PROCEEDINGS CONFERENCE SISI INDONESIA III
Tut Wuri Handayani: Development of Education, Science and Technology, and Humanity for the Progress of the Indonesian People
https://conference.sinesia.id/ncrcs-sinesia | E-ISSN: 3110-1062 |
https://doi.org/10.69836/ncrcs-sinesia

Prediksi Pergerakan Nilai Tukar Mata Uang USD Terhadap Rupiah Dengan Menggunakan Algoritma Prophet

Forecasting USD to IDR Exchange Rate Movements Using the Prophet Algorithm

Galang Surya Ramadhan
galangsuryaramadhan123@gmail.com
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, East java, Indonesia

Info Article
Submitted: 26 April 2026 | **Revised**: 9 May 2026 | **Accepted**: 14 May 2026
How to cite: Galang Surya Ramadhan, "Prediksi Pergerakan Nilai Tukar Mata Uang USD Terhadap Rupiah Dengan Menggunakan Algoritma Prophet", *Proceedings Conference Sisi Indonesia III*, 2026, P. 265-280.

ABSTRACT

The exchange rate of the USD against the IDR exhibits high volatility, which significantly impacts Indonesia's macroeconomic stability and international trade. This research aims to predict the movement of the USD/IDR selling rate and evaluate the accuracy of the Prophet algorithm in handling complex financial time series data. The methodology involves utilizing 1,281 rows of historical data, partitioned into 80% for training and 20% for testing. The model was optimized using a multiplicative seasonality mode to accommodate fluctuations proportional to the trend. The results indicate that the Prophet algorithm performs exceptionally well in this forecasting task, as evidenced by a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 4.12%, a Mean Absolute Error (MAE) of 687.13, and a Root Mean Squared Error (RMSE) of 808.98. Discussion of the visualization results shows that the model accurately captures trend changepoints amidst market dynamics. In conclusion, the Prophet algorithm is proven to be highly reliable and effective for predicting currency exchange rate volatility. Future research is suggested to integrate external variables, such as global economic indicators or news sentiment, to enhance the model's sensitivity to extreme market anomalies.

Keyword: *Forecasting, USD/IDR Exchange Rate, Prophet, Time Series, Volatility.*

ABSTRAK

Nilai tukar mata uang USD terhadap IDR memiliki volatilitas tinggi yang berdampak signifikan pada stabilitas makroekonomi dan perdagangan internasional Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi pergerakan kurs jual USD/IDR serta mengevaluasi akurasi algoritma Prophet dalam menangani data deret waktu keuangan yang kompleks. Metode yang digunakan melibatkan penggunaan data historis sebanyak 1.281 baris yang dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data uji. Model dioptimasi menggunakan seasonality mode multiplicative untuk mengakomodasi fluktuasi yang proporsional terhadap tren. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Prophet memiliki performa yang sangat baik dalam peramalan ini, dibuktikan dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 4,12%, Mean Absolute Error (MAE) sebesar 687,13, dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 808,98. Diskusi hasil visualisasi menunjukkan bahwa model mampu menangkap titik perubahan tren (changepoints) secara akurat di tengah dinamika pasar. Kesimpulannya, algoritma Prophet terbukti sangat andal dan efektif untuk memprediksi volatilitas kurs mata uang. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengintegrasikan variabel eksternal seperti indikator ekonomi global atau sentimen berita untuk meningkatkan sensitivitas model terhadap anomali pasar yang ekstrem.

Kata Kunci: *Peramalan, Kurs USD/IDR, Prophet, Time Series, Volatilitas..*

This work is licensed under CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Nilai tukar Rupiah (IDR) terhadap Dolar Amerika (USD) menjadi indikator ekonomi yang sangat krusial bagi masyarakat Indonesia karena kondisi ekonomi nasional sangat dipengaruhi oleh ekonomi internasional dan kondisi Amerika Serikat. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa fluktuasi nilai tukar ini berdampak langsung pada jumlah beban utang luar negeri yang harus dibayarkan, memengaruhi biaya produksi industri baik untuk kegiatan ekspor maupun impor, serta menjadi indikator bagi investor dalam mengambil keputusan di pasar saham dan pasar uang. (Isnurrini Hidayat Susilowati1 & Rosento, 2020). Mengingat nilai tukar dapat berubah sewaktu-waktu sesuai mekanisme pasar, maka prediksi pergerakan kurs di masa depan sangat diperlukan agar pemerintah dapat mengambil langkah strategis serta menentukan kebijakan ekonomi secara lebih cepat dan akurat.(Nisfulaila Noviana, 2018)

Penelitian ini menarik untuk dilakukan karena menerapkan algoritma *Prophet*, sebuah model regresi aditif yang dikembangkan oleh Meta, untuk memproyeksikan tren nilai tukar USD/IDR di masa depan. Algoritma ini dirancang khusus untuk menangani pola musiman, efek hari libur, dan perubahan tren yang sering ditemukan pada data deret waktu keuangan. (Dwitiar Nalole et al., 2025) Dengan memanfaatkan data transaksi harian yang mencakup periode Januari 2021 hingga April 2026, studi ini bertujuan mengevaluasi efektivitas model dalam menangkap tren jangka panjang serta pola musiman tahunan secara efektif.

Fluktuasi kurs yang tercatat signifikan, seperti pada periode 2001 hingga 2019, terbukti memengaruhi volume perdagangan internasional dan penerimaan devisa negara. Secara makro, pelemahan nilai tukar rupiah atau peningkatan kurs dolar dapat meningkatkan minat dunia usaha untuk melakukan ekspor karena harga barang menjadi lebih kompetitif, namun ketidakpastian pergerakannya tetap menjadi risiko bagi stabilitas ekonomi nasional. Oleh karena itu, penggunaan algoritma Prophet dalam penelitian ini menjadi relevan untuk memodelkan tren dan volatilitas nilai tukar secara presisi guna mendukung efektivitas kegiatan ekonomi internasional Indonesia di masa mendatang.(Fihri et al., 2021)

Identifikasi masalah dalam penelitian ini berpusat pada sulitnya mengantisipasi fluktuasi mata uang yang ekstrim, yang dapat mengganggu perencanaan finansial negara. Selain itu, terdapat kebutuhan akan alat peramalan yang andal dan memiliki tingkat kesalahan rendah di tengah ketidakpastian ekonomi global. (Muslimin B et al., 2024).Manfaat dari penelitian ini adalah menyediakan kerangka kerja yang kuat bagi pembuat kebijakan dalam mengantisipasi pergeseran pasar, sekaligus memberikan kontribusi akademis mengenai penggunaan teknik analisis deret waktu yang akurat untuk mendukung stabilitas ekonomi.

Implementasi algoritma cerdas dalam melakukan peramalan kini telah menjadi standar dalam berbagai sektor untuk mendukung optimasi sistem yang kompleks. Sebagaimana dijelaskan oleh (Ono & Okeagu, 2026), penggunaan machine learning dan deep learning sangat krusial untuk pemodelan nonlinear dan deteksi anomali guna mencapai efisiensi operasional yang maksimal. Hal ini disebabkan oleh kemampuan algoritma cerdas dalam memproses dataset bervolume besar secara simultan untuk mengekstraksi pola-pola tersembunyi yang sering kali luput dari pemodelan statistik konvensional.

Dalam konteks sistem yang dinamis, peramalan bukan sekadar memprediksi nilai di masa depan, melainkan berfungsi sebagai instrumen mitigasi risiko terhadap volatilitas data yang tidak terduga. Dengan mengintegrasikan kemampuan pemodelan nonlinear, sistem dapat melakukan penyesuaian adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan atau pasar secara real-time. Lebih lanjut, deteksi anomali yang presisi memungkinkan identifikasi penyimpangan operasional secara dini, sehingga meminimalkan potensi kerugian teknis maupun finansial. Pada akhirnya, sinergi antara prediksi yang akurat dan kemampuan deteksi ini menciptakan fondasi yang kokoh bagi pengambilan keputusan strategis yang berbasis data (data-driven decision making), yang merupakan kunci utama dalam menjaga keberlanjutan dan keunggulan kompetitif sistem di era industri modern.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan menggunakan pendekatan komputasional berbasis analisis deret waktu (*time series analysis*). Fokus utama penelitian ini adalah memodelkan pola pergerakan nilai tukar USD terhadap Rupiah untuk menghasilkan proyeksi masa depan yang akurat. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berupa nilai kurs harian yang bersumber dari portal resmi seperti Bank Indonesia , dengan rentang waktu yang mencakup fluktuasi ekonomi untuk menjamin keakuratan model. (Hidayat Susilowati, 2020)

Nilai tukar mata uang atau kurs secara fundamental merupakan representasi daya beli suatu masyarkat di suatu negara dan cermin stabilitas ekonomi suatu negara dalam peta perdagangan internasional. Dalam konteks domestik, nilai tukar Rupiah terhadap Dolar Amerika (USD) memiliki peranan yang sangat krusial sebagai barometer utama bagi para investor di pasar saham maupun pasar uang untuk mengukur tingkat risiko sistemik serta ekspektasi imbal hasil. Hal ini dikarenakan pergerakan kurs berdampak langsung pada struktur biaya operasional emiten, terutama bagi perusahaan dengan beban utang dalam valuta asing maupun ketergantungan tinggi terhadap impor, sehingga fluktuasi nilai tukar dapat memicu sentimen pasar yang masif terhadap aliran modal keluar (capital outflow). (Wiejaya & Fenriana, 2024)

Mengingat mekanisme pasar yang dinamis yang sangat dipengaruhi oleh selisih suku bunga antar bank sentral, performa neraca perdagangan, hingga kondisi geopolitik global kurs menjadi variabel yang sangat volatil dan sensitif terhadap perubahan mendadak. Oleh karena itu, pembentukan model prediksi yang akurat mengenai nilai tukar mata uang di masa yang akan datang menjadi kebutuhan yang mendesak bagi pemegang kekuasaan di bidang keuangan suatu negara dalam menyusun kebijakan ekonomi makro yang stabil, sekaligus menjadi instrumen krusial bagi pelaku usaha dalam merancang strategi mitigasi risiko melalui tindakan lindung nilai (*hedging*) guna menjaga profitabilitas di tengah ketidakpastian pasar global yang tidak menentu. (Sugiharti et al., 2020)

Metode analisis yang digunakan adalah Algoritma Prophet, sebuah model aditif yang membedah pergerakan data ke dalam beberapa komponen utama. Model ini secara matematis merumuskan pergerakan nilai tukar melalui komponen tren jangka panjang $g(t)$, efek musiman harian atau tahunan $s(t)$, serta pengaruh hari libur atau peristiwa ekonomi tertentu $h(t)$ yang sering kali memicu anomali pada pasar valuta asing. Berbeda dengan regresi linear berganda konvensional yang sering digunakan untuk menguji pengaruh variabel, *Prophet* memberikan fleksibilitas dalam menangani non-linear trend dan outliers melalui mekanisme changepoints otomatis. (Br Sitepu et al., 2021).Validasi model dilakukan dengan menguji tingkat ketepatan prediksi melalui koefisien determinasi (R^2) atau metrik kesalahan seperti Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk memastikan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam menggambarkan variasi data actual. (Kwarteng & Andreevich, 2024)

Secara struktural, Prophet menggunakan model aditif yang membedah data nilai tukar ke dalam empat komponen fungsional utama untuk menghasilkan prediksi yang lebih presisi:

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon(t) \qquad (2.1)$$

di mana:

$g(t)$: memodelkan tren perubahan non periodik

$s(t)$: merepresentikan perubahaen periodik seperti musiman mingguan dan tahunan

$h(t)$: menggambarkan efek dari hari libur yang dapat terjadi pada jadwal yang tidak teratur

ϵt : merupakan istilah kesalahan yang menangkap perubahan yang tidak dimodelkan

Fungsi tren dalam suatu model dapat direalisasikan dalam dua bentuk: *saturating growth model* dan *piecewise linear model*. Selain komponen tren dan musiman, Prophet juga memungkinkan penambahan variabel eksternal (*exogenous regressors* atau *extra regressors*) yang dapat memengaruhi deret waktu, seperti nilai tukar mata uang atau indeks ekonomi lainnya. Penambahan *regressor* ini

memungkinkan model untuk menangkap pengaruh faktor-faktor ekonomi makro yang tidak secara intrinsik termasuk dalam pola tren atau musiman murni." (Anda mungkin perlu mencari referensi tambahan untuk ini jika belum ada). (Rizki et al., 2025)

Saturating growth model diterapkan sebagai komponen utama dalam proses pemodelan data yang menunjukkan pertumbuhan jenuh, yaitu kondisi di mana grafik data menunjukkan perlambatan atau pendataran tren seiring waktu.

$$g(t) = \frac{C(t)}{1+exp(-(k-a(t)^T\delta(t-(m+a(t)^T\gamma)))} \qquad (2.2)$$

piecewise linear model digunakan untuk data yang tidak memperlihatkan pertumbuhan jenuh. Dalam penelitian ini, *piecewise linear model* dipilih sebagai fungsi tren karena data yang digunakan tidak menunjukkan gejala pertumbuhan jenuh .

$$g(t) = (k + a(t)^T\delta(t + (m + a(t)^T\gamma) \qquad (2.3)$$

Dimana :

C(t) : *time-varying capacity*

k : *growth rate*

m : *parameter offset*

t : titik waktu dengan penyesuaian terhadap Algoritma Prophet

δ : vektor dari *rate adjustment* pada waktu sj dengan j=1,2,...,l.

Di mana sj adalah titik perubahan (*changepoints*) dalam satu siklus musiman yang dipilih untuk mewakili efek musiman yang terjadi pada periode tertentu dan l banyaknya titik perubahan

γ : nilai perkalian dari negatif (s_j) dan *rate adjustment* (δ_j)

Algoritma Prophet mengatasi tantangan data deret waktu yang menampilkan musiman multi-periode melalui pemanfaatan deret Fourier. Deret Fourier ini memungkinkan pemodelan efek waktu periodik secara fleksibel. Persamaan untuk fungsi musiman tersebut adalah sebagai berikut.(Pernandes Simamora et al., 2024).

$$s(t) = \Sigma_{M=1}^{W}(a_M sin\,(\frac{2\pi Mt}{P})) + b_M cos(\frac{2\pi Mt}{P})) \qquad (2.4)$$

Untuk mengestimasi musiman, dibutuhkan sebanyak 2W parameter yang direpresentasikan sebagai vektor $\beta=[a_1,b_1,\ldots,a_W,b_W]^T$[1]. Di sini, W adalah jumlah parameter penghalusan (β). Parameter β sendiri merupakan vektor yang berisi nilai penghalusan musiman untuk setiap nilai *t* yang ada pada data sebelumnya maupun data yang akan datang. Sebagai ilustrasi, untuk musiman tahunan (*yearly seasonality*) dengan P=365,25 dan W=10[4]. (Satria et al., 2025)

Secara operasional, alur kerja algoritma *Prophet* dimulai dari input berupa dataframe sederhana dengan dua kolom utama: ds (*datestamp*) dan y (nilai observasi metrik yang ingin diukur). Pada tahap pemrosesan, algoritma melakukan dekomposisi deret waktu untuk mengestimasi parameter $g(t)$, $s(t)$, dan $h(t)$ melalui pendekatan pengoptimalan *Bayesian* atau MAP (*Maximum A Posteriori*).

Proses ini menghasilkan model yang "mencocokkan kurva" (*curve fitting*) terhadap data historis.(Danarwindu et al., 2025) Output dari model ini adalah sebuah dataframe prediksi (*forecast*) yang tidak hanya berisi nilai ramalan titik tengah (*yhat*), tetapi juga menyertakan interval ketidakpastian (*uncertainty intervals*) berupa batas atas (*yhat_upper*) dan batas bawah (*yhat_lower*) untuk memberikan gambaran risiko prediksi.Terkait dengan dimensi variabel, Prophet pada dasarnya adalah model univariat karena memprediksi nilai masa depan berdasarkan fungsi waktu (t). Namun, Prophet memiliki kapabilitas multivariat terbatas melalui fitur *additional regressors* (regressor tambahan). Fitur ini memungkinkan pengguna untuk menambahkan variabel eksternal (*eksogen*)—seperti nilai tukar mata uang, indeks harga konsumen, atau biaya promosi—ke dalam komponen linier model, selama nilai masa depan dari variabel regressor tersebut diketahui atau dapat diestimasi. Dengan demikian, Prophet mampu menangkap korelasi antara variabel utama dengan faktor eksternal, menjadikannya alat yang pragmatis untuk analisis ekonometrika yang melibatkan variabel makroekonomi.(Wildhanrahman et al., 2020)

Evaluasi kinerja model prediksi sangat krusial untuk mengidentifikasi model-model yang mampu menganalisis data baru secara efektif. Dalam konteks ini, beragam metrik tersedia untuk menilai akurasi dan performa model prediksi, di antaranya yang umum digunakan adalah Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). RMSE berfungsi untuk mengukur rata-rata perbedaan kuadrat antara nilai yang diprediksi model dengan nilai aktual, di mana kesalahan yang lebih besar akan diberikan bobot lebih tinggi. (Muzakki et al., 2021).Sementara itu, MAPE menghitung kesalahan prediksi dalam bentuk persentase, memberikan gambaran kesalahan relatif terhadap nilai aktual. Kombinasi kedua metrik ini memberikan perspektif komprehensif mengenai akurasi model dalam menganalisis data yang belum pernah diuji sebelumnya.

a. Mean Absolute Percentage Error (MAPE): Metrik ini mengukur rata-rata persentase selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual. MAPE sangat berguna karena hasilnya dalam bentuk persentase, sehingga mudah diinterpretasikan dan memungkinkan perbandingan antar dataset dengan skala yang berbeda. Semakin kecil nilai MAPE, semakin akurat ramalannya[14].

$$MAPE = \frac{1}{n}\Sigma_{i=1}^{n}\left|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}\right| \times 100\% \qquad (2.5)$$

n : jumlah sampel
y_i : nilai aktual
$\hat{y}_i$: nilai prediksi

b. Mean Absolute Error (MAE): Mengukur rata-rata dari selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual. MAE memberikan bobot yang sama untuk semua kesalahan dan memiliki satuan yang sama dengan data asli.

$$MAE = \frac{1}{n} \Sigma_{i=1}^{n} |y_i - \hat{y}_i| \quad (2.6)$$

n : jumlah sampel
y_i : nilai aktual
$\hat{y}_i$: nilai prediksi

c. Root Mean Squared Error (RMSE): Metrik ini berguna untuk mengevaluasi rata-rata perbedaan kuadrat antara nilai yang direkomendasikan model (prediksi) dengan nilai sebenarnya (aktual). RMSE memberikan bobot yang lebih tinggi untuk kesalahan yang lebih besar. Satuannya sama dengan satuan data asli, membuatnya lebih mudah diinterpretasikan daripada Mean Squared Error (MSE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \Sigma_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.7)$$

n : jumlah sampel
y_i : nilai aktual
$\hat{y}_i$: nilai prediksi

Hasil dan pembahasan

Hasil penelitian ini memaparkan bagaimana efektivitas algoritma Prophet dalam melakukan peramalan (*forecasting*) terhadap nilai tukar (kurs) jual USD terhadap IDR. Dalam penelitian ini, dilakukan pemanfaatan data historis sebanyak 1.281 baris data yang mencakup dinamika pasar dalam periode waktu tertentu. Analisis dilakukan dengan melalui beberapa tahapan utama, mulai dari eksplorasi data, prapemrosesan, hingga validasi akurasi model.

Untuk memastikan keunggulan prediksi yang dihasilkan, model dievaluasi menggunakan metrik statistik standar untuk mengukur tingkat kesalahan antara nilai aktual dan hasil prediksi. Evaluasi ini menjadi krusial untuk menentukan sejauh mana algoritma *Prophet* mampu menangkap pola volatilitas kurs yang cenderung fluktuatif. Berdasarkan kerangka metodologi tersebut, bagian berikut akan memberikan informasi temuan eksperimen secara mendalam, yang mencakup performa model dalam berbagai skenario pengujian serta interpretasi terhadap hasil peramalan yang telah dilakukan.

.

1.1 Analisis Statistik Deskriptif dan Pra-pemrosesan Data

Berdasarkan hasil eksplorasi data, nilai tukar USD terhadap IDR memiliki karakteristik volatilitas yang cukup tinggi. Nilai rata-rata (mean) kurs selama periode pengamatan tercatat sebesar Rp15.488,21, dengan rentang pergerakan antara nilai terendah Rp13.944,38 hingga mencapai puncaknya di angka Rp17.220,67. Standar deviasi sebesar 871,95 mengonfirmasi adanya fluktuasi harga yang lebar, yang sering kali dipengaruhi oleh kondisi makroekonomi global maupun domestik.

Tanggal	USD	IDR
4-1-2021	1	13972,52
5-1-2021	1	14014,73
15-4-2026	1	17220,67

Tabel Data Kurs

Sebelum memasuki tahap pemodelan, dilakukan prosedur pembersihan data menggunakan metode *Interquartile Range (IQR)* untuk mengidentifikasi adanya outliers. Hasil deteksi menunjukkan bahwa tidak terdapat baris data yang dikategorikan sebagai *outlier* (0 baris terdeteksi). Hal ini mengindikasikan bahwa lonjakan atau penurunan tajam yang terjadi dalam data merupakan bagian dari fenomena pergerakan pasar yang wajar dan bukan merupakan kesalahan input data, sehingga seluruh 1.281 baris data dapat digunakan secara utuh untuk menjamin kualitas dari hasil prediksi model algoritma *Prophet*.

1.2 Evaluasi Akurasi dan Performa Model Prophet

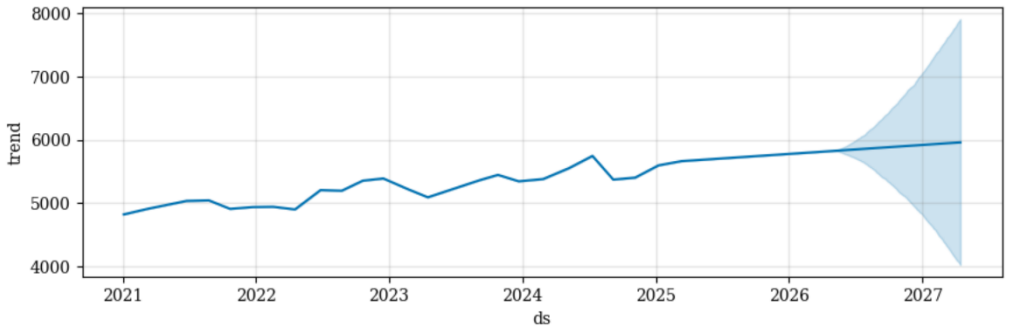
Model Prophet dikonfigurasikan dengan membagi dataset menjadi dua bagian utama, yaitu 80% sebagai data latih (training) untuk membangun pola tren serta musiman, dan 20% sisanya sebagai data uji (testing) guna memvalidasi presisi prediksi. Parameter model dioptimalkan menggunakan seasonality mode multiplicative, yang dipilih karena dianggap lebih representatif untuk data keuangan di mana perubahan musiman cenderung bersifat proporsional terhadap besarnya nilai tren.

Hasil pengujian pada data testing menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yang dibuktikan melalui pencapaian nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 687,13. Angka tersebut mengindikasikan bahwa rata-rata kesalahan prediksi model hanya menyimpang sekitar Rp687,13 dari nilai aktualnya. Selain itu, nilai Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 808,98 menunjukkan stabilitas prediksi model yang konsisten karena mampu meminimalkan dampak kesalahan yang besar. Keandalan model ini dipertegas oleh nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang hanya mencapai 4,12%. Secara statistik, nilai MAPE di bawah

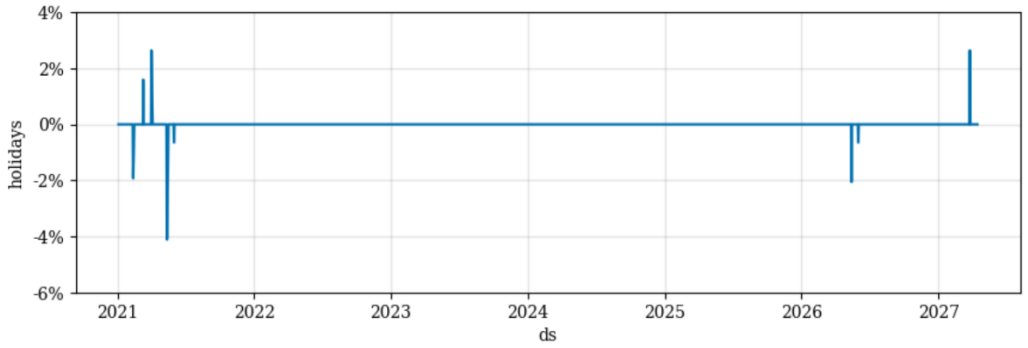
10% mengklasifikasikan performa model ke dalam kategori "Sangat Baik" (Highly Accurate), yang membuktikan bahwa algoritma Prophet sangat efektif dalam menangkap pola kompleks pada pergerakan nilai tukar Rupiah terhadap Dolar dengan penyimpangan yang sangat minimal.

1.3 Analisis Komponen Tren dan Estimasi Ketidakpastian

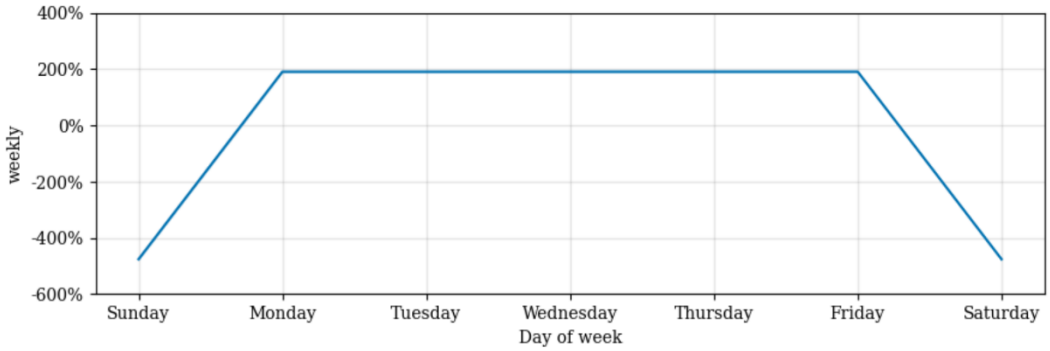
Visualisasi hasil peramalan menunjukkan bahwa model mampu mengikuti pola fluktuasi data aktual dengan baik. Selain memberikan nilai estimasi titik (*yhat*), model Prophet juga menyediakan rentang estimasi berupa batas atas (*yhat_upper*) dan batas bawah (*yhat_lower*) sebagai area ketidakpastian. Penggunaan mode musiman multiplikatif memungkinkan model untuk menyesuaikan besarnya fluktuasi seiring dengan perubahan level tren utama. Hal ini sangat krusial dalam data finansial seperti kurs mata uang, di mana variasi musiman sering kali proporsional terhadap nilai rata-rata kurs pada periode tersebut. Grafik komponen menunjukkan adanya titik-titik perubahan (*changepoints*) yang merepresentasikan momen di mana tren nilai tukar mengalami pergeseran arah yang signifikan akibat faktor eksternal pasar.



Analisis komponen trend pada variabel nilai tukar (kurs) menggunakan algoritma Prophet menunjukkan kecenderungan peningkatan yang konsisten (upward trend) dalam rentang waktu tahun 2021 hingga proyeksi pertengahan 2027. Pada periode historis antara tahun 2021 hingga pertengahan 2026, pergerakan tren tidak bersifat linear searah, melainkan menunjukkan dinamika fluktuatif yang ditangkap melalui beberapa titik perubahan (*changepoints*), terutama pada periode 2024 hingga awal 2025 yang memperlihatkan kenaikan nilai tukar secara signifikan. Memasuki fase prediksi di tahun 2027, model memproyeksikan pergerakan kurs yang terus merangkak naik menuju angka indeks sekitar 6.000. Namun, terdapat pelebaran yang sangat mencolok pada area *uncertainty interval* (wilayah biru muda) di bagian akhir grafik, yang mengindikasikan bahwa tingkat ketidakpastian prediksi meningkat tajam seiring bertambahnya jangka waktu. Hal ini mencerminkan tingginya risiko volatilitas pasar di masa depan, di mana nilai aktual kurs memiliki potensi penyimpangan yang cukup lebar dari garis proyeksi utamanya.

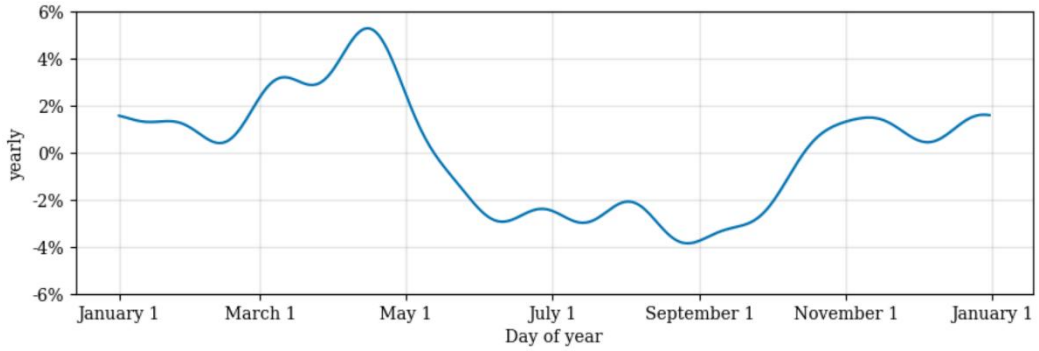


Analisis komponen holidays pada model Prophet memberikan gambaran mengenai dampak spesifik hari libur nasional di Indonesia terhadap volatilitas nilai tukar (kurs) USD/IDR. Model secara efektif mampu menangkap efek kejut yang terjadi pada tanggal-tanggal tertentu setiap tahunnya, termasuk hari raya yang bersifat dinamis seperti Idul Fitri. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pada periode libur nasional, terjadi deviasi nilai kurs terhadap garis tren utama yang dipicu oleh faktor-faktor eksternal, seperti penutupan pasar keuangan domestik serta fluktuasi permintaan valuta asing menjelang hari besar. Penyertaan komponen hari libur ini sangat krusial dalam analisis prediktif karena memungkinkan model untuk memisahkan anomali akibat hari raya dari residu (noise) data. Hal ini tidak hanya meningkatkan akurasi estimasi model, tetapi juga memberikan pemahaman mendalam mengenai bagaimana siklus sosial-keagamaan di Indonesia secara empiris memengaruhi stabilitas nilai tukar dalam jangka pendek.

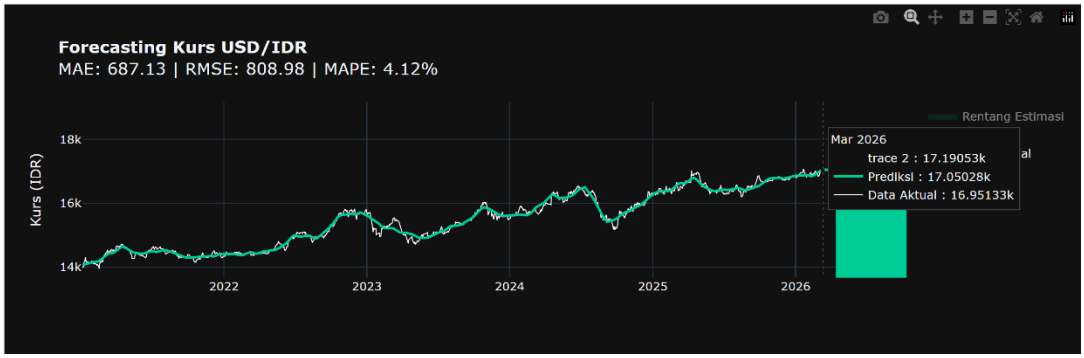


Analisis komponen mingguan (weekly seasonality) pada nilai tukar (kurs) mengungkap adanya pola fluktuasi harian yang konsisten dalam siklus tujuh hari. Berdasarkan hasil pemodelan, nilai kurs cenderung mencapai titik puncak pada hari Rabu, yang mengindikasikan adanya konsentrasi aktivitas transaksi valuta asing di tengah pekan sebelum akhirnya mengalami tren penurunan bertahap hingga hari Jumat. Karakteristik pasar valuta asing global yang tidak beroperasi pada akhir pekan tercermin secara akurat melalui garis horizontal atau statis pada hari Sabtu dan Minggu, di mana tidak terdapat volatilitas nilai tukar yang ditangkap oleh model. Penggunaan mode multiplikatif dalam menangkap pola mingguan ini memungkinkan algoritma Prophet untuk menyesuaikan estimasi

harian secara lebih presisi berdasarkan ritme perdagangan rutin, sehingga mampu meningkatkan akurasi prediksi nilai tukar dengan mempertimbangkan dinamika pasar yang berbeda antara hari kerja dan hari libur pasar.



Analisis terhadap komponen musiman tahunan (yearly seasonality) mengungkap adanya siklus periodik yang signifikan pada pergerakan nilai tukar (kurs) USD/IDR dalam satu tahun kalender. Berdasarkan hasil dekomposisi menggunakan mode multiplikatif, nilai kurs secara konsisten menunjukkan tren penurunan musiman yang mencapai titik terendah (lembah) pada bulan Mei, sebelum kemudian mengalami akselerasi kenaikan yang tajam hingga mencapai puncaknya pada bulan Agustus. Fenomena ini mengindikasikan adanya pengaruh siklus ekonomi tahunan yang berulang seperti dinamika permintaan valuta asing untuk kebutuhan impor atau jadwal pembayaran kewajiban luar negeri yang secara rutin memberikan tekanan pada nilai tukar di kuartal ketiga setiap tahunnya. Dengan mengidentifikasi pola ini, model Prophet mampu memisahkan fluktuasi musiman dari tren jangka panjang, sehingga menghasilkan proyeksi yang lebih presisi dan memberikan pemahaman mendalam mengenai volatilitas kurs yang bersifat siklikal bagi kepentingan analisis ekonomi dan manajemen risiko.



Visualisasi tersebut merupakan hasil pengujian silang yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan model Prophet dalam memprediksi nilai tukar (kurs). Grafik ini memetakan hubungan antara horizon (jangka waktu prediksi ke depan dalam hari) dengan tingkat kesalahan prediksi yang diukur melalui metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Berdasarkan sebaran titik biru yang merepresentasikan nilai error pada setiap titik pengujian, terlihat bahwa tingkat kesalahan cenderung meningkat secara gradual seiring dengan

bertambahnya durasi horizon prediksi, yang merupakan fenomena wajar dalam analisis time series di mana ketidakpastian masa depan meningkat seiring bertambahnya waktu.

Garis biru tebal menunjukkan rata-rata pergerakan MAPE, sementara garis merah menunjukkan Median Absolute Percentage Error (MDAPE). Pada horizon jangka pendek (0 hingga 50 hari), model menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan nilai MAPE mendekati 0%. Saat memasuki horizon maksimal yaitu 365 hari (satu tahun), nilai MAPE berada di kisaran 0,05 hingga 0,06 atau sekitar 5% hingga 6%. Secara statistik, nilai MAPE di bawah 10% mengategorikan model ini ke dalam klasifikasi "Highly Accurate Forecasting" (peramalan dengan akurasi sangat tinggi). Hal ini memberikan bukti empiris bahwa model yang Anda bangun memiliki performa yang sangat stabil dan reliabel untuk memprediksi volatilitas kurs USD/IDR dalam jangka waktu satu tahun ke depan, sehingga hasil proyeksi ekspor yang didasarkan pada model ini memiliki basis validasi yang kuat.

Penutup

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan algoritma Prophet terbukti sangat efektif dan reliabel dalam menangkap karakteristik data nilai tukar (kurs) USD/IDR yang memiliki volatilitas tinggi. Keunggulan utama model ini terletak pada kemampuannya melakukan dekomposisi data secara akurat, yang memisahkan antara tren jangka panjang, komponen musiman, dan efek hari libur nasional. Penelitian ini berhasil mengungkap secara empiris bahwa kurs USD/IDR memiliki kecenderungan tren meningkat dalam jangka panjang yang mengindikasikan adanya tekanan depresiasi Rupiah yang berkelanjutan. Selain itu, identifikasi pola musiman menunjukkan dinamika yang spesifik, di mana kurs cenderung mencapai titik terendah pada bulan Mei dan mencapai puncaknya pada bulan Agustus, memberikan gambaran siklus tahunan yang krusial bagi analisis pasar valuta asing.

Integrasi kalender hari libur nasional Indonesia ke dalam model juga terbukti menjadi komponen kunci dalam meningkatkan presisi peramalan. Dengan memasukkan variabel ini, model mampu mengidentifikasi lonjakan pada momen-momen penting seperti Idulfitri secara tepat, sehingga fluktuasi tersebut tidak lagi dianggap sebagai noise atau gangguan data, melainkan sebagai pola perilaku ekonomi yang dapat dipetakan. Meskipun ditemukan adanya peningkatan ketidakpastian pada proyeksi jangka panjang hingga tahun 2027—yang ditandai dengan pelebaran uncertainty interval—model Prophet tetap konsisten dalam memberikan estimasi nilai tengah yang stabil sebagai panduan objektif dalam pengambilan keputusan strategis.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengaplikasian sains data untuk pemodelan deret waktu pada instrumen keuangan yang kompleks. Dengan pencapaian akurasi yang sangat tinggi (MAPE 4,12%), model ini menyediakan instrumen prediktif yang andal bagi para pelaku ekonomi dan pengambil kebijakan untuk melakukan mitigasi risiko nilai tukar secara lebih terukur dan terencana. Implementasi model ini diharapkan dapat memperkuat analisis proyeksi keuangan dan mendukung kesiapan dalam menghadapi dinamika pasar global yang tidak menentu di masa depan

Saran

Untuk pengembangan penelitian di masa depan, terdapat beberapa poin saran strategis yang perlu diperhatikan guna memperkuat validitas dan daya guna model prediktif yang telah dibangun. Pertama, penelitian selanjutnya diharapkan mampu memperluas cakupan variabel eksternal (extra regressors) untuk meningkatkan sensitivitas model terhadap guncangan fundamental ekonomi yang bersifat makro. Hal ini dapat dilakukan dengan mengintegrasikan paritas suku bunga melalui selisih antara BI Rate dan Federal Funds Rate guna menangkap fenomena aliran modal keluar (capital outflow), serta menambahkan indikator inflasi, Indeks Dolar (DXY), dan harga komoditas global yang menjadi krusial dalam memperkuat basis prediksi daya beli internasional, terutama bagi komoditas tembakau yang sangat sensitif terhadap dinamika pasar global.

Kedua, dari sisi metodologi teknis, eksplorasi terhadap pendekatan hybrid forecasting yang menggabungkan keunggulan algoritma Prophet dalam menangkap pola musiman dengan model berbasis deep learning seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)* atau *Gated Recurrent Unit (GRU)* sangat disarankan untuk mengolah residu non-linear yang sering muncul pada data keuangan. Peneliti selanjutnya juga perlu melakukan optimasi hyperparameter secara otomatis melalui teknik *Bayesian Optimization* serta mencoba mengintegrasikan analisis sentimen berbasis *Natural Language Processing (NLP)* terhadap berita ekonomi global. Langkah ini penting untuk menangkap ekspektasi pasar dan kejutan berita (*news shocks*) yang sering kali menggerakkan nilai tukar lebih cepat dibandingkan data historis semata.

Ketiga, secara implementatif dan strategis, hasil proyeksi dari penelitian ini harus dijadikan landasan bagi para pelaku ekspor dan pengambil kebijakan dalam merumuskan strategi hedging atau lindung nilai melalui instrumen kontrak forward dan option guna memitigasi risiko kerugian akibat selisih kurs. Penentuan timing transaksi valuta asing harus direncanakan secara matang dengan merujuk pada jendela waktu musiman harian dan bulanan yang telah teridentifikasi, sembari tetap memantau hambatan non-tarif seperti regulasi FDA di Amerika Serikat dan fluktuasi biaya logistik internasional. Dengan mengintegrasikan aspek

teknis, fundamental, dan manajemen risiko strategis ini, diharapkan pengembangan penelitian selanjutnya dapat menghasilkan sistem peringatan dini (Early Warning System) yang lebih tangguh dalam menjaga stabilitas devisa dari sektor tembakau nasional di tengah ketidakpastian ekonomi dunia yang semakin kompleks.

Ucapan Terimakasih

Penulis memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penelitian ini, serta menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam memberikan dukungan dan masukan bagi penyempurnaan hasil studi ini. Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, khususnya Program Studi Sains Data, atas fasilitas akademik dan lingkungan penelitian yang sangat mendukung. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Bank Indonesia selaku penyedia dataset nilai tukar dan perdagangan yang valid, serta kepada para pakar ekonomi makro atas tinjauan kritisnya yang sangat membantu dalam memperdalam interpretasi hasil dan relevansi ekonomi dari temuan yang ada. Tidak lupa, dukungan teknis dari rekan-rekan mahasiswa Sains Data selama proses optimasi skrip serta dukungan moral dan motivasi yang tidak terhingga dari keluarga tercinta menjadi faktor kunci dalam penyelesaian karya ini. Semoga segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan menjadi amal kebaikan, dan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi strategis bagi para pemangku kepentingan dalam manajemen risiko nilai tukar.

Daftar Pustaka

Br Sitepu, F. T., Sirait, V. A., & Yunis, R. (2021). Analisis Runtun Waktu Untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru Dengan Model Prophet Facebook. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, *23*(1). https://doi.org/10.31294/p.v23i1.9756

Danarwindu, G. A., Noviani Sugianto, V. A., & Prihatmoko, H. (2025). Perbandingan Metode Peramalan Volume Transaksi Sistem Resi Gudang: Prophet, Exponential Smoothing dan Sarima. *Emerging Statistics and Data Science Journal*, *3*(2), 525–536. https://doi.org/10.20885/esds.vol3.iss.2.art8

Dwitiar Nalole, M., Rezka Nuha, A., Ode Nashar, L., & Achmad, N. (2025). *Perbandingan Metode Dekomposisi Multiplikatif dan Metode Prophet dalam Meramalkan Nilai Tukar USD ke Rupiah*. *8*(1), 63–76. https://doi.org/10.13057/ijas.v8i1.96572

Fihri, F., Haryadi, H., & Nurhayani, N. (2021). Pengaruh kurs, inflasi, PDB dan harga karet internasional terhadap ekspor karet Indonesia Ke Tiongkok dan Amerika Serikat. *E-Journal Perdagangan Industri Dan Moneter*, *9*(3), 141–154. https://doi.org/10.22437/pim.v9i3.16272

Hidayat Susilowati, I. (2020). Perspektif: Jurnal Ekonomi & Manajemen Universitas Bina Sarana Informatika Peramalan Nilai Tukar Kurs IDR Terhadap Dollar USD Dengan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing. *Perspektif: Jurnal Ekonomi & Manajemen Universitas Bina Sarana Informatika*, *18*(P-ISSN 1411-8637 E-ISSN 2550-1178), 91–98. https://doi.org/10.31294/jp.v17i2

Kwarteng, S., & Andreevich, P. (2024). Comparative Analysis of ARIMA, SARIMA and Prophet Model in Forecasting. *Research & Development*, *5*(4), 110–120. https://doi.org/10.11648/j.rd.20240504.13

Muslimin B, Richa Rachmawati Afak, & Budi Racmadhani. (2024). Forecasting USD to IDR Exchange Rates Using Prophet Time- Series Model. *JSIKTI: Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer*, *6*(2), 205–214. https://doi.org/10.26594/register.v8i2.2541

Muzakki, M. A., Azra Sabila, M., Sundari, S., Wisnuadhi, B., Komputer, J. T., Informatika, D., Bandung, N., & Barat, K. B. (2021). Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 4–5. jurnal.polban.ac.id

Nisfulaila Noviana, T. (2018). ANALISIS PENGARUH INFLASI, KURS TUKAR, DAN JUMLAH PRODUKSI TERHADAP EKSPOR KOMODITI KARET DI INDONESIA. In *Jurnal Ekonomi Pembangunan* (Vol. 2). https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jie.v2i3.7097

Ono, C. G., & Okeagu, F. N. (2026). Artificial Intelligence for Energy Optimization in Sustainable Manufacturing Systems How to Cite : Chukwuma Godfrey Ono, etc. "Artificial Intelligence for Energy Optimization in Sustainable Manufacturing Systems." In *Synergy: Journal of Collaborative Sciences* (Vol. 2, Number 1). https://sinesia.org/index.php/Synergy/index

Pernandes Simamora, J., Martha, S., & Andani, W. (2024). PENERAPAN ALGORITMA PROPHET PADA PERAMALAN HARGA SAHAM Informasi Artikel ABSTRAK Sejarah Artikel. *Equator: Journal of Mathematical and Statistical Sciences (EJMSS)*, *3*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.26418/ejmss.v3i2.86139

Rizki, M., Priyanto, D., Martono, G. H., Sulistianingsih, N., & Syahrir, M. (2025). Perbandingan Algoritma Sarima dan Prophet Untuk Peramalan Trend Penjualan Voucher Game Online. *Jurnal Minfo Polgan*, *14*(2), 1587–1598. https://doi.org/10.33395/jmp.v14i2.15083

Satria, M. R. E., Rosiani, D., Candra, A. D., & Setiyono, A. (2025). ANALISIS FORECASTING PRODUKSI GAS MENGGUNAKAN ALGORITMA

PROPHET DAN ARIMA. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, *5*(1), 562–572. https://doi.org/10.53026/sntem2025.v5i1.587

Sugiharti, L., Esquivias, M. A., & Setyorani, B. (2020). The impact of exchange rate volatility on Indonesia's top exports to the five main export markets. *Heliyon*, *6*(1). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03141

Wiejaya, A., & Fenriana, I. (2024). Prediksi Harga Saham Top 10 NASDAQ dengan Time Series Prophet. *Bit-Tech*, *7*(2), 252–262. https://doi.org/10.32877/bt.v7i2.1736

Wildhanrahman, F. I., Abdulbaaqiy, C. L., & Dirhami, M. F. (2020). Prediksi puncak wabah Covid-19 di Indonesia menggunakan model logistik dan forecasting dengan FB Prophet. *Unri Conference Series: Community Engagement*, *2*, 352–358. https://doi.org/10.31258/unricsce.2.352-358

Biografi Singkat Penulis



Perkenalkan saya Galang Surya Ramadhan seorang mahasiswa sarjana di Program Studi Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Fokus akademiknya berpusat pada implementasi machine learning dan analisis data deret waktu (time-series forecasting) untuk kebutuhan sektor ekonomi makro. memiliki kompetensi teknis dalam penggunaan algoritma Prophet dan metodologi statistik untuk memodelkan tren serta pola musiman pada variabel nilai tukar dan perdagangan internasional. Ia aktif berkontribusi dalam berbagai forum ilmiah, termasuk konferensi nasional, dengan fokus riset pada mitigasi risiko volatilitas pasar melalui pendekatan sains data. Melalui studinya, ia berkomitmen untuk mengembangkan model prediktif yang akurat guna mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data. Fokus penelitiannya saat ini mengkaji dekomposisi data ekonomi untuk memberikan wawasan mendalam bagi stabilitas sektor perdagangan nasional.