

IMPLEMENTASI ALGORITMA RANDOM FOREST UNTUK KLASIFIKASI NILAI TUKAR EURO DAN DOLLAR SECARA REAL-TIME

Sa'ban^{1*}, Muhammad Faisal², Rizki Yusliana Bakti³

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

¹ 105841110322@student.unismuh.ac.id,

² muhfaisal@unismuh.ac.id,

³ rizkiyusliana@unismuh.ac.id

*Corresponding Author

Informasi Artikel

Pengajuan : 05-08-2026
Peninjauan : 13-08-2026
Revisi : 27-08-2026
Diterima : 05-09-2026
Diterbitkan : 15-09-2026

Kata Kunci:

EUR/USD, Two-Stage
Machine Learning, Feature
Engineering, Foreign
Exchange, Technical
Indicators.

Abstrak

Penelitian ini membahas pengembangan sistem prediksi pergerakan nilai tukar pasangan mata uang EUR/USD berbasis situs web dengan menerapkan algoritma Random Forest. Aliran data awal yang digunakan merupakan riwayat harga Open, High, Low, Close, Volume (OHLCV) yang ditarik secara realtime sejak tahun 2021 melalui API MetaTrader 5. Permasalahan utama penelitian adalah tingkat volatilitas pasar valuta asing yang ekstrem sehingga menyebabkan kerugian bagi pelaku pasar ritel akibat pengambilan keputusan yang subyektif. Penelitian ini bertujuan membangun sistem komputasi cerdas dua tahap (Two-Stage Machine Learning) yang mampu mengklasifikasikan arah tren (Naik, Turun, Stabil) dan mengestimasi target jarak pergerakan dalam satuan pips. Variabel yang digunakan mencakup 14 fitur teknikal dari tiga kerangka waktu (M15, H1, H4). Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, rekayasa fitur (feature engineering), penyelarasan waktu (backward merging), pelatihan model Random Forest Classifier dan Regressor, implementasi dashboard website, serta pengujian fungsionalitas waktu nyata (real-time). Pengujian model klasifikasi dievaluasi melalui dua skenario batas toleransi (threshold), yakni 3 pips dan 17 pips. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa skenario 17 pips menghasilkan akurasi sebesar 85,28% untuk 1 jam ke depan, namun rentan terhadap class imbalance karena didominasi oleh tebakan kelas stabil. Sebaliknya, penerapan batas 3 pips dipilih untuk menjaga keseimbangan deteksi (balanced detection) pada pergerakan tren yang aktif, meskipun akurasi keseluruhannya berada pada 47,80%. Pemilihan batas 3 pips ini juga ditujukan sebagai baseline pengujian, dengan menyadari perlunya penyesuaian lebih lanjut terhadap spread dan slippage pada transaksi perdagangan riil. Sistem regresi mencapai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 4,33 pips. Sistem yang dibangun mampu membantu pelaku pasar mendapatkan rekomendasi prediksi target secara terstruktur dan objektif.

How to Cite : Sa'ban, S., Faisal, M., & Bakti, R. Y. (2026). Implementasi algoritma random forest untuk klasifikasi nilai tukar euro dan dollar secara real-time. Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT), 3(4), 411–419. <https://doi.org/10.70248/jcsit.v3i4.4408>

DOI : <https://doi.org/10.70248/jcsit.v3i4.4408>

This is an open access article under <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
Copyright© 2026 by Author. Published by Yayasan Nuraini Ibrahim Mandiri



PENDAHULUAN

Pasar valuta asing (forex) merupakan pasar keuangan terbesar di dunia yang memfasilitasi transaksi pertukaran mata uang antarnegara secara global (Zahwa et al., 2023). Dalam pelaksanaannya, akurasi prediksi arah harga menjadi aspek penting karena nilai tukar yang sangat volatil dapat mengurangi stabilitas investasi dan menimbulkan kerugian bagi pelaku pasar ritel (Fadillah et al., 2025). Pada instrumen EUR/USD, proses penentuan keputusan membutuhkan pengolahan data makroekonomi dan sentimen pasar secara cepat. Tingginya volatilitas dan banyaknya noise pada pergerakan harga membuat analisis prediktif secara manual sangat sulit dilakukan,

karena pergerakan tersebut sangat dipengaruhi oleh perilaku manusia, sehingga membuka peluang terjadinya ketidaktepatan keputusan akibat bias emosi (Guyard & Deriaz, 2024). Berdasarkan laporan Australian Securities and Investments Commission, mayoritas trader ritel mengalami kerugian signifikan pada pasangan volatil seperti EUR/USD akibat 2 kurangnya manajemen risiko yang objektif (Asic, 2026). Permasalahan dalam perdagangan valuta asing tidak hanya berkaitan dengan volatilitas, tetapi juga kualitas metode analisis yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Keterlambatan respons terhadap data real-time serta bias psikologis menyebabkan perbedaan antara rencana perdagangan dengan eksekusi di lapangan (Pratama et al., 2023).

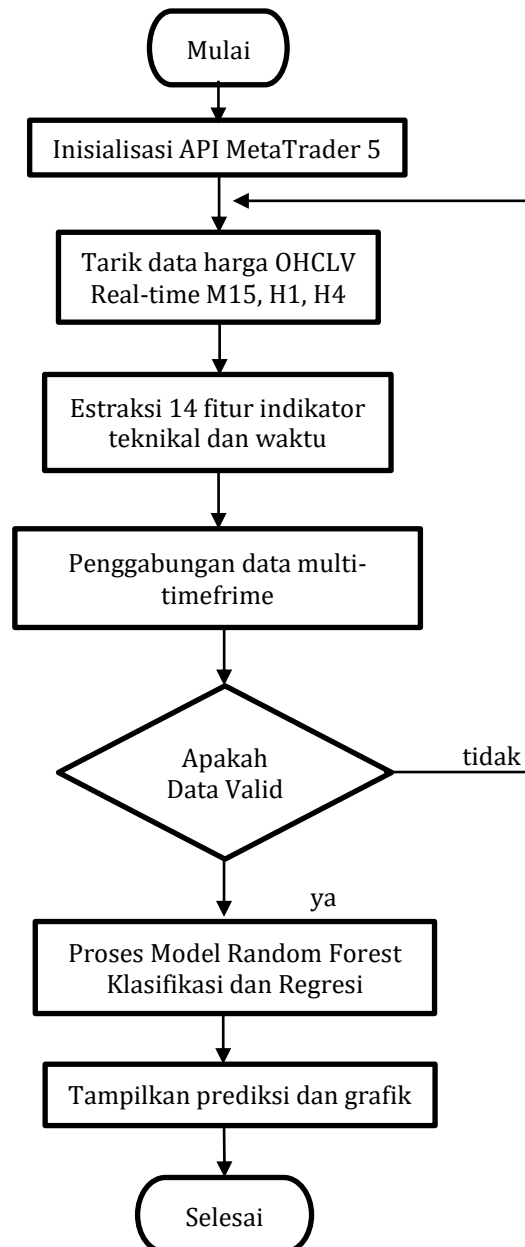
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan machine learning dan sistem pendukung keputusan komputasional dapat digunakan untuk membantu proses peramalan arah harga berdasarkan pola masa lampau (Thao et al., 2024). Oleh karena itu, pemanfaatan sistem informasi berbasis data real-time menjadi relevan untuk meningkatkan kecepatan analitik dan objektivitas proses perdagangan. Machine learning memberikan peluang untuk mengolah pola deret waktu (timeseries) sehingga sistem dapat melakukan klasifikasi terhadap pergerakan pasar baru. Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan algoritma Long Short-Term Memory (LSTM), K-Nearest Neighbors (KNN), hingga regresi linier klasik untuk menentukan kelayakan investasi dan memprediksi fluktuasi nilai tukar (Baradja, 2023; Hidayat et al., 2024; Pahlevi, 2023). Studi komparatif lain juga berhasil mengkategorikan pergerakan kurs EUR/USD menggunakan pendekatan ensemble statis (El Mahjouby et al., 2024).

Pemilihan algoritma Random Forest dalam penelitian ini didasari oleh kemampuannya menangani data nonlinier berskala besar tanpa prapemrosesan yang rumit. Meskipun Random Forest pada dasarnya bukan pemodelan sekuensial temporal dan tidak memiliki mekanisme memori layaknya Long Short-Term Memory (LSTM), keterbatasan ini diatasi melalui proses rekayasa fitur (feature engineering). Penggunaan fitur lagged dan ekstraksi indikator multi-timeframe berfungsi sebagai representasi historis, memungkinkan struktur pohon keputusan (decision trees) untuk merekam efek momentum dan volatilitas masa lalu dalam mengeksekusi klasifikasi waktu nyata (Sucahyo et al., 2024; Wang, 2023).

Namun demikian, volatilitas pasar valuta asing tidak hanya dipengaruhi oleh pola harga teknikal. Indikator teknikal murni sering kali bersifat lambat (lagging) dan rentan menghasilkan sinyal palsu saat menghadapi peristiwa kejutan pasar (market shock) akibat rilis berita makroekonomi yang fundamental. Oleh karena itu, sistem pendukung keputusan yang dibangun harus dievaluasi secara menyeluruh untuk membedakan pergerakan tren yang stabil dari lonjakan acak akibat berita. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi model Random Forest Classifier dan Regressor (Dua Tahap) ke dalam antarmuka website interaktif yang menarik aliran data secara langsung (real-time). Sistem tidak hanya menghasilkan satu prediksi arah secara kategorikal, tetapi juga menyediakan proses estimasi target jarak (pips) secara serentak melalui fitur seperti live chart, rekaman riwayat prediksi per jam, dan evaluasi hasil otomatis (Khalifa, 2025). Dengan demikian, penelitian ini tidak berhenti pada evaluasi model klasifikasi semata, tetapi juga menguji keterpakaian sistem terhadap fluktuasi pasar nyata. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem prediksi nilai tukar EUR/USD berbasis situs web yang menerapkan Random Forest dengan pendekatan dua tahap menggunakan serangkaian fitur indikator teknikal (Maruf et al., 2025), dan mengevaluasi hasil kinerja model serta fungsi sistem pendukung keputusan yang dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan komputasional kuantitatif berbasis model pembelajaran mesin. Objek penelitian adalah data harga pasangan mata uang EUR/USD yang diperoleh secara real-time dari MetaTrader 5 melalui API Python. Penelitian dilakukan dengan tahapan pengumpulan data lintas kerangka waktu (M15, H1, H4), rekayasa fitur (feature engineering), penyelarasan waktu, pembagian data, pelatihan algoritma Random Forest Classifier dan Regressor, implementasi dashboard website dengan Streamlit, serta pengujian sistem. Secara umum, rancangan penelitian diarahkan untuk menghasilkan antarmuka yang dapat membantu trader dalam memperoleh rekomendasi arah dan target jarak secara otomatis.



Gambar 1. Alur pengembangan sistem prediksi nilai tukar

1. Pengumpulan Data dan Ekstraksi Fitur

Data penelitian dikumpulkan dalam bentuk matriks *dataframe* dari hasil ekstraksi *Open, High, Low, Close, Tick Volume* (OHLCV). Atribut awal tersebut

diolah menjadi 14 fitur teknikal yang mencerminkan tingkat kejenuhan, momentum, dan volatilitas pasar. Penggunaan berbagai rentang waktu (*Multi-Timeframe*) ini krusial untuk menyaring sinyal-sinyal bias dalam pengambilan keputusan jangka pendek (Oyemade & Enebeli, 2021).

Tabel 1. Variabel input (Fitur) yang digunakan dalam pemodelan

No.	Kategori indikator	Contoh Variabel Input	Keterangan
1.	Konteks Waktu	H1_Hour	Waktu (jam) perdagangan yang merepresentasikan likuiditas sesi pasar global.
2.	Momentum (Osilator)	H1_RSI (periode 14), H4_RSI (periode 14), H1_MACD	Mendeteksi tingkat jenuh beli (overbought) atau jenuh jual (oversold) lintas kerangka waktu.
3.	Tren Terarah	H1_ADX, H1_EMA_Crossover (periode 50 & 200), LRC	Mengukur kekuatan tren dan meminimalkan bias pergerakan acak (noise).
4.	Volatilitas & Rentang	H1_ATR_14, M15_ATR_5, HL_Range, BB_Width	Mengukur rentang fluktuasi rata-rata sebagai acuan estimasi jarak pips.
5.	Kekuatan Aliran Dana	H1_Vol_Spike	Kalkulasi rasio volume transaksi untuk mendeteksi injeksi likuiditas secara tiba-tiba.

2. Penyelarasan Waktu dan Pembagian Data

Variabel target (label) dipisahkan menjadi dua: kelas arah (Naik, Turun, Stabil) untuk model klasifikasi, dan jarak absolut pergerakan (dalam satuan *pips*) untuk model regresi. Penentuan kelas target arah diformulasikan ke dalam persamaan matematis berdasarkan selisih harga (Δp) terhadap nilai ambang batas (*threshold*) sebagai berikut:

$$y_{class} = \begin{cases} \text{Naik,} & \Delta p \geq \text{threshold} \\ \text{Turun,} & \Delta p \leq -\text{threshold} \\ \text{Stabil,} & -\text{threshold} < \Delta p < \text{threshold} \end{cases} \quad (1)$$

Tahap pembersihan data dan penyelarasan waktu dilakukan dengan metode *pd.merge_asof*. Guna mencegah terjadinya kebocoran data masa depan (*temporal data leakage*) yang sering terjadi pada data deret waktu finansial, pembagian data latih dan uji menggunakan teknik *TimeSeriesSplit Cross-Validation*.

3. Pemodelan Random Forest Classifier dan Regressor

Konfigurasi hyperparameter pada Random Forest Classifier maupun Regressor tidak ditentukan secara arbitrer. Proses penalaan parameter seperti *n_estimators*, *max_depth*, dan *min_samples_leaf* dioptimalkan secara terstruktur melalui pendekatan Grid Search. Evaluasi kinerja model klasifikasi dilakukan menggunakan accuracy, precision, recall, dan F1-score melalui Confusion Matrix. Kinerja model regresi diukur menggunakan metrik Mean Absolute Error (MAE) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (2)$$

Di mana n adalah jumlah observasi, y_i adalah nilai jarak pergerakan harga aktual (pips), dan $\hat{y}_i$ adalah nilai estimasi dari algoritma model regresi.

4. Implementasi Sistem dan Pengujian

Pengujian akhir sistem menggunakan pendekatan fungsional real-time untuk memastikan algoritma berjalan dan mencatat keberhasilan (Tepat/Meleset) di dashboard website yang dibangun menggunakan framework Streamlit.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan dan Prapengolahan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari API MetaTrader 5 sejak tahun 2021 hingga waktu pengujian berjalan. Dalam tahap prapengolahan, atribut harga mentah diubah menjadi metrik analisis teknikal. Integrasi Multi-Timeframe (M15, H1, H4) memungkinkan model membaca tren makro sekaligus volatilitas mikro. Penghapusan nilai kosong yang muncul akibat kalkulasi awal indikator harus dilakukan sehingga menghasilkan matriks data yang valid.

Hasil Evaluasi Model Random Forest

Pengujian model klasifikasi dievaluasi menggunakan dua skenario ambang batas (threshold) pergerakan, yaitu 3 pips dan 17 pips. Pada skenario pertama (batas 3 pips), hasil evaluasi menunjukkan bahwa algoritma mampu memprediksi tren dengan akurasi 47,80% pada 6.768 data uji. Metrik evaluasi menunjukkan distribusi yang seimbang di ketiga kelas, menandakan model bekerja secara aktif mendeteksi perubahan tren.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Metrik Model (Batas 3 Pips)

Evaluasi Metrik	Model Klasifikasi	Model Regresi
Akurasi utama	47,80% (Accuracy)	4,33 Pips
Precision	Naik (0,45), Turun (0,47), Stabil (0,50)	-
Recall	Naik (0,45), Turun (0,47), Stabil (0,51)	-
F1-Score	Naik (0,45), Turun (0,47), Stabil (0,51)	-

Pada skenario kedua, batas dinaikkan menjadi 17 pips. Hasil pengujian menunjukkan lonjakan akurasi keseluruhan secara drastis mencapai 85,28%.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Metrik Model (Batas 17 Pips)

Evaluasi Metrik	Model Klasifikasi	Model Regresi
Akurasi utama	85,28% (Accuracy)	4,33 Pips
Precision	Naik (0,17), Turun (0,14), Stabil (0,95)	-
Recall	Naik (0,32), Turun (0,23), Stabil (0,89)	-
F1-Score	Naik (0,22), Turun (0,17), Stabil (0,92)	-

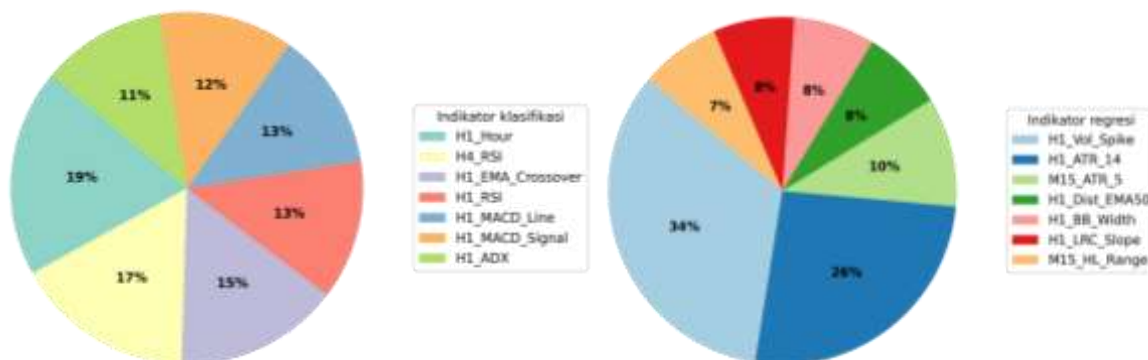
Meskipun ambang batas 17 pips menghasilkan akurasi tinggi (85,28%), nilai tersebut diidentifikasi sebagai *accuracy paradox* akibat dominasi kelas Stabil (93% dari data uji). Hal ini dikonfirmasi oleh nilai *Matthews Correlation Coefficient* (MCC) dan *Balanced Accuracy* yang sangat rendah pada skenario tersebut, membuktikan adanya imbalance kelas. Akibatnya, nilai F1-Score pada kelas Turun (0,17) dan Naik (0,22) sangat buruk, yang berarti model gagal mengenali pergerakan tren yang sebenarnya.

Sebaliknya, ambang batas 3 pips memberikan distribusi metrik MCC yang jauh lebih seimbang di ketiga kelas. Pada evaluasi regresi, nilai Mean Absolute Error (MAE) konsisten pada angka 4,33 pips. Analisis residual menunjukkan bahwa selisih error 4,33 pips terdistribusi secara normal pada kondisi pasar wajar, namun model cenderung sedikit meremehkan (underestimate) target jarak ketika terjadi volatilitas pergerakan yang sangat ekstrem di pasar.

Tabel 4. Sampel Perhitungan Regresi Mean Absolute Error (MAE)

Indeks Data	Jarak Aktual	Jarak Prediksi	Selisih Absolut
4331	0.80	4.55	3.75
6719	3.60	5.89	2.29
6779	5.30	3.20	2.10
6588	0.60	3.08	2.48
6372	1.00	5.75	4.75
Total Selisih			15.36
MAE Sampel (5 Data)			3.07
MAE Keseluruhan			4.33

Berdasarkan analisis Tingkat Pengaruh Fitur (Feature Importance), fitur H1_Hour (19%) dan H1_Vol_Spike (34%) sangat mendominasi keputusan model. Hasil ini memiliki korelasi yang sangat kuat dengan mikrostruktur siklus pasar keuangan global. Volume transaksi dan volatilitas pasangan EUR/USD diketahui selalu mencapai puncak tertingginya saat terjadi tumpang tindih sesi perdagangan (session overlap) antara pasar London dan New York. Algoritma Random Forest secara rasional berhasil menangkap pola injeksi likuiditas dan kebiasaan waktu pada jam-jam krusial tersebut.



Gambar 2. Perbandingan pengaruh indikator pada model klasifikasi dan regresi
Hasil Implementasi Website dan Pengujian Real-Time

Sistem yang dikembangkan berbasis framework Streamlit yang dirancang berjalan otomatis di komputasi awan. Sistem menampilkan kondisi terkini berupa live chart, Target AI 1 Jam (hasil Regresi), Prediksi Arah (hasil Klasifikasi), dan persentase Confidence Level AI.



Gambar 3. Antarmuka dashboard sistem prediksi real-time

Hasil pengujian Black Box serta fungsionalitas real-time menunjukkan mekanisme siklus evaluasi (kunci jam awal -> prediksi -> evaluasi jam akhir) berjalan dengan sukses. Tabel riwayat sistem berhasil memberikan keterangan evaluasi "TEPAT" apabila arah harga asli bergerak melewati ambang batas prediksi model, serta "MELESET" apabila grafik mengalami perbedaan akibat pergerakan acak pasar, yang divisualisasikan pada Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Grafik perbandingan data harga asli (biru) dengan target prediksi AI (oranye)

Meskipun pengujian fungsional berjalan sukses dengan *win rate* 54,67% pada sampel 75 jam pengujian *live*, evaluasi ini perlu diperluas pada rentang minimal 30 hari perdagangan ke depannya untuk menguji konsistensi performa model secara lebih mendalam dalam menghadapi berbagai rilis berita fundamental.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan arsitektur Two-Stage Machine Learning berbasis situs web untuk memprediksi pergerakan nilai tukar EUR/USD secara real-time. Pemisahan model menjadi dua tahap terbukti efektif mengatasi kompromi (trade-off) beban komputasi; di mana sistem sedikit mengorbankan tingkat presisi klasifikasi arah (akibat ketatnya batas threshold 3 pips), demi mencapai akurasi estimasi jarak (regresi) yang jauh lebih presisi dan stabil dengan MAE 4,33 pips. Evaluasi pembobotan indikator membuktikan bahwa algoritma mampu beradaptasi secara cerdas terhadap mikrostruktur pasar dengan memprioritaskan sesi waktu perdagangan (H1_Hour) dan lonjakan likuiditas (H1_Vol_Spike). Meskipun evaluasi fungsional menunjukkan hasil yang positif, sistem ini secara ketat diposisikan

sebagai alat pendukung keputusan (decision support tool). Dalam praktik perdagangan riil, sistem tetap wajib dikombinasikan dengan fitur manajemen risiko, seperti stop-loss serta penyaringan rilis berita makroekonomi fundamental, guna mengantisipasi kegagalan model saat terjadi peristiwa kejutan pasar (black swan event).

Pernyataan mengenai Penggunaan Kecerdasan Buatan (AI).

AI digunakan dalam penyusunan naskah ini. Penulis menggunakan perangkat kecerdasan buatan semata-mata untuk membantu perbaikan bahasa, pemeriksaan tata bahasa, serta penyuntingan demi kejelasan dan keterbacaan. Penulis tetap bertanggung jawab penuh atas akurasi, orisinalitas, integritas, dan konten akademis naskah tersebut. Seluruh konten yang dibantu oleh AI telah ditinjau dan diverifikasi oleh penulis sebelum naskah diserahkan.

Konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Kontribusi penulis

Konseptualisasi, S. dan M.F.; pengumpulan data, S.; validasi data, M.F.; analisis formal, S. dan R.Y.B.; penulisan-penyusunan draf awal, S.; penulisan peninjauan dan penyuntingan, M.F. dan R.Y.B.; visualisasi, S. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah ini.

Ucapan terima kasih

Penelitian ini didukung oleh Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, serta Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat (LP3M) Universitas Muhammadiyah Makassar. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan fasilitas komputasi, akses literatur, dan bimbingan akademik yang diberikan untuk memfasilitasi penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andhika Pratama, Tasya Haenilah, Amar Azhari, & Feronica Simanjorang. (2023). Pasar Valuta Asing. *JURNAL RISET MANAJEMEN DAN EKONOMI (JRIME)*, 1(3), 132–138. <https://doi.org/10.54066/jrime-itb.v1i3.326>
- Asic. (2026). *Report REP 828 RISKY BUSINESS: DRIVING CHANGE IN CFD ISSUERS' DISTRIBUTION PRACTICES*.
- Baradja, A. (2023). Pemanfaatan Recurrent Neural Network (RNN) Untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi Mata Uang Pada Forex Trading. In *Journal of Software Engineering Ampera* (Vol. 4, Number 2). <https://journal-computing.org/index.php/journal-sea/index>
- Beliarding Sucahyo, C., Qoyyum Rizqini, F., Naufal, A., Yandratama, H., Ash Shiddiqy, J., Bella Putra Utama, A., Susetyo Fanany Putri, N., & Prasetya Wibawa, A. (2024). Performance analysis of random forest on quartile classification journal. *Applied Engineering and Technology*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.3176/aet.v3i1.1189>
- El Mahjouby, M., Taj Bennani, M., Lamrini, M., Bossoufi, B., Alghamdi, T. A. H., & El Far, M. (2024). Machine Learning Algorithms for Forecasting and Categorizing Euro-to-Dollar Exchange Rates. *IEEE Access*, 12, 74211–74217. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3404824>
- Fadillah Fadillah, Adelliya Syahkilah, Aisyah Amrina Rosyada, Dwi Hasmidyani, & Muhammad Akbar Budiman. (2025). Valuta Asing: Peran dan Fungsinya dalam

- Sistem Pembayaran Internasional. *Jurnal Penelitian Ekonomi Manajemen Dan Bisnis*, 4(2), 136–142. <https://doi.org/10.55606/jekombis.v4i2.5165>
- Guyard, K. C., & Deriaz, M. (2024). Predicting Foreign Exchange EURUSD direction using machine learning. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3696271.3696272>
- Hidayat, I., Akbar, L. A. S. I., & Rachman, A. S. (2024). Prediksi Nilai Tukar Mata Uang Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory dan Random Forest. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 6(1), 107–116. <https://doi.org/10.47065/josyc.v6i1.6200>
- Mohamed Adil Khalifa. (2025). Machine Learning Forecasting of EUR/USD Trends with Qualitative Cross-Validation from Institutional Reports. *European Journal of Business and Management*. <https://doi.org/10.7176/ejbm/17-4-06>
- Nuraulia Maruf, G., Wahyu, A., Mulyana, A., Prasetyo Utomo, H., Sandi Firmansyah, H., Karapitan No, J., Lengkong, K., Bandung, K., & Barat, J. (2025). *PREDIKSI TREN HARGA EMAS TERHADAP DOLAR (XAU/USD) PADA METATRADER 5 MENGGUNAKAN RANDOM FOREST* (Vol. 8, Number 2). Cetak. <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire>
- Oyemade, D. A., & Enebeli, D. (2021). *A Dynamic Level Technical Indicator Model for Oil Price Forecasting*.
- Pahlevi, M. R. (2023). Prediksi Harga Forex Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory. *JNANALOKA*, 69–76. <https://doi.org/10.36802/jnanaloka.2022.v3-no2-69-76>
- Thao, N. N., Nguyen, H.-Cuc., Mach, B.-Ngoc., Thuan, D. D., Quynh, T. T. N., Huong, T. T., Chi, D. T. K., & Nguyen, T. Q. (2024). *Unlocking Forex Market Trends: Advanced Predictive Modeling with Tree Ensembles*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4231598/v1>
- Wang, H. (2023). Research on the Application of Random Forest-based Feature Selection Algorithm in Data Mining Experiments. In *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 14, Number 10). www.ijacsa.thesai.org
- Zahwa, N. A., Tri, R., Panggabean, T., Matondang, K. A., & Indriani, R. (2023). *PASAR VALUTA ASING DAN SISTEM NILAI TUKAR*. <https://journal.cattleyadf.org/index.php/Jasmien/index>