis antar status fuzzy yang terjadi secara berurutan. Kumpulan dari hubungan tersebut kemudian dikelompokkan menjadi Fuzzy Logical Relationship Groups (FLRG).

Selanjutnya, untuk menangkap dinamika transisi antar status fuzzy, dibangunlah matriks probabilitas transisi Markov berdasarkan frekuensi transisi pada FLRG. Rumus untuk menghitung probabilitas transisi antar state adalah.

$$P_{ij} = \frac{(N_{ij})}{N_i}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Proses prediksi dilakukan berdasarkan pola transisi probabilitas yang telah terbentuk. Jika dalam satu FLRG terdapat lebih dari satu kemungkinan transisi, maka digunakan pendekatan satu-ke-banyak dengan rumus prediksi.

$$\hat{y}_{t+1} = \sum P_{ij} \cdot \text{mid}(B_j) \quad (6)$$

Untuk meningkatkan akurasi, dilakukan proses penyesuaian nilai prediksi dengan mempertimbangkan deviasi nilai aktual sebelumnya terhadap nilai tengah interval fuzzy yang bersesuaian. Rumus penyesuaiannya adalah.

$$\hat{y}_{t+1}^* = \hat{y}_{t+1} + (y_t - \text{mid}(B_j)) \quad (7)$$

Langkah terakhir adalah evaluasi akurasi model menggunakan tiga metrik statistik. Pertama adalah Root Mean Square Error (RMSE), mengukur besar kesalahan prediksi dalam satuan aslinya.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (Y_t - \hat{y}_t)^2}{N}} \quad (8)$$

Kedua, digunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), yang menyatakan kesalahan dalam bentuk persentase.

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \left(\frac{Y_t - \hat{y}_t}{Y_t} \right) (100) \right| \quad (9)$$

Ketiga adalah Theil's U Statistic, yaitu rasio untuk mengukur efisiensi model dibandingkan model naive.

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \hat{y}_t^2}} \quad (10)$$

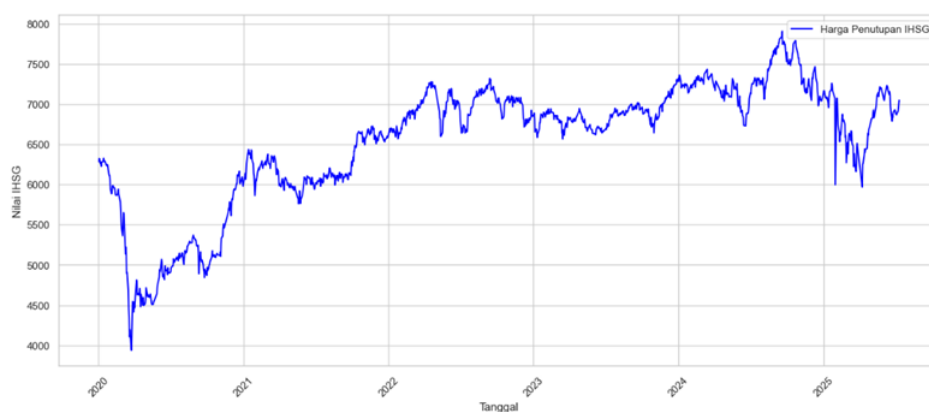
Seluruh tahapan ini menggambarkan proses riset yang sistematis, mulai dari perumusan tujuan, pengumpulan data, pemrosesan, pemodelan, evaluasi model, hingga prediksi nilai IHSG.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bagian ini memuat mengenai hasil-hasil penting dari penelitian yang telah dilakukan. Proses pengolahan dan analisis data dijelaskan secara sistematis mulai dari pembentukan kluster hingga evaluasi prediksi. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan uraian narasi yang mendetail. Berikut hasil yang diperoleh.

Hasil Temuan Pertama

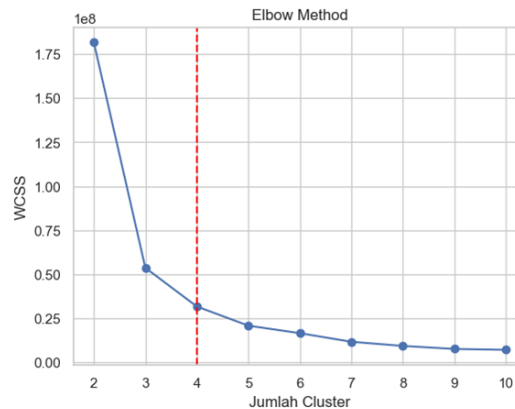
Data yang digunakan adalah data penutupan harian IHSG periode Januari 2020 sampai Juli 2025 sebanyak 1.372 observasi. Pra-pemrosesan dilakukan untuk memastikan data bersih dari nilai hilang dan outlier.



Gambar 2. Grafik Pergerakan Harga Penutupan IHSG Periode Januari 2020 – Juli 2025

Gambar 2 memperlihatkan fluktuasi harga penutupan IHSG selama periode penelitian. Terlihat penurunan signifikan pada awal tahun 2020 yang berkaitan dengan dampak pandemi COVID-19. Setelah periode tersebut, IHSG secara bertahap mengalami pemulihan dan mencapai puncak pada awal tahun 2024 sebelum kembali mengalami koreksi. Pola naik turun inilah yang menjadi dasar pembentukan interval fuzzy serta prediksi pergerakan selanjutnya.

Setelah itu, metode Elbow digunakan untuk menentukan jumlah kluster optimal. Grafik hasil metode Elbow menunjukkan titik siku pada kluster ke-5, yang kemudian digunakan sebagai jumlah kluster pada Fuzzy C-Means.

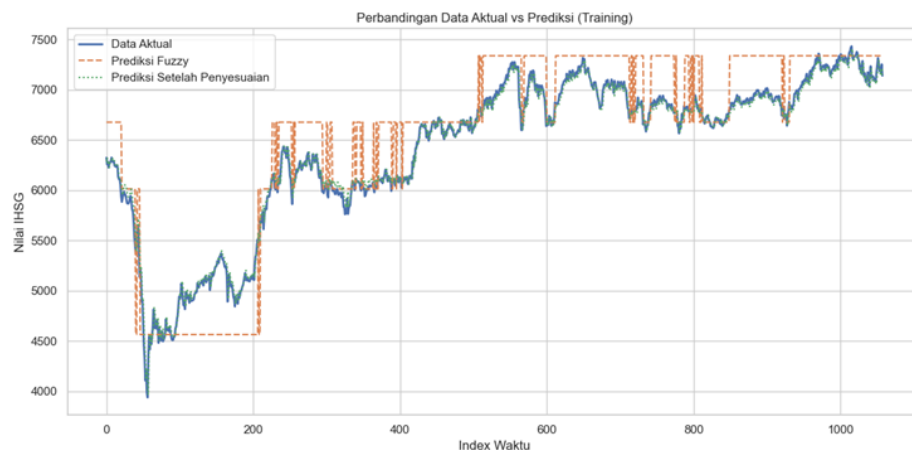


Gambar 3. Grafik Elbow Method untuk Penentuan Jumlah Kluster Optimal

Gambar 3 menunjukkan grafik Elbow Method berdasarkan nilai Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) terhadap jumlah kluster yang diuji. Dari grafik terlihat bahwa terjadi penurunan WCSS yang signifikan hingga kluster ke-4, kemudian penurunannya mulai melandai pada kluster berikutnya. Oleh karena itu, titik siku (elbow) pada kluster ke-4 dipilih sebagai jumlah kluster optimal dalam pengelompokan menggunakan Fuzzy C-Means. Penetapan jumlah kluster ini bertujuan untuk memastikan pembentukan interval fuzzy yang representatif dan adaptif terhadap distribusi data IHSG

Analisis dan Pembahasan

Prediksi nilai IHSG dilakukan menggunakan model hybrid FTS-FCM-Markov yang telah dibangun berdasarkan data pelatihan. Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data aktual untuk mengukur tingkat akurasi model. Gambar berikut menunjukkan visualisasi hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual IHSG pada periode pengujian.



Gambar 4. Perbandingan Data Aktual vs Prediksi (Training)

Dari Gambar 4 terlihat bahwa kurva prediksi berhasil mengikuti pola pergerakan data aktual secara umum. Meski terdapat fluktuasi jangka pendek, model mampu menangkap arah tren utama IHSG secara konsisten. Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan hybrid yang digunakan cukup efektif dalam memodelkan dinamika pasar saham yang kompleks dan tidak linier.

Selanjutnya, untuk mengevaluasi kinerja model secara kuantitatif, digunakan tiga metrik evaluasi yaitu Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), dan Theil's U statistic. Ketiga metrik ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai seberapa dekat hasil prediksi dengan data aktual.

Tabel 1. Contoh Tabel Karakteristik

Metrik Evaluasi	Tanpa Penyesuaian	Dengan Penyesuaian
RMSE	359.9085	65.8147
MAPE	4.70%	0.80%
Theil's U	0.0558	0.0102

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2024.

Tabel 2 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan akurasi yang signifikan setelah dilakukan penyesuaian pada hasil prediksi. Nilai RMSE menurun dari 87.2631 menjadi 65.8147, sementara MAPE yang sebelumnya sebesar 1.34% berhasil ditekan menjadi 0.80%. Nilai Theil's U sebesar 0.0102 juga menunjukkan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Menurut Lewis (1982), nilai MAPE di bawah 10% termasuk dalam kategori “highly accurate forecasting”, sehingga model ini dapat dikatakan sangat andal.

Kinerja yang baik ini tidak lepas dari kontribusi masing-masing komponen dalam model hybrid. Penggunaan Fuzzy C-Means (FCM) memungkinkan pembentukan interval fuzzy yang lebih representatif dan adaptif terhadap distribusi data. Sementara itu, integrasi Markov Chain memberikan kerangka probabilistik yang memperkuat prediksi berdasarkan transisi historis antar state. Kombinasi ini secara sinergis mengurangi ketidakpastian dalam proses peramalan.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, seperti Alyousifi et al. (2021) yang melaporkan MAPE sebesar 1.2% dalam studi serupa terhadap indeks saham TAIEEX, hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan performa yang lebih baik. Hal ini membuktikan bahwa model hybrid FTS-FCM-Markov mampu beradaptasi dengan karakteristik data IHSG secara optimal.

Meskipun demikian, model ini memiliki keterbatasan saat menghadapi kejadian ekstrem yang tidak tercermin dalam pola historis, seperti krisis keuangan atau perubahan kebijakan mendadak. Oleh karena itu, penerapan model ini lebih cocok untuk peramalan jangka pendek hingga menengah pada kondisi pasar yang relatif stabil.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode hybrid Fuzzy Time Series yang dikombinasikan dengan algoritma Fuzzy C-Means dan Markov Chain mampu menghasilkan prediksi nilai IHSG dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Hasil evaluasi menggunakan RMSE, MAPE, dan Theil's U menunjukkan bahwa model hybrid ini efektif dalam menangkap pola pergerakan IHSG, bahkan dalam kondisi pasar yang fluktuatif. Nilai MAPE yang rendah (0.80%) serta Theil's U yang mendekati nol (0.0102) mengindikasikan bahwa model yang dibangun mampu melakukan peramalan dengan tingkat kesalahan minimal.

Keunggulan model ini terletak pada fleksibilitas pembentukan interval fuzzy menggunakan FCM dan kestabilan prediksi yang diperoleh dari penerapan Markov Chain. Secara umum, pendekatan hybrid ini dapat dijadikan alternatif dalam peramalan pasar saham, khususnya untuk data yang bersifat nonlinier dan tidak stasioner.

Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, model ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mempertimbangkan variabel eksternal seperti suku bunga, nilai tukar, atau sentimen pasar, guna meningkatkan akurasi dan cakupan prediksi. Selain itu, perbandingan kinerja dengan model berbasis machine learning seperti LSTM atau XGBoost juga layak untuk dieksplorasi, agar dapat mengetahui keunggulan relatif dari metode hybrid ini dalam konteks big data dan pasar yang lebih kompleks.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Islam Bandung atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan arahan serta masukan berharga sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Bursa Efek Indonesia atas tersedianya data IHSG yang menjadi dasar dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amalina, F. N., & Achmad, A. I. (n.d.). *Perbandingan Fuzzy C-Means Clustering Dan Fuzzy Possibilistic C-Means Clustering dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Berdasarkan Akses terhadap Sumber Air dan Sanitasi Layak pada Tahun 2020*. <https://journals.sangkurianpublisher.com/datamath>
- Muhamad Aldin Hidayat. (2022). Analisis Teknikal Pergerakan Harga Saham dengan Indikator Candlestick, Moving Average, dan Stochastic Oscillator. *Jurnal Riset Manajemen Dan Bisnis*, 36–42. <https://doi.org/10.29313/jrmb.v2i1.906>
- Widhi Aryanti, & Nur Azizah Komara Rifai. (2023). Penerapan Artificial Neural Network dengan Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Harga Saham. *Jurnal Riset Statistika*, 107–118. <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i2.2953>
- Alyousifi, Y., Othman, M., Husin, A., & Rathnayake, U. (2021). A new hybrid fuzzy time series model with an application to predict PM10 concentration. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112875>
- Bezdek, J. C. (1981). Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. <https://doi.org/https://doi.org/10.1137/0140029>
- Frans Susilo SJ. (2006). Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya. 979-756-150-4.
- George E.P. Box, & Gwilym M. Jenkins. (1976). Time Series Analysis Forecasting and Control. Holden.
- Maharaj, E. A., D'Urso, P., & Caiado, J. (2019). Time Series Clustering and Classification. Taylor & Francis Group.
- Ross, S. M. (2007). A First Course In Probability.
- Rui Xu, & Donald C. Wunsch II. (2009). Clustering. <https://doi.org/10.1002/9780470382776>
- Song, Q., & Chissom, B. S. (1993). Forecasting enrollments with fuzzy time series-Part I. In *Fuzzy Sets and Systems* (Vol. 54).
- Song, Q., & Chissorn, B. S. (1994). Forecasting enrollments with fuzzy time series-part II. In *Fuzzy Sets and Systems* (Vol. 62).
- Tsaur, R.-C. (2012). A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With An Application To Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan And Us Dollar. In *International Journal Of Innovative Computing, Information And Control Ictic International C* (Vol. 8, Issue 7).
- Ujjianto, Y., & Irawan, M. I. (2015). Perbandingan Performansi Metode Peramalan Fuzzy Time Series Yang Dimodifikasi Dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Studi Kasus: Penutupan Harga Ihsg). *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 4. <https://doi.org/10.12962/J23373520.V4i2.11955>