

ANALISIS PERBANDINGAN MODEL ARIMA, SARIMAX & TIMEGPT UNTUK FORECASTING SAHAM

Dylan Ogyville Prawiro

Teknik Informatika, Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta

Depok, Jawa Barat

dylan.ogyville.prawiro.tik21@mhs.wpnj.ac.id

Abstract - This study aims to compare the forecasting performance of three time series models—ARIMA, SARIMAX, and TimeGPT—in predicting the stock price of PT Astra International Tbk (ASII). Accurate forecasting is crucial in supporting strategic financial decisions such as stock buybacks and investment planning. The models were evaluated using historical daily stock data spanning from July 1, 2024, to January 30, 2025. Performance was assessed through three evaluation metrics: Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The SARIMAX model achieved the best overall performance, with MAPE of 1.62%, MAE of 0.086, and RMSE of 0.198. It effectively captured temporal patterns while incorporating exogenous variables such as opening, high, and low prices. This capability makes SARIMAX a reliable choice for stable and accurate forecasting. TimeGPT, a generative AI-based model, showed promising results with MAPE values of 1.80% (1-day horizon) and 1.81% (7-day horizon), although its higher MAE (0.095) and RMSE (0.201) indicate greater sensitivity to outliers. Nevertheless, TimeGPT remains useful for real-time forecasting scenarios due to its ability to handle multivariable input and exclude holidays. ARIMA, serving as the baseline classical model, produced the lowest MAE (0.024) and RMSE (0.272), but the highest MAPE at 4.86%, showing that although the errors were small in absolute terms, they were proportionally large. In conclusion, SARIMAX is recommended as the primary forecasting model due to its accuracy and robustness, while TimeGPT serves as a complementary tool for dynamic and real-time stock analysis. The findings suggest that hybrid and contextual model selection is essential to optimize forecasting accuracy in financial domains.

Keywords: Stock Forecasting, Time Series, ARIMA, SARIMAX, TimeGPT

Abstrak-- Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja tiga model peramalan time series—ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT—dalam memprediksi harga saham PT Astra International Tbk (ASII). Peramalan yang akurat sangat penting untuk mendukung pengambilan keputusan strategis, seperti pembelian kembali saham dan perencanaan investasi. Model dievaluasi menggunakan data historis harian saham dari 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025. Kinerja model diukur menggunakan tiga metrik evaluasi: Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Model SARIMAX menunjukkan hasil terbaik secara keseluruhan, dengan nilai MAPE sebesar 1,62%, MAE 0,086, dan RMSE 0,198. Model ini mampu menangkap pola musiman dan tren historis dengan mempertimbangkan variabel eksogen seperti harga pembukaan, tertinggi, dan terendah, sehingga cocok digunakan sebagai alat bantu utama dalam peramalan yang stabil dan akurat. TimeGPT, model berbasis generative AI, menunjukkan hasil menjanjikan dengan nilai MAPE sebesar 1,80% (horizon 1 hari) dan 1,81% (horizon 7 hari). Namun, nilai MAE sebesar 0,095 dan RMSE 0,201 menunjukkan sensitivitas terhadap outlier. Meski demikian, TimeGPT tetap relevan untuk skenario peramalan real-time berkat kemampuannya menangani input multivariabel dan mengecualikan hari libur. Model ARIMA, yang digunakan sebagai model baseline klasik, mencatat MAE terendah (0,024) dan RMSE 0,272, namun memiliki nilai MAPE tertinggi sebesar 4,86%, yang mengindikasikan bahwa kesalahan absolut kecil menjadi signifikan secara persentase. Berdasarkan hasil tersebut, SARIMAX direkomendasikan sebagai model utama karena akurasi dan kestabilannya, sedangkan TimeGPT dapat digunakan sebagai alat pendukung yang fleksibel dan adaptif terhadap dinamika pasar saham.

Kata Kunci: Peramalan Saham, Time Series, ARIMA, SARIMAX, TimeGPT

I. PENDAHULUAN

Perusahaan di berbagai sektor menghadapi tantangan dalam menjaga stabilitas harga saham di tengah fluktuasi pasar. Dalam beberapa tahun terakhir, harga saham PT Astra International Tbk menunjukkan tren penurunan yang signifikan. Berdasarkan data dari Bursa Efek Indonesia (BEI),

yang merupakan lembaga resmi di bawah pengawasan Otoritas Jasa Keuangan (OJK), harga saham PT Astra International Tbk (ASII) pada awal Januari 2021 tercatat berada di angka Rp6.225 pada harga penutupan. Namun, pada awal Januari 2025, harga saham tersebut mengalami penurunan menjadi Rp4.950. Penurunan ini menunjukkan perubahan nilai sebesar Rp1.275, atau setara dengan 20,48%

penurunan dari harga awal tahun 2021 ke awal tahun 2025. Secara umum, peramalan dapat diartikan sebagai sebuah prediksi atau estimasi mengenai peristiwa yang akan terjadi di masa depan, dengan tujuan untuk mendukung perencanaan dan pengendalian operasional yang lebih baik. Time series forecasting adalah salah satu pendekatan yang digunakan untuk menjawab tantangan tersebut. Dengan memanfaatkan model seperti ARIMA dan SARIMAX, perusahaan dapat menganalisis pola historis, mendeteksi tren, dan memprediksi nilai masa depan secara lebih akurat.

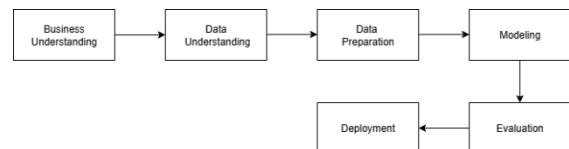
ARIMA adalah metode peramalan yang membentuk model berdasarkan pengaruh waktu, di mana data masa lalu dan sekarang saling terkait (Stephanie Rachma & Lukman Junaedi, 2022). Sedangkan penggunaan model SARIMAX memiliki pola fluktuasi secara musiman atau periodik secara berulang yang memiliki intensitas setiap satu tahun (Sutrisno et al, 2021). Sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa model SARIMAX memiliki karakteristik yang bersifat korelasi kuat dalam menentukan nilai pada pola yang bersifat musiman atau periode. Perbandingan akan dilakukan untuk mengetahui prediksi masa depan yang diperoleh dan menentukan model mana yang memiliki keakuratan lebih baik.

Hasil prediksi dari kedua model tersebut akan dilakukan pengujian berdasarkan data aktual Fluktuasi harga saham. Model ARIMA dan SARIMAX mempunyai pola perbedaan data yang berfluktuasi. Model ARIMA memiliki pola fluktuasi tidak tetap sedangkan model SARIMAX memiliki pola musiman (Putri & Sofro, 2022). Selain model berbasis statistik, penelitian ini juga menggunakan TimeGPT, Penelitian yang dilakukan oleh peneliti pada jurnal "TimeGPT-1", yaitu sebuah teknologi prediktif yang dirancang untuk menangani kompleksitas data Time Series. Menjelaskan bahwa rancangan TimeGPT menunjukkan potensi yang signifikan dalam memodelkan deret waktu dengan memungkinkan pemahaman lebih mendalam terhadap pola historis dan peningkatan akurasi dalam peramalan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*), yang merupakan salah satu metodologi standar dalam proses pengolahan data. Metode ini dipilih karena struktur tahapannya yang terorganisir

dan sesuai untuk menyelesaikan permasalahan analisis data berbasis prediksi. CRISP-DM memiliki enam tahapan yang meliputi pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, dan *deployment*. Tahapan Penelitian diperlukan agar rancangan penelitian yang sudah tersusun dapat tercapai sesuai target yang direncanakan. Tahapan penelitian digambarkan pada gambar 2.1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

A. Business Understanding

Tahap ini diawali dengan identifikasi permasalahan utama yang dihadapi oleh perusahaan. Dalam konteks ini, PT Astra International Tbk mengalami fluktuasi signifikan dalam harga saham selama periode 2022 hingga 2025. Penurunan harga saham berdampak terhadap kepercayaan investor dan kestabilan pasar. Tujuan bisnis dari penelitian ini adalah merancang sistem prediksi harga saham yang dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan strategis dan manajemen risiko investasi.

B. Data Understanding

Tahap ini fokus pada eksplorasi awal terhadap data historis harga saham PT Astra International Tbk, yang mencakup data dari tanggal 1 Juli 2022 hingga 30 Januari 2025. Data terdiri dari lima atribut: tanggal, harga pembukaan, harga penutupan, harga tertinggi, dan harga terendah. Analisis awal dilakukan untuk memahami struktur data, mendeteksi pola tren, dan mengidentifikasi kemungkinan adanya noise atau missing values.

C. Data Preparation

Tahapan ini mencakup proses pembersihan dan transformasi data. Data yang digunakan dibersihkan dari nilai kosong (missing), outlier, serta dinormalisasi agar siap untuk digunakan dalam model prediksi. Selain itu, dilakukan pembuatan fitur tambahan seperti indikator teknikal (misalnya moving average) dan lag features untuk memperkuat input model. Eksplorasi visualisasi data time series

juga dilakukan untuk mengidentifikasi pola musiman dan tren.

D. Modeling

Pada tahap ini, tiga model digunakan untuk melakukan peramalan harga saham: ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT. ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) digunakan karena kemampuannya dalam menangkap pola linier pada data time series. SARIMAX (Seasonal ARIMA with eXogenous variables) digunakan untuk mempertimbangkan pengaruh variabel eksogen seperti ROA dan ROE terhadap harga saham. TimeGPT merupakan model deep learning berbasis Transformer dengan arsitektur self-attention yang mampu menangkap pola kompleks dan non-linier dalam data deret waktu.

Setiap model disesuaikan dengan parameter optimal melalui proses tuning seperti Grid Search dengan mempertimbangkan nilai p, d, q pada ARIMA dan parameter musiman untuk SARIMAX.

E. Evaluation

Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik Mean Absolute Error (MAE) adalah rata-rata absolute dari kesalahan meramal tanpa menghiraukan tanda positif dan tanda negative, Root Mean Squared Error (RMSE) adalah penjumlahan kuadrat error atau selisih antara nilai sebenarnya (aktual) dan nilai prediksi. Nilai tersebut selanjutnya dibagi dengan banyaknya waktu data peramalan lalu menarik akarnya dan Mean absolute percentage error (MAPE) adalah ukuran kesalahan relatif dan menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Berikut Perumusan dari setiap rumus :

- Root Mean Square Error (RMSE)

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

Dimana,

Y_t = nilai aktual pada periode ke- t
 $\hat{Y}_t$ = nilai hasil prediksi pada periode ke- t
 n = jumlah periode pengamatan

- Mean Absolute Error (MAE)

$$MAE = \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{n} \quad (2)$$

Dimana,

Y_t = nilai aktual pada periode ke- t
 $\hat{Y}_t$ = nilai hasil prediksi pada periode ke- t
 n = jumlah periode pengamatan

- Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} \right|}{n} \cdot 100 \quad (3)$$

Dimana,

Y_t = nilai aktual pada periode ke- t
 $\hat{Y}_t$ = nilai hasil prediksi pada periode ke- t
 n = jumlah periode pengamatan

Ketiga metrik ini dipilih karena mampu memberikan gambaran kuantitatif terhadap kesalahan prediksi. Menurut Bessa et al. (2020), metrik-metrik ini merupakan standar umum dalam mengevaluasi kualitas prediksi time series karena mampu mengukur kesalahan secara absolut maupun relatif. Selain itu, digunakan Uji t-Test Berpasangan (Paired t-test) untuk membandingkan hasil prediksi antar model guna melihat apakah perbedaan performa antara model signifikan secara statistik.

F. Deployment

Tahapan akhir adalah deployment, yaitu implementasi sistem prediksi ke dalam bentuk sistem yang dapat digunakan untuk menampilkan hasil forecasting dari ketiga model. Output ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi manajemen dan investor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi metode peramalan harga saham yang dilakukan melalui serangkaian tahapan dalam proses data science. Setiap tahapan dimulai dari pemahaman tujuan bisnis, pengenalan dan pengolahan data, hingga pembangunan dan evaluasi model prediksi. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan sistem

prediksi harga saham yang akurat dan dapat diandalkan dalam mendukung pengambilan keputusan strategis.

A. Business Understanding

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem prediksi harga saham PT Astra International Tbk guna mendukung pengambilan keputusan strategis oleh manajemen dan investor. Fokus utama prediksi adalah pada estimasi harga dalam jangka pendek hingga menengah, dengan memanfaatkan pendekatan time series forecasting.

B. Data Understanding

Data yang digunakan merupakan data historis harga saham harian PT Astra International Tbk dari 1 Juli 2022 hingga 30 Januari 2025, sebanyak 625 observasi. Dataset terdiri dari lima atribut utama:

- Tanggal (time index)
- Terakhir (harga penutupan)
- Pembukaan (harga saat pembukaan)
- Tertinggi (harga tertinggi harian)
- Terendah (harga terendah harian)

Data ini digunakan sebagai dasar dalam membangun dan menguji model prediksi dengan pendekatan ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT.

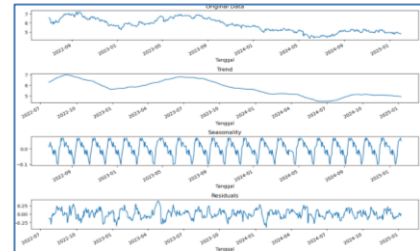
C. Data Preparation

Tahapan persiapan data meliputi konversi tipe data tanggal, pengecekan nilai hilang, dan pengujian stasioneritas menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Visualisasi awal dilakukan untuk mengidentifikasi pola tren dan volatilitas. Ditemukan adanya tren naik hingga pertengahan 2023, penurunan tajam hingga awal 2024, serta fluktuasi lanjutan hingga 2025. Analisis eksploratif (EDA) dilanjutkan untuk memahami distribusi data, pola musiman, dan hubungan antar variabel prediktor sebagai dasar dalam pemilihan model yang sesuai.

Pada tahap ini dilakukan sejumlah langkah awal untuk memastikan bahwa data yang digunakan telah bersih dan siap untuk dianalisis serta dimodelkan. Langkah pertama adalah pemeriksaan nilai hilang (*missing values*), yang bertujuan untuk mengidentifikasi adanya data kosong dalam dataset.

Proses ini dilakukan dengan menghitung jumlah nilai kosong per kolom, memeriksa keberadaan nilai kosong secara keseluruhan, serta

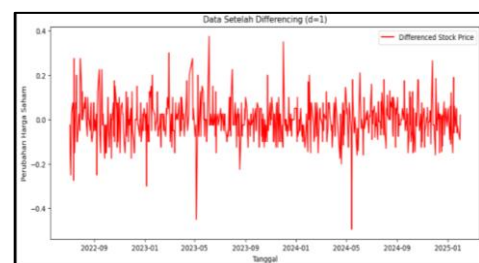
melihat apakah terdapat baris tertentu yang mengandung nilai kosong. Berdasarkan hasil pengecekan diketahui bahwa tidak terdapat missing values dalam dataset. Hal ini memastikan bahwa data dapat langsung digunakan tanpa memerlukan proses imputasi atau penghapusan.



Gambar 2 Exploratory Data Analysis

Selanjutnya, dilakukan *Exploratory Data Analysis (EDA)* untuk memahami struktur dan karakteristik data. Teknik dekomposisi deret waktu digunakan untuk memisahkan data menjadi tiga komponen utama: tren (*trend*), musiman (*seasonality*), dan sisa (*residuals*). Hasil analisis menunjukkan bahwa data memiliki pola tren menurun setelah mengalami kenaikan pada awal periode. Selain itu, ditemukan adanya pola musiman yang konsisten serta fluktuasi acak yang ditunjukkan oleh residual, mengindikasikan adanya pengaruh faktor eksternal yang tidak dapat dijelaskan oleh tren atau musiman.

Selanjutnya dilakukan Pada tahap awal, data yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan adanya ketidakstasioneran, ditunjukkan oleh perubahan pola tren yang signifikan sepanjang waktu. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan transformasi *differencing* satu kali ($d = 1$) agar fluktuasi dalam data menjadi lebih stabil. Setelah transformasi tersebut dilakukan, hasil uji menunjukkan bahwa data telah mencapai kondisi stasioner, yang ditandai dengan rata-rata dan varians yang relatif konstan dari waktu ke waktu.



Gambar 3 Uji Stationeritas

Hasil ini sejalan dengan temuan Utriweni (2021) dalam jurnal "The Time Series Regression Analysis in Evaluating the Economic Impact of

COVID-19 Cases in Indonesia”, yang menunjukkan bahwa penerapan *first differencing* ($d = 1$) sudah cukup untuk membuat data menjadi stasioner. Oleh karena itu, pada model ARIMA(p, d, q) maupun SARIMAX(p, d, q) (P, D, Q)[m] yang digunakan dalam penelitian ini, nilai d ditetapkan sebesar 1 karena telah memenuhi syarat stasioneritas dengan satu kali differencing.

D. Modeling TimeGPT

Pemodelan menggunakan TimeGPT diawali dengan autentikasi API melalui TimeGPTClient dari pustaka Nixtla, yang digunakan untuk mengakses model prediksi berbasis machine learning. Data historis yang digunakan adalah harga saham PT Astra International Tbk dalam format DataFrame, yang terdiri dari kolom tanggal (Tanggal) sebagai waktu, Terakhir sebagai variabel target, serta tiga variabel eksogen (Pembukaan, Tertinggi, dan Terendah) ditambah indikator hari libur (is_holiday) sebagai informasi tambahan.

```
forecast = nixtla_client.forecast(
    df=train_subset,
    X_df=exogen_subset,
    h=1,
    freq='B',
    time_col='ds',
    target_col='y',
    model='timegpt-1',
    finetune_steps=1,
    finetune_depth=1,
)
```

Gambar 4 Parameter TimeGPT

Prediksi dilakukan dengan horizon waktu $h = 1$ (satu hari ke depan), menggunakan parameter frekuensi waktu $\text{freq}='B'$ (hari kerja/bisnis), serta model `timegpt-1` dengan `finetune_steps=1` dan `finetune_depth=1`. Transformasi logaritmik juga diterapkan sebelum pemodelan untuk menstabilkan varians data.

date	actual_value	forecast_TimeGPT	MAE	MAPE	RMSE
2025-01-08	4.880	4.892	0.0124	0.0025	0.0002
2025-01-09	4.940	4.913	0.0289	0.0055	0.0007
2025-01-10	4.910	4.888	0.0217	0.0044	0.0005
2025-01-13	4.910	4.850	0.0603	0.0123	0.0036
2025-01-14	4.960	4.803	0.1566	0.0316	0.0245
2025-01-15	4.900	4.843	0.0575	0.0117	0.0033
2025-01-16	4.870	4.880	0.0100	0.0021	0.0001
2025-01-17	4.780	4.938	0.1576	0.0330	0.0248
2025-01-20	4.800	4.928	0.1279	0.0266	0.0164
2025-01-21	5.950	4.944	1.0060	0.1691	1.0119
2025-01-22	5.900	4.906	0.9945	0.1686	0.9890
2025-01-23	5.875	4.920	0.9546	0.1625	0.9112
2025-01-24	5.875	4.919	0.9561	0.1627	0.9142
2025-01-30	5.875	4.832	1.0430	0.1775	1.0678
			0.095	1.80	0.201

Gambar 5 Evaluasi TimeGPT

Hasil evaluasi performa model TimeGPT dengan horizon harian menghasilkan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 0.095%, Mean

Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 1,80% dan Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0,201. Nilai kesalahan yang rendah ini menunjukkan bahwa model TimeGPT mampu memberikan prediksi yang akurat terhadap harga saham jangka pendek, serta efektif dalam menangkap pola-pola pergerakan harian.

Metrik ini memberikan gambaran mengenai simpangan baku dari residual (kesalahan prediksi). RMSE mengukur besaran kesalahan dalam unit yang sama dengan data asli. Dengan asumsi data harga saham yang digunakan dalam model adalah dalam format ribuan (misal, 5.950 merepresentasikan Rp 5.950), maka nilai RMSE sebesar 0.201 dapat diartikan bahwa simpangan atau besaran kesalahan tipikal dari model ini adalah sekitar Rp 201.

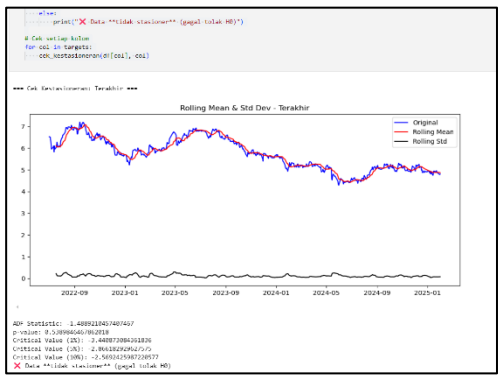
Hubungan Antara RMSE dan MAPE: Meskipun nilai MAPE sangat rendah pada horizon 1 (1.80%) dan horizon 7 (1.81%), nilai RMSE (0.201 atau Rp 201) menunjukkan adanya simpangan nominal. Fenomena ini bisa mengindikasikan bahwa model secara umum sangat akurat pada sebagian besar prediksinya (sehingga MAPE rendah), namun terdapat beberapa prediksi spesifik dimana kesalahannya cukup besar. Karena RMSE mengkuadratkan kesalahan, prediksi-prediksi yang melenceng jauh ini memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap nilai akhir RMSE.

E. Modeling ARIMA

Pemodelan menggunakan metode ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) dilakukan untuk menganalisis dan memprediksi harga saham berbasis data deret waktu. Proses ini diawali dengan pengujian stasioneritas menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF), yang menunjukkan bahwa data awal tidak stasioner ($p\text{-value} = 0.5389$). Setelah dilakukan differencing satu kali ($d=1$), data menjadi stasioner dengan $p\text{-value}$ sangat kecil (2.02×10^{-30}), memenuhi syarat untuk pemodelan ARIMA

Selanjutnya, pemilihan parameter optimal (p, d, q) dilakukan dengan pendekatan Grid Search berdasarkan nilai Akaike Information Criterion (AIC). Hasil pencarian menunjukkan bahwa model terbaik adalah ARIMA(2, 1, 1) dengan `seasonal_order=(1, 0, 1)` yang memiliki nilai AIC terendah yaitu -1218.16. Model ini kemudian

digunakan untuk melakukan peramalan harga saham dari 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025.



Gambar 6 Identifikasi Model

Selanjutnya, pemilihan parameter optimal (p, d, q) dilakukan dengan pendekatan Grid Search berdasarkan nilai Akaike Information Criterion (AIC). Hasil pencarian menunjukkan bahwa model terbaik adalah ARIMA(2, 1, 1) dengan seasonal_order=(1, 0, 1) yang memiliki nilai AIC terendah yaitu -1218.16. Model ini kemudian digunakan untuk melakukan peramalan harga saham dari 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025.

Evaluasi performa model menunjukkan nilai MAE sebesar 0.24, RMSE sebesar 0.027, dan MAPE sebesar 4.86%, yang menunjukkan tingkat akurasi prediksi cukup tinggi secara numerik. Namun demikian, hasil visualisasi menunjukkan bahwa model menghasilkan prediksi yang cenderung statis dan tidak cukup responsif terhadap dinamika fluktuasi pasar. Hal ini mengindikasikan keterbatasan ARIMA dalam menangkap pola non-linier atau pengaruh variabel eksogen, sehingga membuka peluang untuk eksplorasi model yang lebih kompleks pada studi lanjutan.

F. Modeling SARIMAX

Model SARIMAX (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average with eXogenous Regressors) diterapkan sebagai pengembangan dari ARIMA dengan mempertimbangkan faktor musiman serta variabel eksogen. Dalam penelitian ini, digunakan empat variabel eksogen yaitu: harga pembukaan, tertinggi, terendah, dan variabel hari libur (*is_holiday*). Pemilihan variabel ini didasarkan pada keterkaitannya terhadap harga penutupan saham sebagai target prediksi.

Uji stasioneritas terhadap variabel target dan eksogen menunjukkan bahwa seluruh variabel awalnya tidak stasioner ($p\text{-value} > 0.05$), namun setelah dilakukan differencing satu kali, seluruh variabel memenuhi asumsi kestasioneran ($p\text{-value} < 0.05$), sehingga siap digunakan dalam pemodelan SARIMAX.

Pemodelan dilakukan menggunakan parameter optimal (2,1,1) dan seasonal (1,0,1,7), serta mengintegrasikan kalender hari kerja dan hari libur nasional untuk menghindari prediksi pada tanggal ketika bursa tidak beroperasi. Proses dilakukan secara *rolling forecasting* selama 30 hari ke depan dengan memastikan hanya hari kerja yang valid digunakan dalam prediksi.

Evaluasi model menunjukkan hasil yang sangat baik dengan MAE sebesar 0.086, RMSE sebesar 0.198, dan MAPE sebesar 1.62%. Nilai MAPE yang sangat rendah mengindikasikan bahwa model memiliki akurasi tinggi dalam memprediksi harga saham. Dibandingkan model ARIMA, SARIMAX menunjukkan performa lebih unggul dengan mempertimbangkan variabel eksogen dan kalender operasional pasar.

Dengan demikian, model SARIMAX dinilai efektif dan layak digunakan untuk prediksi jangka pendek harga saham PT Astra International Tbk secara lebih realistis dan akurat.

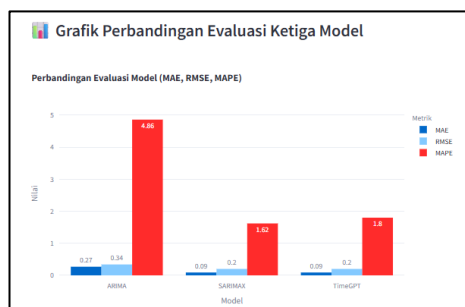
G. Hasil Evaluasi TimeGPT, ARIMA dan SARIMAX

Evaluasi dilakukan terhadap tiga model prediksi harga saham PT Astra International Tbk, yaitu TimeGPT, SARIMAX, dan ARIMA, pada periode 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025. Hasil menunjukkan bahwa model TimeGPT dan SARIMAX memiliki performa yang jauh lebih baik dibandingkan ARIMA, dengan nilai MAE sebesar 0.09, RMSE 0.20, dan MAPE masing-masing 1.80% (TimeGPT) serta 1.62% (SARIMAX). Sebaliknya, ARIMA menghasilkan MAE 0.27, RMSE 0.34, dan MAPE 4.86%, menunjukkan akurasi yang lebih rendah.

A	B	C	D	E
date	actual value	Forecast_TimeGPT	Forecast_SARIMAX	Forecast_ARIMA
2024-07-01	4.620	4.420		4.573
2024-07-02	4.530		4.496	4.527
2024-07-03	4.570	4.489		4.548
2024-07-04	4.550		4.584	4.578
2024-07-05	4.580	4.567		4.570
2024-07-06	4.640	4.655		4.591
2024-07-09	4.560	4.598		4.545
2024-07-10	4.540	4.515		4.529
2024-07-11	4.510	4.450		4.545
2024-07-12	4.540	4.456		4.545
2024-07-15	4.470	4.452		4.480
2024-07-16	4.380	4.451		4.401
2024-07-17	4.460	4.417		4.428
2024-07-18	4.540	4.432		4.503
2024-07-19	4.530	4.579		4.501
2024-07-22	4.520	4.546		4.488

Gambar 6 Hasil Evaluasi Setiap Model

Contoh prediksi pada tanggal 1 dan 2 Juli 2024 memperkuat hasil evaluasi, di mana SARIMAX menghasilkan prediksi yang paling mendekati nilai aktual, diikuti oleh TimeGPT, sedangkan ARIMA menghasilkan deviasi yang lebih tinggi.



Gambar 7 Perbandingan Evaluasi Model

Untuk menguji signifikansi statistik perbedaan performa antar model, dilakukan paired t-test. Hasil menunjukkan bahwa SARIMAX dan TimeGPT secara signifikan lebih akurat dibandingkan ARIMA ($p\text{-value} < 0.001$). Selain itu, SARIMAX juga menunjukkan keunggulan kecil namun signifikan dibandingkan TimeGPT ($p\text{-value} = 0.0117$).

```
# Cetak hasil
print("Uji t-test (paired):")
print(f"SARIMAX vs ARIMA: t = {t_stat1:.4f}, p-value = {p_val1:.4f}")
print(f"TimeGPT vs ARIMA: t = {t_stat2:.4f}, p-value = {p_val2:.4f}")
print(f"TimeGPT vs SARIMAX: t = {t_stat3:.4f}, p-value = {p_val3:.4f}")

✓ 0.05

Uji t-test (paired):
SARIMAX vs ARIMA: t = -16.8942, p-value = 0.0000
TimeGPT vs ARIMA: t = -16.1565, p-value = 0.0000
TimeGPT vs SARIMAX: t = 2.5520, p-value = 0.0117
```

Gambar 8 Hasil t-test

Dengan demikian, SARIMAX direkomendasikan sebagai model utama, sedangkan TimeGPT dapat berfungsi sebagai model pelengkap yang kuat, khususnya untuk fleksibilitas jangka panjang dan integrasi variabel eksogen.

H. Deployment

Tahap deployment merupakan bagian akhir dari proses pengembangan aplikasi forecasting harga saham, di mana seluruh sistem yang telah dibangun diimplementasikan ke dalam bentuk aplikasi

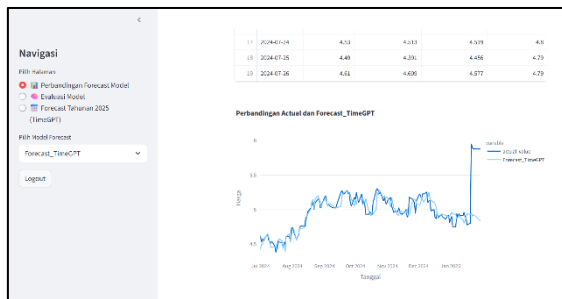
berbasis web yang interaktif dan mudah diakses oleh pengguna.

Aplikasi ini dimulai dengan halaman login yang berfungsi sebagai pintu masuk utama. Halaman ini memastikan bahwa hanya pengguna yang terautentikasi yang dapat mengakses data dan hasil peramalan, sehingga aspek keamanan dan kerahasiaan data tetap terjaga. Pengguna diminta untuk memasukkan username dan password, kemudian sistem akan memverifikasi kredensial tersebut sebelum memberikan akses ke halaman utama.

Gambar 9 User Interface Halaman Login

Setelah berhasil login, pengguna diarahkan ke halaman utama aplikasi yang menjadi pusat dari seluruh informasi dan visualisasi. Pada halaman ini, terdapat dua komponen penting, yaitu sidebar navigasi dan area konten utama. Sidebar navigasi memungkinkan pengguna untuk memilih model peramalan yang ingin dianalisis—seperti ARIMA, SARIMAX, atau TimeGPT—dan menyediakan tombol logout untuk keluar dari aplikasi dengan aman. Sementara itu, area konten utama menyajikan hasil forecasting dalam bentuk tabel interaktif yang mencakup nilai aktual serta prediksi dari ketiga model. Selain itu, terdapat grafik interaktif yang membantu pengguna membandingkan pergerakan nilai aktual terhadap hasil peramalan secara visual dan mendalam.

Tidak hanya menyajikan hasil prediksi, aplikasi ini juga menampilkan halaman evaluasi model. Evaluasi dilakukan menggunakan tiga metrik utama, yaitu MAE (Mean Absolute Error), RMSE (Root Mean Squared Error), dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error). Masing-masing metrik digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan dari hasil peramalan terhadap data aktual dengan pendekatan yang berbeda. MAE menunjukkan rata-rata selisih absolut, RMSE memberikan penalti lebih besar terhadap kesalahan yang besar, dan MAPE menyajikan kesalahan dalam bentuk persentase.



Gambar 10 User Interface Halaman Login

Melalui hasil evaluasi ini, pengguna dapat memahami tingkat akurasi masing-masing model dan menentukan model yang paling sesuai dengan karakteristik data saham yang dianalisis.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berisi ringkasan hasil yang palPenelitian ini membandingkan kinerja tiga model time series—ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT—dalam memprediksi harga saham PT Astra International Tbk (ASII). Berdasarkan evaluasi akurasi menggunakan MAE, RMSE, dan MAPE, model SARIMAX menunjukkan performa terbaik secara keseluruhan dengan keseimbangan antara akurasi absolut dan persentase, menghasilkan MAPE 1,62%, MAE 0,086, dan RMSE 0,198. TimeGPT menempati posisi kedua dengan akurasi persentase tinggi (MAPE 1,80% dan 1,81%) namun lebih sensitif terhadap outlier yang menyebabkan nilai MAE dan RMSE lebih tinggi. Sementara itu, ARIMA menghasilkan kesalahan absolut terkecil (MAE 0,024) tetapi memiliki persentase kesalahan tertinggi (MAPE 4,86%), menandakan kelemahan pada skala proporsional.

Secara umum, SARIMAX direkomendasikan sebagai model utama untuk prediksi harga saham jangka pendek ASII karena stabilitas dan akurasinya. TimeGPT dapat dijadikan sebagai pendukung tambahan dalam pengambilan keputusan, terutama jika dilakukan mitigasi terhadap potensi outlier.

Sebagai saran untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk melakukan tuning parameter yang lebih optimal pada masing-masing model, serta menambahkan variabel eksogen lain seperti volume transaksi, indikator teknikal, atau data sentimen dari berita keuangan guna meningkatkan kualitas prediksi.

V. REFERENSI

- [1] A. Garza, C. Challu, and M. Mergenthaler-Canseco, "TimeGPT-1," May 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2310.03589>
- [2] N. Cholifah Sastya and D. I. Nugraha, "Penerapan Metode CRISP-DM dalam Menganalisis Data untuk Menentukan Customer Behavior di MeatSolution." [Online]. Available: <http://ejournal.unis.ac.id/index.php/UNISTEK>
- [3] D. Novriyana and F. Marpaung, "Comparison of Single Exponential Smoothing, Naive Model, and SARIMA Methods for Forecasting Rainfall in Medan Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing, Naive Model, dan SARIMA untuk Peramalan Curah Hujan Di Kota Medan," vol. 17, no. 1, pp. 117–128, 2020, doi: 10.20956/jmsk.v%vi%i.10236.
- [4] X. Zhang, Y. Chen, B. He, Z. Song, and M. Kano, "TimeGPT-based multi-step-ahead key quality indicator forecasting for industrial processes," *Control Engineering Practice*, vol. 164, Nov. 2025, doi: 10.1016/j.conengprac.2025.106410.
- [5] K. He, Q. Yang, L. Ji, J. Pan, and Y. Zou, "Financial Time Series Forecasting with the Deep Learning Ensemble Model," *Mathematics*, vol. 11, no. 4, Feb. 2023, doi: 10.3390/math11041054.
- [6] F. Nasirudin and A. A. Dzirkullah, "Pemodelan Harga Cabai Indonesia dengan Metode Seasonal ARIMAX," *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, vol. 7, no. 1, 2023.
- [7] Anna Nita Kusumawati, Muhammad Ghofur, Mega Anggraeni Putri, Zaki Abdullah Alfatah, and Mu'adzah, "Peramalan Permintaan Menggunakan Time Series Forecasting Model Untuk Merancang Resources Yang Dibutuhkan IKM Percetakan," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 105–115, Nov. 2021, doi: 10.37373/jenius.v2i2.159.

- [8] A. Avinash, A. Widjaja, and O. Karnalim, "Analisis Perbandingan Algoritma Machine Learning untuk Forecasting Persediaan Produk Barang Pokok," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 2, Aug. 2024, doi: 10.28932/jutisi.v10i2.9357.
- [9] M. W. Rini and N. Ananda, "Perbandingan Metode Peramalan Menggunakan Model Time Series," *Tekinfo: Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, vol. 10, no. 2, pp. 88–101, May 2022, doi: 10.31001/tekinfo.v10i2.1419.
- [10] A. Gempati, Faisal Agymnastiar Rahmad Fradani, Rayya Malik Ibrahim, Tenry Kusuma Astuti, and Yusuf Riyan Prasetyo, "PERAMALAN DATA IHSG 2021-2025 DI INDONESIA DENGAN TIME SERIES MODELING AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)," *JURNAL ILMIAH EKONOMI DAN MANAJEMEN*, vol. 3, no. 5, pp. 225–234, May 2025, doi: 10.61722/jjem.v3i5.4650.
- [11] R. D. Tri Wulandari, N. Nurmalitasari, and H. Permatasari, "PREDIKSI HARGA SAHAM PT BANK CENTRAL ASIA TBK DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)," *Infotech: Journal of Technology Information*, vol. 10, no. 2, pp. 173–178, Nov. 2024, doi: 10.37365/jti.v10i2.278.
- [12] R. Yulianti *et al.*, "BAREKENG: Journal of Mathematics and Its Applications COMPARISON OF SARIMA AND SARIMAX METHODS FOR FORECASTING HARVESTED DRY GRAIN PRICES IN INDONESIA "COMPARISON OF SARIMA AND SARIMAX METHODS FOR FORECASTING HARVESTED DRY GRAIN PRICES IN INDONESIA 320 Yulianti, et al. COMPARISSON OF SARIMA DAN SARIMAX METHODS FOR FORCASTING HARVESTED...", *BAREKENG: J. Math. & App*, vol. 19, no. 1, pp. 319–0330, 2025, doi: 10.30598/barekengvol19iss1pp0319-0330.
- [13] G. Arinda Maulidya, N. Satyahadewi, and ainul Miftahul Huda, "Analisis Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dengan Intervensi Double Input pada Prediksi Harga Saham," 2024, doi: 10.13057/ijas.v7i1.85299.
- [14] S. Ramadani, I. Rahmawati, F. Ekonomi, and D. Bisnis, "Pengaruh Kinerja Keuangan Terhadap Harga Saham (Study Kasus Pada Perusahaan PT. Astra International Tbk)," *J. AKTIVITAS*, vol. 2, no. 1, pp. 144–154, 2024, [Online]. Available: <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/AJIA>
- [15] S. Sah, B. Surendiran, R. Dhanalakshmi, and M. Yamin, "Covid-19 cases prediction using SARIMAX Model by tuning hyperparameter through grid search cross-validation approach," *Expert Systems*, vol. 40, no. 5, Jun. 2023, doi: 10.1111/exsy.13086.
- [16] A. K. Harahap, H. Hermawan, R. Kurniawan, and M. Taufik, "Sutrisno 11) , Elisabeth Kurnia Wijayanti 12) 1, 4, 5-8 Program Studi Sistem Informasi, STMIK Indo Daya Suvana. 2-3, 9-12 Program Studi Teknik Informatika," STMIK Indo Daya Suvana, 2024.
- [17] E. A. N. Putro, E. Rimawati, and R. T. Vulandari, "Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, vol. 9, no. 1, p. 60, Apr. 2021, doi: 10.30646/tikomsin.v9i1.548.