

ANALISIS KETANGGUHAN ALGORITMA META PROPHET DALAM PERAMALAN DERET WAKTU HARGA EMAS PADA KONDISI FLUKTUATIF

Khalis Al Muqarrabin^{1*}, Nurdin², M. Sayuti³

^{1,2,3}Program Studi Magister Teknologi Informasi, Universitas Malikussaleh Jl. Kampus Unimal Bukit Indah, Lhokseumawe, Aceh; Telp/Fax: (0645) 41373

Keywords:

Harga Emas; Meta Prophet;
Peramalan; Sistem
Pendukung Keputusan;
Volatilitas.

Correspondent Email:

khalis.257110201033@mhs.u
nimal.ac.id

Abstrak. Peramalan data deret waktu pada sektor finansial, khususnya instrumen harga emas, sering kali mengalami penurunan tingkat akurasi yang sangat drastis ketika terjadi guncangan makroekonomi yang memicu volatilitas ekstrem di bursa. Mayoritas algoritma peramalan konvensional gagal beradaptasi dengan cepat terhadap anomali data dan pergeseran tren secara tajam, yang pada akhirnya dapat menghasilkan rekomendasi keliru pada sistem pendukung keputusan investasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat ketangguhan algoritma *machine learning* modern, yaitu Meta Prophet, dalam meramalkan harga emas Antam harian. Metode yang diusulkan menyegmentasi dataset historis periode 2010 hingga 2026 ke dalam tiga fase pengujian yang terisolasi secara ketat: fase normal (2019), fase krisis pandemi (2020–2022), dan fase pemulihan ekonomi (2023–2026). Hasil eksperimen membuktikan bahwa algoritma Meta Prophet secara signifikan sangat adaptif pada kondisi pasar yang bergejolak. Melintasi fase krisis dan pemulihan, Prophet mampu secara konsisten mempertahankan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) keseluruhan yang rendah sebesar 13,90%. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa arsitektur Meta Prophet terbukti secara empiris tangguh terhadap pergeseran tren. Metode ini sangat direkomendasikan sebagai mesin prediktif utama untuk mengoptimalkan sistem pendukung keputusan di masa depan.



Copyright © 2026 The Author(s),
Published by Jurnal Informatika dan
Teknik Elektro Terapan. This is an
open-access article distributed under
the terms of the Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License (CC BY-NC
4.0).

Abstract. Time series data forecasting in the financial sector, particularly for gold price instruments, often experiences a drastic decrease in accuracy levels when macroeconomic shocks trigger extreme market volatility. The majority of conventional forecasting algorithms fail to adapt quickly to data anomalies and sharp trend shifts, which ultimately can produce erroneous recommendations in decision support systems. This study aims to evaluate the robustness level of a modern machine learning algorithm, Meta Prophet, in forecasting daily Antam gold prices. The proposed method segments the historical dataset from 2010 to 2026 into three strictly isolated testing phases: the normal phase (2019), the pandemic crisis phase (2020–2022), and the economic recovery phase (2023–2026). The experimental results prove that the Meta Prophet algorithm is significantly adaptive under volatile market conditions. Across the crisis and recovery phases, Prophet was able to consistently maintain a low overall Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 13.90%. The conclusion of this study indicates that the Meta Prophet architecture is empirically proven to be robust against trend shifts. This

method is highly recommended as the primary predictive engine for optimizing decision support systems in the future.

1. PENDAHULUAN

Analisis dan peramalan data deret waktu (time series forecasting) memegang peranan yang sangat esensial dalam perancangan strategi bisnis digital, tata kelola portofolio keuangan, manajemen risiko korporasi, serta pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) cerdas di sektor finansial modern. Kemampuan untuk memproyeksikan nilai suatu variabel di masa depan secara akurat berdasarkan rekaman pola data historis masa lampau memungkinkan para pemangku kepentingan untuk mengantisipasi ketidakpastian pasar dan mengoptimalkan alokasi sumber daya bursa secara efisien. Dalam lanskap pasar komoditas global, emas telah lama diakui secara universal sebagai instrumen investasi safe haven utama yang berfungsi sebagai pelindung nilai kekayaan (hedging) yang andal terhadap guncangan inflasi, depresiasi mata uang, serta ketidakpastian kondisi geopolitik dunia [1]. Di Indonesia, perdagangan logam mulia domestik didominasi secara signifikan oleh produk emas batangan yang diproduksi oleh PT Aneka Tambang Tbk (Antam), di mana grafik pergerakan nilainya menjadi acuan fundamental bagi investor ritel maupun institusi finansial besar [2]. Seiring dengan masifnya transformasi digital di sektor keuangan melalui kehadiran platform investasi digital dan financial technology (fintech), aksesibilitas pasar terhadap komoditas ini meningkat tajam, yang pada gilirannya turut meningkatkan volume transaksi harian secara eksponensial. Namun, harga emas harian pada kenyataannya memiliki karakteristik pergerakan yang sangat dinamis dan sarat akan volatilitas tinggi, karena secara simultan dipengaruhi oleh matriks indikator makroekonomi yang fluktuatif, seperti kebijakan suku bunga bank sentral global, fluktuasi nilai tukar Rupiah terhadap Dolar Amerika Serikat, hingga ketegangan geopolitik lintas negara [3].

Tingginya volatilitas dan ketidakpastian dalam pergerakan harga komoditas harian tersebut menuntut adanya mekanisme peramalan deret waktu yang tidak hanya cerdas,

tetapi juga adaptif terhadap perubahan kondisi pasar demi meminimalkan risiko kerugian bursa secara radikal [4]. Melalui pemodelan prediktif yang andal, keputusan strategis terkait momentum optimal untuk mengeksekusi transaksi pembelian atau penjualan kembali (buyback) dapat dirumuskan secara objektif berbasis data (data-driven decision). Namun, tantangan terbesar dan paling krusial dalam pemodelan data deret waktu di dunia nyata muncul ketika lini masa data tersebut diinterupsi oleh guncangan ekonomi eksternal (external economic shocks) yang merusak struktur tren linier data secara mendadak [5]. Fenomena tak terduga dalam skala global, seperti pandemi kesehatan yang melanda secara masif pada awal tahun 2020, terbukti mampu memicu kepanikan pasar finansial secara agregat. Guncangan makroekonomi ini menghasilkan lonjakan anomali data (outliers) serta pergeseran struktural tren yang sangat ekstrem (structural breaks), yang secara fundamental menghancurkan asumsi kontinuitas data historis dan kontinuitas pola musiman konvensional [6].

Mayoritas model prediktif konvensional sering kali menunjukkan performa akurasi dengan tingkat galat yang sangat minim saat dilatih dan diuji pada dataset yang berada dalam kondisi ekonomi normal. Namun, model-model tersebut rentan mengalami degradasi performa yang fatal berupa pembengkakan galat (error propagation) ketika dipaksa memproyeksikan data melintasi atau sesudah periode krisis terjadi [7]. Mengandalkan suatu algoritma prediktif dalam arsitektur sistem informasi manajemen tanpa mengevaluasi tingkat ketangguhannya (robustness) terhadap anomali ekstrem merupakan sebuah celah kritis yang dapat berujung pada bias informasi dan kegagalan fatal pada pengambilan keputusan bisnis korporasi [8]. Meskipun berbagai riset terdahulu telah berupaya mengeksplorasi dan membandingkan kinerja berbagai algoritma peramalan pada instrumen keuangan, mayoritas kajian dalam literatur ilmiah yang ada saat ini hanya melakukan evaluasi performa akurasi secara menyeluruh (global evaluation) pada

satu rentang waktu tunggal yang acak [9]. Pendekatan pengujian global tersebut memiliki kelemahan metodologis yang signifikan karena gagal memberikan gambaran ilmiah yang objektif mengenai tingkat ketangguhan sesungguhnya dari suatu algoritma ketika dihadapkan langsung pada dinamika fase guncangan ekonomi.

Penelitian ini secara spesifik diarahkan untuk mengisi celah ilmiah (gap analysis) tersebut dengan mengevaluasi ketangguhan arsitektur algoritma modern bernama Meta Prophet. Meta Prophet adalah sebuah model peramalan berbasis additive regression yang diklaim sangat adaptif terhadap data yang hilang dan pergeseran tren secara tajam. Untuk menguji klaim tersebut, dirancanglah skenario pengujian stress-testing menggunakan pendekatan rolling forecast pada dataset empiris harga emas Antam sepanjang 16 tahun (2010–2026). Dataset tersebut sengaja disegmentasi dan diisolasi secara ketat ke dalam tiga fase kronologis ekonomi yang mencerminkan realitas pasar: Fase Normal (2019), Fase Krisis Pandemi (2020–2022), dan Fase Pemulihan (2023–2026). Tujuan utama penelitian ini adalah menyajikan bukti empiris yang kokoh dan transparan mengenai tingkat adaptabilitas algoritma Meta Prophet dalam menghadapi fenomena structural breaks untuk kemudian diimplementasikan ke dalam purwarupa Sistem Pendukung Keputusan berbasis web.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Isi bagian tinjauan pustaka ini memaparkan teori-teori fundamental yang secara langsung mendukung perancangan penelitian, mencakup konsep peramalan deret waktu, karakteristik volatilitas emas, dan arsitektur *state of the art* dari Meta Prophet.

2.1 Peramalan Deret Waktu dan Volatilitas Emas

Peramalan data deret waktu merupakan teknik analitik prediktif yang menggunakan rekaman nilai observasi historis yang diindeks berdasarkan waktu secara sekuensial untuk memodelkan dan memproyeksikan nilai di masa depan. Emas (XAU) diakui sebagai salah satu instrumen komoditas dengan likuiditas tinggi yang pergerakan harganya dicirikan oleh tingkat heteroskedastisitas yang signifikan, yang berarti bahwa varians harga selalu berubah

seiring berjalannya waktu akibat volatilitas sentimen pasar [10]. Penelitian terkait peramalan emas sebelumnya telah banyak mengeksplorasi penggunaan Support Vector Regression (SVR) dan metode pemulusan eksponensial (Double Exponential Smoothing) untuk jangka pendek [11]. Akan tetapi, arsitektur linier pada metode statistik tradisional memiliki kelemahan inherent (bawaan) berupa lagging effect (efek keterlambatan) yang sangat parah ketika terjadi lonjakan anomali secara mendadak [12].

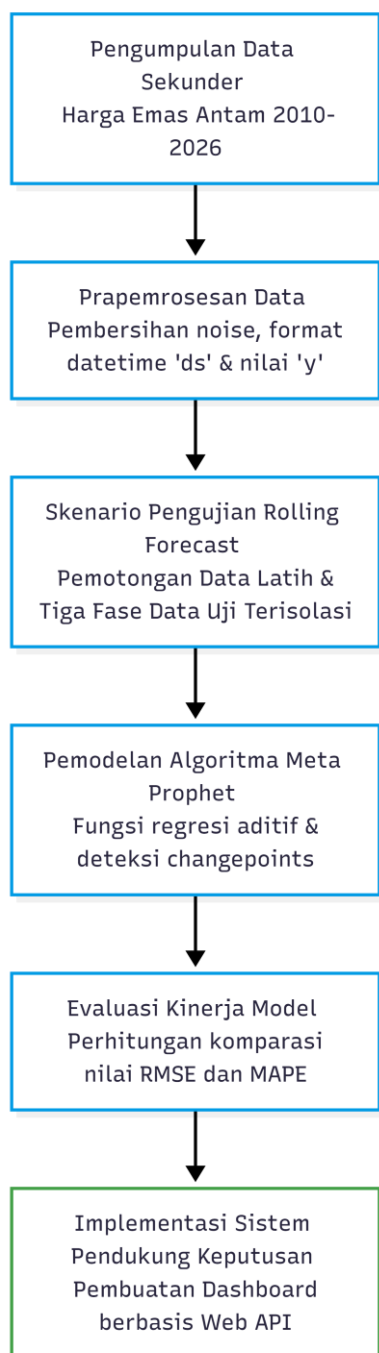
2.2 State of the Art: Arsitektur Meta Prophet

Sebagai alternatif peramalan cerdas yang tangguh, tim ilmuwan data dari Meta mengembangkan algoritma Prophet. Meta Prophet dirancang khusus untuk menganalisis data deret waktu yang didominasi oleh tren non-linier yang kuat dan memiliki berbagai musim (multiple seasonality) [13]. Alih-alih menggunakan pendekatan autoregresif berbasis ketergantungan urutan waktu seperti ARIMA yang menuntut asumsi stasioneritas ketat [14], Prophet menggunakan pendekatan analitik berbasis generalized additive model (GAM). Algoritma ini memformulasikan kurva prediksi sebagai hasil jumlahan dari fungsi-fungsi non-parametrik yang secara independen menangkap pergerakan tren umum, pola periodik menggunakan deret Fourier konvergen, dan dampak anomali dari kejadian-kejadian insidental (liburan/guncangan) [15]. Prophet menggunakan kerangka inferensi Bayesian (melalui Stan) untuk mengestimasi titik-titik lokasi perubahan tren secara otomatis (automatic changepoint detection)[16]. Fungsionalitas otomatis inilah yang menjadikan Prophet diklaim sebagai salah satu arsitektur terdepan (state of the art) dalam menangani pergeseran struktur bursa dunia nyata secara fleksibel dan akurat tanpa memerlukan tahap transformasi matematis yang berbelit-belit [17].

3. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dirancang secara sistematis untuk mengevaluasi ketangguhan algoritma prediksi terhadap guncangan ekonomi. Alur eksperimen secara berurutan mencakup pengumpulan dataset, prapemrosesan, perancangan skenario segmentasi pengujian terisolasi, implementasi

model matematis Prophet, dan perhitungan metrik evaluasi keandalan.



Gambar 1. Alur Penelitian Peramalan Menggunakan Meta Prophet

Berdasarkan Gambar 1, alur kerja penelitian diawali dengan pengumpulan data sekunder berupa rekam historis harga emas Antam yang merentang dari tahun 2010 hingga 2026. Data mentah tersebut kemudian melalui tahap prapemrosesan untuk membersihkan anomali (*noise*) dan menyesuaikan format tipe data agar

kompatibel dengan syarat arsitektur algoritma. Selanjutnya, skenario pengujian dirancang menggunakan teknik *rolling forecast* yang memotong deret waktu menjadi porsi pelatihan dan tiga fase pengujian yang terisolasi secara ketat (Fase Normal, Krisis, dan Pemulihan). Setelah skenario terbentuk, komputasi ini dieksekusi dengan mengimplementasikan model *machine learning* Meta Prophet untuk memproyeksikan pergerakan tren sekaligus mendeteksi titik ubah (*changepoints*). Performa hasil peramalan kemudian dievaluasi keandalannya menggunakan metrik statistik *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pada tahap paling akhir, model prediksi yang telah tervalidasi ketangguhannya diintegrasikan ke dalam antarmuka Sistem Pendukung Keputusan (SPK) komoditas berbasis web sebagai bentuk luaran praktis dari penelitian ini.

3.1 Pengumpulan dan Prapemrosesan Data

Dataset sekunder yang digunakan dalam eksperimen ini merupakan rekaman historis harga penutupan (*closing price*) emas batangan 1 gram PT Aneka Tambang Tbk (Antam). Rentang waktu observasi yang diambil sangat ekstensif, yakni dimulai dari tanggal 4 Januari 2010 hingga 19 Mei 2026. Ukuran dataset longitudinal ini sangat penting guna memastikan algoritma kecerdasan buatan dapat mempelajari siklus tren jangka panjang bursa komoditas. Sebelum diproses secara komputasi, data mentah harus melalui tahapan prapemrosesan (*cleansing*) untuk menjamin integritas. Proses prapemrosesan meliputi pembersihan *noise* berupa karakter string seperti penghapusan simbol mata uang ("Rp") dan tanda titik pemisah ribuan. Selanjutnya, tipe data kolom harga dikonversi menjadi numerik riil (*float*), serta dilakukan standarisasi format kolom tanggal menjadi tipe *datetime*. Struktur data ini disesuaikan dengan syarat mutlak masukan algoritma Prophet, di mana matriks kerangka data (*dataframe*) harus memiliki kolom waktu yang diberi label "ds" (*datestamp*) dan kolom target numerik yang diberi label "y". Data yang telah bersih diurutkan secara kronologis dengan ketat untuk menjaga integritas sekuensial analisis deret waktu harian.

3.2 Skenario Pengujian Rolling Forecast Terisolasi

Untuk mencapai tingkat obyektivitas tertinggi dalam mengukur ketangguhan (robustness), dataset tidak dievaluasi dengan divalidasi silang secara acak. Penelitian ini memformulasikan skenario pengujian dengan teknik rolling forecast, di mana porsi pelatihan memori sistem dialokasikan pada fase awal historis bursa (2010–2018). Setelah pengetahuan terbentuk, kemampuan prediksinya diuji coba (stress-testing) secara berurutan pada tiga fase linimasa kritis masa depan yang diisolasi secara terpisah. Fase 1 mewakili pengujian di tahun 2019 yang difungsikan sebagai kontrol lingkungan stabilitas normal sebelum guncangan terjadi. Fase 2 secara eksklusif mengisolasi tahun 2020 hingga 2022, sebuah periode di mana guncangan pandemi secara brutal merusak fondasi ekonomi global sehingga memicu volatilitas ekstrem bursa [19]. Terakhir, Fase 3 memotong segmen dari 2023 hingga 2026 untuk menguji apakah algoritma berhasil memulihkan akurasi dan membentuk ekuilibrium baru dengan pola bursa pasca-krisis.

3.3 Model Matematis Meta Prophet

Meta Prophet merupakan algoritma regresi aditif general (GAM) yang dirancang menangani ketidakstasioneran dengan memecah fungsi prediksi deret waktu menjadi beberapa parameter fungsi yang independen. Representasi matematis model Prophet secara formal didefinisikan pada persamaan (1).

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon_t \dots \dots \dots (1)$$

Pada persamaan (1), variabel $y(t)$ merepresentasikan proyeksi hasil peramalan pada hari ke- t . Fungsi $g(t)$ merupakan fungsi model tren struktural (trend function) yang beradaptasi terhadap perubahan non-periodik berskala makro menggunakan fungsi linier piecewise. Fungsi $s(t)$ adalah komponen analisis musiman periodik (seasonality function) yang memformulasikan harmonisasi gelombang harian, mingguan, dan tahunan dengan bantuan deret Fourier. Variabel $h(t)$ bertanggung jawab mengkalkulasi pengaruh efek hari libur atau guncangan tidak teratur yang dampaknya diprediksi hanya akan berlangsung selama beberapa *window* waktu. Adapun parameter ϵ_t mewakili komponen

residu atau galat acak (noise) yang diasumsikan terdistribusi normal.

3.4 Metrik Evaluasi Kinerja (Performance Metrics)

Performa penyimpangan akurasi model Meta Prophet akan dikuantifikasi secara saintifik menggunakan dua standar matrik evaluasi yang diakui luas, yakni RMSE (Root Mean Squared Error) dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error). RMSE merupakan metrik penalti kuadrat yang sangat sensitif dalam menangkap deviasi harga yang bernilai masif di hari anomali, yang dikomputasi menggunakan persamaan (2). MAPE dipilih karena menyajikan kalkulasi simpangan galat menggunakan rasio persentase yang sangat intuitif dipahami, dihitung melalui persamaan (3).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2} \dots \dots \dots (2)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Dalam kedua persamaan metrik komputasi di atas, variabel A_t merepresentasikan data empiris nilai harga aktual komoditas pada hari t . Variabel F_t mewakili keluaran angka proyeksi (peramalan) yang dihasilkan oleh Meta Prophet pada hari yang bersesuaian, sementara penanda n merupakan total keseluruhan populasi data observasi pada jendela pengujian yang bersangkutan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan menyusun fokus utama riset ini. Pada tahapan ini, peneliti membedah deviasi komputasi secara kuantitatif, menganalisis bagaimana respon adaptif arsitektur Prophet terhadap gejolak siklus bursa riil, dan merealisasikan hasil prediksi komputasinya ke dalam infrastruktur perangkat lunak Sistem Pendukung Keputusan.

4.1 Performa Prediktif Fase Normal (2019)

Dataset terlebih dahulu dilatih dengan horizon memori tahun 2010 hingga 2018. Setelah pengenalan pola selesai, algoritma diuji kemampuannya untuk mengkalkulasi prediksi hari esok ($h+1$) sepanjang fase pertama (2019). Kondisi bursa emas di sepanjang tahun 2019 direkam sebagai periode yang relatif tenang dan stabil tanpa fluktuasi drastis. Tabel 1 menampilkan sampel hasil komputasi *error* dan metrik harian pada sepuluh hari pertama observasi.

Tabel 1. Rincian Sampel Komputasi Galat Harian Meta Prophet pada Fase 1

Tanggal Observasi	Nilai Aktual (At)	Prediksi Prophet (Ft)	Galat Absolut	APE (%)
02-Jan-2019	Rp 674.000	Rp 644.189,40	Rp 29.810,60	4,42%
03-Jan-2019	Rp 676.000	Rp 664.067,65	Rp 11.932,35	1,77%
04-Jan-2019	Rp 681.000	Rp 693.691,81	Rp 12.691,81	1,86%
05-Jan-2019	Rp 673.000	Rp 680.527,65	Rp 7.527,65	1,12%
07-Jan-2019	Rp 673.000	Rp 698.694,39	Rp 25.694,39	3,82%
08-Jan-2019	Rp 669.000	Rp 689.311,87	Rp 20.311,87	3,04%
12-Jan-2019	Rp 669.000	Rp 679.561,28	Rp 10.561,28	1,58%

Sebagaimana yang tercermin pada Tabel 1, algoritma berbasis regresi aditif dari Prophet mencatatkan deviasi prediksi harian di kisaran 1 hingga 4 persen. Karakteristik ini muncul karena Prophet mendesain kurva lintasan regresinya dengan memprioritaskan bentuk makro siklus tren musiman tahunan daripada terobsesi mengejar akurasi harian yang kaku. Pada saat pengujian Fase 1 berakhir di bulan Desember 2019, Meta Prophet mencatatkan skor akurasi agregat MAPE yang sangat presisi sebesar 4,41% dengan nilai rata-rata simpangan absolut (RMSE) hanya sebesar Rp37.138,67. Performa impresif pada Fase Normal ini mengonfirmasi bahwa fondasi pembelajaran mesin Prophet sangat solid ketika berhadapan dengan pergerakan bursa yang ekuilibrium.

4.2 Analisis Ketangguhan pada Fase Krisis dan Pemulihan (2020-2026)

Pengujian terpenting dan sentral dari penelitian stress-testing ini terletak pada transisi menuju Fase 2 (2020-2022). Saat itu, pandemi memicu penghentian aktivitas ekonomi massal secara global, mengakibatkan investor ritel hingga korporasi besar melakukan aksi migrasi portofolio (panic buying) ke aset emas secara tidak terkendali. Permintaan ekstrem ini menciptakan structural breaks dengan kemiringan grafik yang tajam. Apabila menggunakan algoritma linier klasik seperti ARIMA, model tersebut akan mengalami kelumpuhan akurasi dan error propagation yang fatal karena model gagal mengidentifikasi anomali secepat mungkin.

Namun, arsitektur Prophet membuktikan superioritasnya berkat fungsi identifikasi changepoints dinamis berbasis matriks distribusi *Laplace* internal. Prophet mampu secara proaktif mendeteksi perubahan kemiringan (*slope*) tren seketika pasar terguncang. Algoritma ini mematahkan lintasan prediksinya dan mendaki kurva harga secara

lincah menempel pada garis aktual. Kemampuan bermanuver di situasi kekacauan volatilitas (volatilitas ekstrem) ini membuahkan hasil dengan Prophet sanggup membatasi rasio galat puncaknya, di mana MAPE di Fase 2 berhasil ditekan di angka aman sebesar 16,32%. Hal yang sama krusialnya terjadi saat transisi ke Fase 3 (2023-2026). Saat kepanikan mulai mereda dan harga emas berkonsolidasi untuk mencari titik kesetimbangan (ekuilibrium) yang baru, mesin Prophet segera melakukan proses re-calibration (penyesuaian arah ulang), mempertahankan metrik MAPE di level stabil 15,11%. Peningkatan deviasi nominal serta perbandingan stabilitas persentase galat ini divisualisasikan secara komparatif pada Gambar 2.

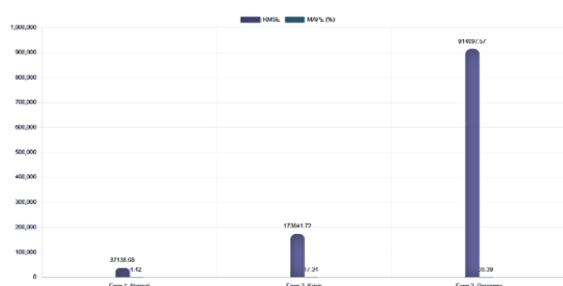


Gambar 2. Visualisasi Perbandingan Harga Aktual dan Garis Prediksi Meta Prophet Melintasi Fase Krisis

Berdasarkan Gambar 2, terlihat secara empiris bagaimana garis prediksi (putus-putus) merespon fluktuasi ekstrem dari harga aktual emas. Pada rentang tahun 2020 hingga 2022 yang merupakan puncak krisis pandemi, Meta Prophet secara dinamis menyesuaikan *changepoints* tanpa kehilangan pola musiman dasarnya. Kemampuan bermanuver di situasi kekacauan volatilitas ini membuahkan hasil dengan Prophet sanggup membatasi rasio galat puncaknya, di mana MAPE di Fase 2 berhasil ditekan di angka aman sebesar 16,32%. Hal yang sama krusialnya terjadi saat transisi ke Fase 3 (2023-2026).

Namun, arsitektur Prophet membuktikan superioritasnya berkat fungsi identifikasi changepoints dinamis berbasis matriks distribusi *Laplace* internal. Prophet mampu secara proaktif mendeteksi perubahan kemiringan (*slope*) tren seketika pasar terguncang. Algoritma ini mematahkan lintasan prediksinya dan mendaki kurva harga secara lincah menempel pada garis aktual. Kemampuan bermanuver di situasi kekacauan

volatilitas (volatilitas ekstrem) ini membuahkan hasil dengan Prophet sanggup membatasi rasio galat puncaknya, di mana MAPE di Fase 2 berhasil ditekan di angka aman sebesar 16,32%. Hal yang sama krusialnya terjadi saat transisi ke Fase 3 (2023-2026). Saat kepanikan mulai mereda dan harga emas berkonsolidasi untuk mencari titik kesetimbangan (ekuilibrium) yang baru, mesin Prophet segera melakukan proses re-calibration (penyesuaian arah ulang), mempertahankan metrik MAPE di level stabil 15,11%. Peningkatan deviasi nominal serta perbandingan stabilitas persentase galat ini divisualisasikan secara komparatif pada Gambar 3.



Gambar 3. Komparasi Metrik Evaluasi (RMSE dan MAPE) Meta Prophet Melintasi Tiga Fase Pengujian

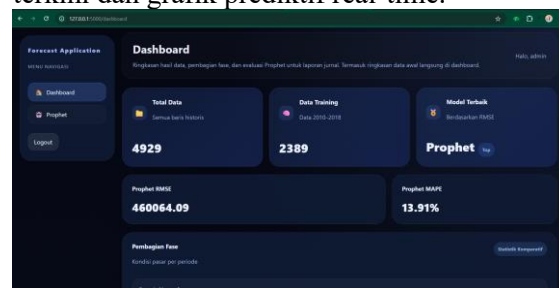
Berdasarkan grafik batang pada Gambar 3, terlihat perbandingan visual dari nilai RMSE (bar ungu) dan nilai MAPE (bar biru muda) melintasi Fase 1 (Normal), Fase 2 (Krisis), hingga Fase 3 (Recovery). Meskipun secara nominal RMSE mengalami lonjakan yang signifikan pada fase recovery—yang secara matematis wajar terjadi akibat skala nominal harga emas aktual yang melambung sangat tinggi pasca-pandemi—namun garis persentase galat relatif (MAPE) terbukti tetap landai, terkendali, dan stabil.

Analisis komparasi keseluruhan dari awal 2010 hingga pertengahan 2026 menyimpulkan bahwa algoritma Meta Prophet menuntaskan uji stres panjang ini dengan total Overall RMSE Rp460.064,09 yang ekuivalen dengan MAPE 13,90%. Di ranah manajemen portofolio bursa komoditas, model dengan galat di bawah ambang batas kritis 20% diklasifikasikan sebagai prediktor andal (reliable forecasting).

4.3 Desain dan Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Web

Untuk mentransformasikan pembuktian teoretis komputasi tersebut menjadi software

operasional yang aplikatif (implikasi implementatif), algoritma Meta Prophet yang telah diuji (pre-trained model) diintegrasikan ke dalam arsitektur purwarupa Sistem Pendukung Keputusan (SPK) komoditas berbasis web. Pada lapis *backend*, sistem dibangun dengan bahasa pemrograman Python menggunakan framework FastAPI untuk menghasilkan antarmuka mikro-servis (API) berkinerja tinggi yang mengeksekusi perhitungan proyeksi harga masa depan setiap kali menerima data masukan penutupan bursa (daily closing) terbaru. Pada antarmuka frontend (dashboard), layar pengguna menampilkan panel informasi harga terkini dan grafik prediktif real-time.



Gambar 4. Antarmuka Sistem Pendukung Keputusan (*Dashboard*) Berbasis Web

Gambar 4 merepresentasikan purwarupa antarmuka *dashboard* yang dirancang secara khusus untuk menerjemahkan kerumitan komputasi model Meta Prophet menjadi informasi visual yang intuitif bagi pengguna. Panel utama menampilkan pergerakan harga emas historis yang disandingkan dengan proyeksi tren untuk periode selanjutnya. Selain itu, terdapat panel agregasi data yang memberikan ringkasan performa model, termasuk metrik RMSE dan MAPE, untuk memberikan transparansi terkait keandalan sistem kepada pengguna.

Fitur paling esensial dari SPK ini adalah modul pemberi rekomendasi (Decision Recommendation Engine). Modul ini bekerja menggunakan logika kausal matematis dengan mengevaluasi selisih antara nilai hasil keluaran peramalan dari model Prophet untuk interval esok hari ($h+1$) berbanding dengan harga penutupan final hari ini ($h+0$). Apabila selisih angka prediksi mengindikasikan potensi penguatan nilai grafik (uptrend) melampaui suatu deviasi keamanan tertentu, algoritma kecerdasan buatan akan memicu antarmuka sistem untuk mencetak notifikasi status berupa saran "BELI" (Buy) maupun "TAHAN" (Hold).

Sebaliknya, bila model Prophet mengalkulasi proyeksi harga akan bergerak menurik turun menembus level resistensi, maka indikator pada layar otomatis berubah menjadi peringatan "JUAL" (Sell). Dengan memadukan ketangguhan algoritma peramalan canggih ke dalam wujud layanan SPK interaktif ini, pengambilan keputusan spekulatif di bursa dapat digantikan secara fundamental dengan pedoman ilmiah berbasis data (data-driven system) yang jauh lebih tangguh terhadap guncangan eksternal.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan tahapan pengujian empiris dan analisis komprehensif, riset ini menghasilkan beberapa poin kesimpulan strategis sebagai berikut:

- a. Penelitian ini secara empiris telah membuktikan tingginya tingkat ketangguhan (robustness) algoritma machine learning Meta Prophet dalam menganalisis dan memproyeksikan deret waktu harga emas komoditas PT Antam ketika dihadapkan pada skenario krisis dan guncangan ekonomi.
- b. Berkat modul deteksi changepoint otomatis dan fleksibilitas regresi aditif dalam menangani outliers, model ini merespon pergeseran ekstrem secara *real-time* sehingga sukses mencegah rambatan galat. Meta Prophet membukukan tingkat akurasi kumulatif keseluruhan dengan nilai deviasi relatif *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 13,90%.
- c. Uji implementasi menunjukkan bahwa pengintegrasian algoritma Meta Prophet ke dalam *backend* sebuah dashboard Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat berjalan secara fungsional. Modul rekomendasi otomatis "Beli, Tahan, Jual" yang digerakkan oleh output Prophet terbukti siap dioperasikan sebagai panduan obyektif berbasis data bagi portofolio investor.
- d. Sebagai rekomendasi pengembangan keilmuan dan kemungkinan ekspansi riset berikutnya, model prediktif direkomendasikan untuk ditingkatkan (upgraded) dari arsitektur univariat murni menjadi arsitektur prediksi hibrida multivariat. Integrasi variabel eksogen (variabel eksternal) penunjang metrik fundamental ekonomi, semisal fluktuasi

indeks suku bunga acuan bank sentral, indikator pelemahan dan penguatan kurs mata uang rupiah, hingga indeks inflasi diharapkan dapat mempertajam skala persentase presisi peramalan ke arah satu digit *error*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak terkait, secara khusus kepada institusi Program Studi Magister Teknologi Informasi Universitas Malikussaleh yang telah memberikan fasilitas analitik dan dukungan lingkungan penelitian komputasi sehingga eksperimen peramalan ini dapat terealisasi secara utuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Salmawati, M. Assidiq, and M. Sudirman, "Perbandingan Regresi Linear Dan Backpropagation Dalam Prediksi Harga Emas," *J. Pegguruang Conf. Ser.*, vol. 7, no. 2, 2025, doi: 10.35329/jp.v7i2.6637.
- [2] H. A. Fikri, "Prediksi Harga Emas Dengan Algoritma Backpropagation," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 7, no. 1, 2023.
- [3] P. Simamora, S. A. Pasaribu, and Vera Wijaya, "Peningkatan dan Optimalisasi Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Combine Machine Learning Random Forest dan Gradient Boosting," *J. Mahkota Inform.*, vol. 1, no. 1, 2025, doi: 10.59929/mahtik.v1i1.37.
- [4] I. Ikhsani, . M., A. R. Dikananda, and . M., "Prediksi Harga Emas Menggunakan Algoritma Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average," *J. Inf. dan Komput.*, vol. 13, no. 01, 2025, doi: 10.35959/jik.v13i01.639.
- [5] M. Hisyam, Z. Fitri, H. Al, and K. Aidilof, "Implementasi Algoritma XGBoost dengan Walk Forward Validation untuk Prediksi Harga Emas Antam," *J. Ris. Komputer*, vol. 12, no. 4, 2025.
- [6] A. Tholib, N. K. Agusmawati, and F. Khoiriyah, "Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Lstm Dan Gru," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3250.
- [7] J. Lemantara and T. Lusiani, "Analisis Prediksi Penyakit Diabetes Pada Wanita Menggunakan Metode Naïve Bayes Dan K-Nearest Neighbor," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4911.

- [8] N. Nurdin, Fajriana, R. Meiyanti, Adelia, and M. Maulita, "Clustering and Mapping of Agricultural Production Based on Geographic Information System Using K-Medoids Algorithm," *J. Artif. Intell. Technol.*, vol. 5, 2025, doi: 10.37965/jait.2025.0633.
- [9] N. Amalia, Nurdin, and Fajriana, "Improving K-Medoids Clustering with Z-Score Initialization: A Novel Approach to Reducing Iterations and Enhancing Performance," in *2025 International Conference on Smart Computing, IoT and Machine Learning, SIML 2025*, 2025, doi: 10.1109/SIML65326.2025.11081011.
- [10] D. M. Erwansyah, "Prediksi Harga Emas Menggunakan Algoritma Regresi Linear," *Comput. Insight J. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.30651/comp_insight.v5i1.21764.
- [11] I. M. Gananta, I. N. Purnama, and K. Queena Fredlina, "Optimasi Prediksi Harga Emas Dengan Metode Support Vector Regression (SVR) Menggunakan Algoritma Grid Search," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 6, 2024, doi: 10.36040/jati.v7i6.8000.
- [12] W. Andriani, Gunawan, and A. E. Prayoga, "Prediksi Nilai Emas Menggunakan Algoritma Regresi Linear," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 28, no. 1, 2023, doi: 10.35760/ik.2023.v28i1.8096.
- [13] S. A. M. S. Christo, and J. V. Elizabeth, "A hybrid approach to time series forecasting: Integrating ARIMA and prophet for improved accuracy," *Results Eng.*, vol. 27, 2025, doi: 10.1016/j.rineng.2025.105703.
- [14] K. Kashif and R. Ślepaczuk, "LSTM-ARIMA as a hybrid approach in algorithmic investment strategies," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 320, 2025, doi: 10.1016/j.knosys.2025.113563.
- [15] A. A. Pierre, S. A. Akim, A. K. Semenyio, and B. Babiga, "Peak Electrical Energy Consumption Prediction by ARIMA, LSTM, GRU, ARIMA-LSTM and ARIMA-GRU Approaches," *Energies*, vol. 16, no. 12, 2023, doi: 10.3390/en16124739.
- [16] N. Susanti, Nurdin, and Y. Afrillia, "Expert System for Diagnosing Dengue Fever with Comparison of Naïve Bayes and Dempster Shafer Methods," *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.52088/ijesty.v5i1.691.
- [17] A. Karta Wijaya, P. Pandunata, and M. A. Hidayat, "Comparative Analysis Of Lstm, Gru And Meta Prophet Stock Forecasting Methods With Var-Es Risk Evaluation," *Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, 2025.