



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PERBANDINGAN MODEL ARIMA,
SARIMAX & TIMEGPT UNTUK FORECASTING
SAHAM**

SKRIPSI

**DYLAN OGYVILLE PRAWIRO
2107412051**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PERBANDINGAN MODEL ARIMA,
SARIMAX & TIMEGPT UNTUK FORECASTING
SAHAM**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

Dylan Ogyville Prawiro

2107412051

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dylan Ogyville Prawiro
NIM : 2107412051
Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika
Judul skripsi : Analisis Perbandingan Model ARIMA, SARIMAX dan TimeGPT Untuk *Forecasting* Saham.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 18 Januari 2025

Yang membuat pernyataan



Dylan Ogyville Prawiro

2107412051



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Dylan Ogyville Prawiro

NIM : 2107412051

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Model ARIMA, SARIMAX dan TimeGPT Untuk *Forecasting* Saham.

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari ... RABU, tanggal 25, Bulan JUNI, Tahun 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Bambang Warsuta, S.Kom., M.T.I.

(Bambang Warsuta)

Penguji I : Euis Oktavianti, S.Si., M.Ti.

(Euis Oktavianti)

Penguji II : Risna Sari, S.Kom., M.T.I

(Risna Sari)

Penguji III : Iik Muhamad Malik Matin, S.Kom., M.T

(Iik Muhamad Malik Matin)



Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
Ketua

Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dylan Ogyville Prawiro

NIM : 2107412051

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Perbandingan Model ARIMA, SARIMAX dan TimeGPT Untuk
Forecasting Saham.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 18 Januari 2025

Yang Menyatakan



Dylan Ogyville Prawiro

2107412051

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini. Penulisan laporan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Empat Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan Skripsi, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- a. Bapak Bambang Warsuta, S.Kom., M.T.I., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan Proposal Skripsi ini;
- b. Pihak PT Astra International Tbk yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang penulis perlukan;
- c. Mas Raihan Nugroho Jauhari, selaku Team Lead Data Scientist PT Astra International Tbk, atas bantuan, bimbingan, dan wawasan yang sangat membantu dalam pengembangan topik skripsi ini;
- d. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan moral dan material;
- e. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 19 Januari 2025



Dylan Ogyville Prawiro

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PERBANDINGAN MODEL ARIMA, SARIMAX & TIMEGPT UNTUK FORECASTING SAHAM

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan kinerja tiga model peramalan time series ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT dalam memprediksi harga saham PT Astra International Tbk (ASII). Evaluasi dilakukan menggunakan metrik MAE, RMSE, dan MAPE terhadap data historis saham yang di prediksi dari 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025. SARIMAX menunjukkan kinerja paling seimbang dan unggul secara keseluruhan, dengan nilai MAPE 1f.62%, MAE 0.086, dan RMSE 0.198. Model ini mampu menangkap pola historis dengan akurat serta mempertimbangkan variabel eksogen (harga pembukaan, tertinggi, terendah), sehingga cocok digunakan sebagai alat bantu utama untuk keputusan strategis seperti buyback saham. TimeGPT, model berbasis generative AI, memberikan akurasi dengan MAPE 1.80% (horizon 1 hari) dan 1.81% (horizon 7 hari). Meskipun demikian, MAE 0.095 dan RMSE 0.201 yang tinggi mengindikasikan adanya sensitivitas terhadap outlier. Oleh karena itu, TimeGPT efektif digunakan sebagai pelengkap analisis, terutama untuk skenario real-time dengan prediksi multivariabel dan eksklusi hari libur. ARIMA, sebagai baseline model klasik, menunjukkan MAE 0.024 dan RMSE 0.272 yang sangat rendah, namun mencatatkan MAPE tertinggi sebesar 4.86%. Hal ini menunjukkan bahwa kesalahan kecil secara absolut menjadi signifikan secara proporsional, menjadikannya kurang ideal dalam konteks evaluasi berbasis persentase. Secara keseluruhan, SARIMAX direkomendasikan sebagai model utama dalam studi ini karena akurasi tinggi dan kestabilannya, sementara TimeGPT dapat digunakan sebagai alat pendukung analitik yang fleksibel dan adaptif terhadap dinamika pasar.

Kata Kunci: Saham, Forecasting, ARIMA, SARIMAX, TimeGPT



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Investasi	6
2.2 Pasar Modal.....	6
2.3 Saham.....	7
2.4 Machine Learning	7
2.5 Time Series.....	8
2.6 Forecasting	8
2.7 CRISP-DM (<i>Cross-Industry Standard Process for Data Mining</i>).....	9
2.8 Python	10
2.9 ARIMA	10

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.10 SARIMAX	10
2.11 TimeGPT	11
2.12 Model Evaluasi.....	12
2.13 Penelitian Terdahulu	12
BAB III.....	17
METODE PENELITIAN	18
3.1.Rancangan Penelitian	18
3.2. Tahapan Penelitian	18
3.2.1 Identifikasi Permasalahan	18
3.2.2 Pemahaman Bisnis	19
3.2.3 Pemahaman Data.....	19
3.2.4 Persiapan Data.....	20
3.2.5 Pemodelan	20
3.2.6 Evaluasi.....	20
3.2.7 Deployment.....	21
3.3 Objek Penelitian	21
BAB IV	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 <i>Business Understanding</i>	22
4.2 <i>Data Understanding</i>	22
4.3 <i>Data Preparation</i>	23
4.3.1 Missing Values Check	24
4.3.2 EDA (Exploratory Data Analysis)	27
4.3.3 Uji Stasioneritas	29
4.4 Modeling TimeGPT	30
4.4.1 Parameter TimeGPT.....	30

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2 Proses Prediksi dengan TimeGPT	31
4.4.2.1 Hasil Prediksi Menggunakan $h="1"$	33
4.4.2.2 Hasil Prediksi Menggunakan $h="7"$	34
4.4.3 Evaluasi Hasil Prediksi TimeGPT	35
4.4.3.1 Evaluasi dari Hasil Prediksi $h = "1"$ dan $h = "7"$	36
4.5 Modeling ARIMA	38
4.5.1 Identifikasi Model	39
4.5.2 Pemilihan Parameter (p, d, q) Menggunakan Grid Search.....	41
4.5.3 Evaluasi Hasil Prediksi ARIMA	42
4.6 Modeling SARIMAX.....	44
4.6.1 Identifikasi Model	44
4.6.2 Pemilihan Parameter dan Implementasi Model SARIMAX.....	47
4.6.3 Evaluasi Hasil Model SARIMAX.....	49
4.7 Hasil Evaluasi TimeGPT, ARIMA dan SARIMAX.....	51
4.8 Hasil Pengujian	54
4.8.2 SARIMAX	54
4.8.3 TimeGPT.....	55
4.9 <i>Deployment</i>	55
4.9.1 Halaman Login.....	55
4.9.2 Halaman Utama.....	56
4.10 Hasil <i>User Acceptance Testing</i> (UAT)	59
4.7.1 Analisis Hasil User Acceptance Testing (UAT)	61
BAB V.....	67
PENUTUP.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	68



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	72



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Framework CRISP-DM	19
Gambar 4.1 Datasets	28
Gambar 4.2 Pola Saham	29
Gambar 4.3 Missing Values Check	31
Gambar 4.4 Exploratory Data Analysis	33
Gambar 4.4 Uji stasioneritas	35
Gambar 4.5 TimeGPT API Key	36
Gambar 4.6 Parameter TimeGPT	37
Gambar 4.7 Eksperimen Parameter $h=1$	40
Gambar 4.8 Eksperimen Parameter $h=7$	41
Gambar 4.11 Uji stasioneritas	47
Gambar 4.12 Uji stasioneritas Berhasil	48
Gambar 4.13 Parameter ARIMA	49
Gambar 4.14 Hasil Perhitungan ARIMA	50
Gambar 4.15 Penjelasan Hasil ARIMA	51
Gambar 4.16 Uji stasioneritas SARIMAX	52
Gambar 4.17 Uji stasioneritas Berhasil	53
Gambar 4.18 Hasil Prediksi SARIMAX	55
Gambar 4.19 Hasil Analisa SARIMAX	57
Gambar 4.20 User Interface Login	58
Gambar 4.21 User Interface Halaman Utama	59

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terdahulu	14
Tabel 2 Hasil TimeGPT h="1"	36
Tabel 3 Hasil TimeGPT h="7"	37
Tabel 4 Hasil ARIMA	43
Tabel 5 Hasil SARIMAX	50
Tabel 6 Hasil Evaluasi dari Setiap Model	52
Tabel 7 Hasil Responden User Acceptance Testing	60
Tabel 8 Analisis Hasil Responden UAT	63
Tabel 9 Presentase Kriteria Penilaian	65



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Raihan Nugroho Jauhari, selaku *Team Lead Data Scientist* PT Astra International Tbk, sistem berbasis *Machine Learning* memiliki manfaat signifikan untuk perusahaan. Bapak Raihan Nugroho Jauhari, menyatakan bahwa dengan adanya sistem *Machine Learning*, perusahaan dapat memperoleh prediksi pergerakan harga saham secara harian, yang sangat membantu investor untuk menentukan waktu yang tepat membeli atau menjual saham. Selain itu, jika model prediksi ini memiliki performa yang baik, sistem ini juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan internal perusahaan, seperti menentukan strategi *buyback* saham.

Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya memberikan manfaat kepada investor, tetapi juga mendukung perusahaan dalam menjaga stabilitas harga saham dan meningkatkan kepercayaan pasar. 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

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

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.

Dengan memanfaatkan kedua model tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola pergerakan harga saham secara lebih akurat, memprediksi tren di masa depan, dan memberikan rekomendasi strategis bagi PT Astra International Tbk. Sistem prediksi ini tidak hanya membantu perusahaan dalam mengoptimalkan keputusan *buyback*, tetapi juga dapat digunakan untuk meningkatkan nilai saham yang *undervalued*, memperkuat posisi perusahaan di pasar modal, serta memberikan sinyal positif kepada investor.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi strategis bagi PT Astra International Tbk dalam mengelola harga saham, sekaligus memberikan kontribusi dalam memperkenalkan implementasi teknologi prediksi modern, seperti TimeGPT, dalam sektor keuangan dan pasar modal di Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, maka pertanyaan penelitian ini adalah: Bagaimana performa model ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT dalam memprediksi harga saham PT Astra International Tbk?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem prediksi harga saham PT Astra International Tbk menggunakan model *time series forecasting*. Adapun batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Fokus penelitian dibatasi pada harga saham studi kasus PT Astra International Tbk selama periode 1 Juli 2022 hingga 30 Januari 2025.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup harga pembukaan saham, harga penutupan saham, harga saham tertinggi pada satu hari, harga saham terendah pada satu hari dan tidak mencakup data saham perusahaan lain atau indeks saham secara keseluruhan.
3. Penelitian ini memfokuskan prediksi pada dua periode, yaitu jangka waktu 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025 untuk mengevaluasi performa model serta jangka waktu 31 Desember 2024 hingga 31 Desember 2025 untuk mengetahui performa model dalam prediksi jangka pendek dan jangka panjang.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren historis pergerakan harga saham PT Astra International Tbk menggunakan model *time series*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

forecasting, serta mengembangkan sistem prediksi berbasis *machine learning* dengan menerapkan model ARIMA, SARIMAX dan TimeGPT untuk memproyeksikan harga saham di masa depan. Selain itu, penelitian ini juga akan membandingkan kinerja model prediktif berdasarkan akurasi dan keandalan hasil prediksi yang diukur menggunakan metrik evaluasi. Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini akan memberikan rekomendasi strategis kepada perusahaan terkait waktu terbaik untuk melakukan *buyback* saham, dengan tujuan meningkatkan nilai saham yang *undervalued* dan memberikan dampak positif terhadap sentimen pasar.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk membantu perusahaan memahami pola fluktuasi harga saham secara lebih terstruktur, sehingga mendukung pengambilan keputusan strategis seperti *buyback* saham dengan menentukan waktu yang tepat berdasarkan hasil prediksi. Dengan memanfaatkan sistem otomatis berbasis *machine learning*, penelitian ini juga bertujuan meningkatkan efisiensi proses analisis data sekaligus membantu perusahaan dalam upaya meningkatkan nilai saham yang *undervalued*. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sinyal positif kepada investor, sehingga memperkuat kepercayaan terhadap prospek perusahaan di masa depan.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan teori dasar yang digunakan dalam penelitian, perancangan, dan pembuatan sistem, model yang relevan yang digunakan untuk pendukung penelitian ini.

BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer – Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

Menjelaskan tahapan perencanaan yang meliputi Perencanaan Penelitian, Tahapan Penelitian, *Flow Modeling*, Objek Penelitian, Model yang digunakan, Teknik Pengumpulan Data, Jadwal serta Rincian biaya yang akan digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan analisis hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan metode yang diterapkan. Pembahasan mencakup proses pengolahan data, penerapan model prediksi yang digunakan (ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT), serta evaluasi performa model berdasarkan metrik seperti MAE, MAPE dan RMSE. Selain itu, dilakukan perbandingan hasil prediksi untuk menentukan model yang paling optimal dalam peramalan harga saham PT Astra International Tbk. Hasil penelitian dianalisis secara mendalam untuk melihat apakah model yang diterapkan mampu memberikan akurasi yang tinggi dan relevan dengan tujuan penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil analisis dan evaluasi model yang digunakan dalam peramalan harga saham. Selain itu, bab ini juga mencakup saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, baik dalam pengembangan metode peramalan maupun dalam penerapan model yang lebih kompleks untuk meningkatkan akurasi prediksi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Investasi

Menurut (Aditya Wardhana, 2020), investasi merupakan aset yang diperoleh dengan tujuan memungkinkan nilainya terapresiasi dari waktu ke waktu. Tujuan investasi dapat dilihat dari berbagai kebutuhan, seperti pemenuhan kebutuhan primer dan sekunder, pendidikan anak, kesehatan, hingga untuk spekulasi. Lebih lanjut, investasi dipandang sebagai langkah strategis yang bertujuan untuk mencapai berbagai tujuan finansial.

Dalam pelaksanaannya, para investor selalu berupaya untuk membangun portofolio investasi yang optimal guna memaksimalkan potensi apresiasi nilai aset. Investasi yang dilakukan dengan strategi yang tepat dapat membantu investor mengelola risiko dan mengoptimalkan keuntungan. Dengan memanfaatkan alat analitik seperti model prediksi berbasis *time series*, investor dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas terkait tren pasar, sehingga keputusan investasi yang diambil lebih terinformasi dan berpotensi memberikan hasil yang lebih baik.

2.2 Pasar Modal

Pasar modal (Sudarmanto, 2021) dapat dikatakan sebagai suatu tempat atau wadah untuk bertemunya pemilik modal atau yang memiliki kelebihan dana dengan yang membutuhkan dana dimana media interaksi yang digunakan adalah saham, efek, atau surat berharga yang dapat diperjual belikan dimana hasil penjualan tersebut menjadi salah satu sumber pembiayaan bagi perusahaan dalam menambah modal mereka dan juga menjadi sarana bagi si pemilik dana yang lebih untuk menginvestasikan dana yang dia miliki dengan harapan akan mendapatkan keuntungan atau timbal balik yang disebut dividen (Mutakif & Nurwulandari) (Sujatmiko & Thamrin, 2022).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pasar modal memainkan peran penting dalam perekonomian suatu negara sebagai sarana untuk mempertemukan kebutuhan modal perusahaan dengan investor yang memiliki dana lebih. Dengan mekanisme yang terstruktur melalui instrumen seperti saham, efek, atau surat berharga lainnya, pasar modal memberikan peluang bagi perusahaan untuk meningkatkan modal guna mendukung ekspansi bisnisnya. Di sisi lain, para investor memanfaatkan pasar ini untuk mengalokasikan dana mereka dengan harapan memperoleh imbal hasil berupa dividen atau apresiasi nilai aset.

2.3 Saham

Saham (sudarmanto, 2021) mengatakan bahwa merupakan salah satu instrumen investasi di pasar keuangan. Saham yaitu instrumen investasi yang banyak dipilih oleh para investor karena saham dapat memberikan tingkat keuntungan yang cukup menarik. Saham dapat didefinisikan sebagai surat yang menunjukkan bukti kepemilikan suatu perusahaan, dan pemegang saham memiliki hak klaim atas keuntungan perusahaan, klaim atas aktiva perusahaan dan berhak hadir dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Saham merupakan salah satu instrumen investasi yang memiliki daya tarik tinggi bagi investor karena potensinya dalam memberikan keuntungan finansial.

Selain itu, saham tidak hanya berfungsi sebagai alat investasi, tetapi juga memberikan pemegangnya hak-hak istimewa, seperti klaim atas keuntungan dan aset perusahaan, serta hak untuk berpartisipasi dalam pengambilan keputusan perusahaan melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Hal ini menjadikan saham sebagai instrumen yang strategis bagi individu maupun lembaga untuk berinvestasi sekaligus berperan dalam pengelolaan perusahaan.

2.4 Machine Learning

Machine learning merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang menginstruksikan komputer untuk mempelajari informasi dari data dan mengeluarkan prediksi atau tindakan berdasarkan interpretasi terhadap data tersebut. Dengan *Machine Learning*, komputer dapat mengambil keputusan atau melakukan tindakan berdasarkan analisis data tanpa memerlukan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

pemrograman eksplisit (Gregorius N. Elwirehardja; Teddy Suparyanto; Bens Pardamean, 2023).

Machine learning merupakan teknologi kunci dalam pengembangan kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk belajar secara mandiri dari data tanpa memerlukan instruksi eksplisit. Dengan memanfaatkan kemampuan analisis data yang canggih, *Machine learning* dapat menghasilkan prediksi yang akurat dan memberikan solusi berbasis data yang relevan untuk berbagai kebutuhan. Hal ini menjadikan *Machine learning* sebagai salah satu teknologi yang sangat penting dalam era digital untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif.

2.5 Time Series

Time series atau deret waktu adalah rangkaian pengamatan yang diambil secara berurutan berdasarkan waktu dengan interval yang sama (Suhartono & Rahmawati, 2023). Analisis *Time Series* merupakan metode peramalan kuantitatif yang digunakan untuk menentukan pola data masa lampau yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu untuk diproyeksikan ke masa yang akan datang (Wijaya & Kartika, 2022). *Time series* merupakan kumpulan data yang diobservasi dalam urutan waktu tertentu dengan interval yang konsisten.

Analisis *Time series* digunakan untuk memahami pola data historis sehingga dapat membantu memproyeksikan tren atau peristiwa di masa depan. Dengan pendekatan ini, organisasi atau individu dapat mengambil keputusan yang lebih terinformasi dan strategis berdasarkan hasil proyeksi yang dihasilkan. Metode ini sangat relevan untuk berbagai bidang seperti ekonomi, keuangan, dan bisnis dalam menghadapi dinamika perubahan waktu.

2.6 Forecasting

Forecasting adalah sebuah teknik analisis data yang digunakan untuk membuat estimasi numerik tentang kejadian di masa depan dengan menggunakan data masa lalu dan saat ini. Dalam konteks bisnis, *forecasting* menjadi dasar untuk pengambilan keputusan strategis dan perencanaan operasional (Widodo et al.,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2022). Dengan memanfaatkan data historis dan kondisi saat ini, *Forecasting* memberikan panduan yang berguna dalam perencanaan strategis dan pengambilan keputusan. Dalam dunia bisnis, kemampuan untuk memprediksi masa depan ini menjadi kunci dalam menghadapi ketidakpastian dan merancang langkah-langkah yang adaptif untuk mencapai tujuan organisasi.

2.7 CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*)

CRISP-DM atau *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* dikembangkan pada tahun 1996 oleh analis dari berbagai industri, yaitu Daimler-Benz (sekarang DaimlerChrysler), Integral Solutions Ltd. (ISL), NCR, dan OHRA (Martínez-Plumed et al., 2021). CRISP-DM adalah metode yang menyediakan proses standar dalam *data mining* yang lebih mudah diterapkan karena setiap tahapan atau fase didefinisikan dan terstruktur dengan jelas serta memiliki metodologi *data mining* yang lengkap dan terdokumentasi dengan baik (Khumaidi, 2020).

Dengan menerapkan metodologi ini, peneliti berupaya untuk menyelaraskan rencana strategis perguruan tinggi dalam mencapai tujuan pendidikan sekaligus mencapai tujuan dari proses *data mining* pada *tracer study*, terutama pada tahapan pemahaman bisnis. CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*) terdiri dari enam tahapan utama: 1) Pemahaman Bisnis, di mana tujuan dan kebutuhan proyek didefinisikan; 2) Pemahaman Data, yaitu pengumpulan data dan analisis awal untuk memahami karakteristik serta kualitas data; 3) Persiapan Data, yang meliputi pemrosesan dan transformasi data agar siap untuk analisis; 4) Pemodelan, di mana teknik pemodelan dipilih dan diterapkan; 5) Evaluasi, untuk menilai hasil model dan memastikan apakah model tersebut memenuhi tujuan bisnis; dan 6) *Deployment*, yang mencakup implementasi dan komunikasi hasil kepada pemangku kepentingan.

Dengan mengikuti tahapan-tahapan ini, peneliti dapat mengintegrasikan proses data mining ke dalam strategi perguruan tinggi, sehingga mendukung pencapaian tujuan pendidikan melalui analisis yang berbasis data.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.8 Python

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bersifat *open-source* dan memiliki filosofi penulisan kode yang mengutamakan kemudahan dalam membaca (*readability*). Bahasa ini menjadi populer dalam data *science* karena memiliki library yang kaya untuk analisis data dan *machine learning* (Susanto et al., 2023). Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bersifat *open-source*, dikenal karena sintaksisnya yang sederhana dan mudah dibaca. Dengan filosofi yang menekankan kemudahan dalam penulisan kode, Python telah menjadi pilihan populer di berbagai bidang, terutama dalam data *science*.

Ketersediaan berbagai library yang mendukung analisis data dan *machine learning*, seperti Pandas, NumPy, dan Scikit-learn, semakin memperkuat posisinya sebagai alat utama bagi para profesional di bidang teknologi dan analisis data. Dengan komunitas yang besar dan aktif, Python terus berkembang dan memberikan banyak sumber daya untuk penggunaannya.

2.9 ARIMA

Menurut Stephanie Rachma Catur Putri dan Lukman Junaedi (2022), ARIMA adalah metode peramalan yang membentuk model berdasarkan pengaruh waktu, di mana data masa lalu dan sekarang saling terkait. Model ini dinyatakan dalam bentuk ARIMA (p,d,q), dengan:

- p : orde dari proses *autoregressive*,
- d : tingkat *differencing* untuk membuat data stasioner,
- q : orde dari proses *moving average*.

Dengan pendekatan ini, ARIMA mampu menangkap pola dalam data deret waktu dan dilakukan untuk meningkatkan akurasi dalam prediksi masa depan.

2.10 SARIMAX

Metode SARIMAX (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average ExogenExogen) merupakan metode dalam memproses data deret waktu untuk analisis dan peramalan dengan pola musiman. Metode ini merupakan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

pengembangan dari model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) yang dapat mengatasi data dengan pola musiman yang kompleks dengan mempertimbangkan exogen variable. Metode ini terdiri dari beberapa tahap yaitu identifikasi, estimasi parameter, pemeriksaan diagnostik dan prediksi menggunakan model (Luis Fernandes Tokan, 2023).

Metode SARIMAX adalah pengembangan dari ARIMA yang dirancang untuk menganalisis dan meramalkan data deret waktu dengan pola musiman yang kompleks. Metode ini mencakup beberapa tahap, yaitu identifikasi, estimasi parameter, pemeriksaan diagnostik, dan prediksi, sehingga dapat menghasilkan peramalan yang lebih akurat untuk data yang memiliki pola musiman.

2.11 TimeGPT

TimeGPT adalah model deret waktu berbasis Transformer yang menggunakan mekanisme *self-attention*. TimeGPT memanfaatkan jendela nilai historis untuk menghasilkan prediksi, dengan menambahkan *local positional encoding* untuk memperkaya input. Arsitekturnya terdiri dari struktur *encoder-decoder* dengan beberapa lapisan, yang masing-masing dilengkapi dengan koneksi residual dan *layer normalization*. Pada tahap akhir, sebuah lapisan linear memetakan keluaran *decoder* ke dimensi jendela peramalan. Secara umum, intuisi di balik pendekatan ini adalah bahwa mekanisme berbasis *attention* mampu menangkap keragaman peristiwa masa lalu dan secara akurat mengekstrapolasi potensi distribusi masa depan (Azul Garza, Cristian Challu, & Max Mergenthaler-Canseco, 2024).

Secara keseluruhan, TimeGPT menunjukkan potensi yang signifikan dalam memodelkan deret waktu dengan memanfaatkan kekuatan mekanisme *self-attention* dan struktur *encoder-decoder*, yang memungkinkan pemahaman lebih mendalam terhadap pola historis dan peningkatan akurasi dalam peramalan masa depan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.12 Model Evaluasi

Dalam konteks evaluasi model *Time series*, MAPE memiliki keunggulan karena dapat membandingkan performa model pada dataset dengan skala yang berbeda. Formula MAPE melibatkan perhitungan absolut dari selisih nilai aktual dan prediksi yang kemudian dibagi dengan nilai aktual dan dirata-ratakan (Putri & Nugroho, 2020). Secara keseluruhan, MAPE menjadi faktor penting untuk mengevaluasi performa model *time series*, terutama dalam konteks data dengan skala yang berbeda, karena memberikan gambaran yang jelas tentang akurasi prediksi relatif terhadap nilai aktual, sehingga memudahkan perbandingan antara model dan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam analisis data.

Root-Mean-Squared Error (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE) adalah dua metrik standar yang digunakan dalam evaluasi model. *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah metrik evaluasi yang sering digunakan dalam analisis deret waktu untuk mengukur tingkat akurasi suatu model peramalan. Seperti namanya, RMSE adalah akar kuadrat dari *mean squared error* (MSE). Mengambil akar tidak mempengaruhi peringkat relatif model, tetapi menghasilkan metrik dengan satuan yang sama dengan y , yang secara praktis mewakili kesalahan khas atau "standar" untuk kesalahan yang terdistribusi normal (Timothy O. Hodson, 2022).

2.13 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah analisis penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini. Penelitian-penelitian sebelumnya berfokus pada implementasi berbagai model peramalan, khususnya ARIMA, SARIMAX dan TimeGPT dalam memprediksi harga saham dan data deret waktu lainnya. Analisis ini bertujuan untuk memahami keunggulan dan penerapan model ARIMA dalam berbagai studi, serta memperkuat relevansinya sebagai metode yang andal untuk peramalan harga saham.

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan	Kesimpulan
1	ANALISIS PERBANDINGAN MODEL ARIMA DAN LSTM DALAM PERAMALAN HARGA PENUTUPAN SAHAM (STUDI KASUS: 6 KRITERIA KATEGORI SAHAM MENURUT PETER LYNCH)	Agus Dwi Milniadi, Nelly Oktavia Adiwijaya	2023	Menanalisa Perbandingan Model ARIMA dan LSTM	Berdasarkan perbandingan nilai RMSE, MAPE, dan waktu peramalan, model ARIMA menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan LSTM dalam memprediksi harga saham di 6 kategori. Model ARIMA menghasilkan rata-rata RMSE Rp198,62 dan MAPE 1,79%, sehingga direkomendasikan untuk peramalan harga penutupan saham harian.
2	Peramalan Harga Saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk. Menggunakan Metode ARIMA.	Firliyansah Bastian, Fitrah Sari Islami	2021	Memprediksi harga saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk. dalam mencari parameter ARIMA terbaik.	Berdasarkan analisis pemodelan yang telah diuji dapat ditarik kesimpulan bahwa model yang paling optimal untuk memprediksi harga saham pada periode Juli Peramalan Harga Saham adalah model ARIMA (1,1,1).
3	Stock Market Forecasting Technique using Arima Model	Bijesh Dhyani, Manish Kumar, Poonam Verma, Abhishek Jain	2020	Prediksi indeks Nifty50 dengan melihat nilai masa depan dari saham tersebut.	Harga yang diprediksi menggunakan Model ARIMA sangat mendekati harga aktual pada tanggal yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

No	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan	Kesimpulan
					diberikan. Ini menunjukkan keberhasilan penerapan Model ARIMA pada data deret waktu.
4	TimeGPT-1	Azul Garza, Cristian Challu & Max Mergenthaler-Canseco.	2024	Memperkenalkan model TimeGPT	Secara keseluruhan, penelitian ini memperkenalkan TimeGPT model untuk analisis deret waktu dengan memperkenalkan pendekatan baru yang memanfaatkan model dasar untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi peramalan.
5	Profit Prediction Using ARIMA, SARIMAX, and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison	Uppala Meena Sirisha, Manjula C. Belavagi & Girija Attigeri	2022	Membandingkan kinerja tiga model dalam memprediksi keuntungan (profit) menggunakan data time series, yaitu ARIMA, SARIMAX, dan LSTM	Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM mencapai akurasi tertinggi sebesar 97.01%, diikuti oleh SARIMAX dengan akurasi 94.378%, dan ARIMA dengan akurasi 93.84%. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan beberapa metrik, termasuk RMSE (Root Mean Square Error), MAE (Mean Absolute Error), MAPE (Mean Absolute Percentage Error)
6	Studi Perbandingan Metode ARIMA dan	Alief Fakhrol Rachmad	2023	Membandingkan model	Kesimpulan dalam

No	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan	Kesimpulan
	SARIMAX dalam Memprediksi Harga Kripto Binance Coin	Nuraissa, Umi Mahdiah & Ardi Sanjaya		ARIMA dan SARIMAX dalam forecasting Harga Kripto Binance Coin	penelitian ini adalah dengan membandingkan dengan metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMAX) metode ARIMA berhasil memprediksi harga Binance Coin (BNB) dengan tingkat Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 5.2297% dan Mean Squared Error (MSE) sebesar 53.5782 yang akurat.

Kesimpulan dari ketiga penelitian terdahulu menunjukkan bahwa Model ARIMA memiliki performa yang baik dalam peramalan harga saham dan data deret waktu lainnya, dengan rincian sebagai berikut:

1. Penelitian pertama membandingkan model ARIMA dan LSTM untuk memprediksi harga penutupan saham dalam enam kategori saham berdasarkan kriteria Peter Lynch. Hasilnya, model ARIMA memiliki keunggulan dibandingkan LSTM, dengan nilai rata-rata RMSE Rp198,62 dan MAPE 1,79%, sehingga direkomendasikan untuk peramalan saham harian.
2. Penelitian kedua memfokuskan pada peramalan harga saham PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk. menggunakan metode ARIMA. Setelah menguji beberapa parameter, model ARIMA (1,1,1) ditemukan sebagai model yang paling optimal untuk memprediksi harga saham pada periode tertentu.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3. Penelitian ketiga mengaplikasikan model ARIMA untuk memprediksi indeks saham Nifty50. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi menggunakan model ARIMA sangat mendekati harga aktual, sehingga membuktikan efektivitasnya dalam menangani data deret waktu di pasar saham.
4. Penelitian keempat adalah referensi tentang penggunaan TimeGPT, dalam jurnal tersebut menyebutkan beberapa keunggulannya, TimeGPT mampu menyederhanakan proses peramalan dengan mengurangi kebutuhan akan pipeline yang kompleks, memungkinkan pengguna untuk melakukan peramalan dengan cepat dan mudah.
5. Penelitian kelima adalah referensi tentang perbandingan Model ARIMA, SARIMAX dan LSTM dalam Membandingkan kinerja tiga model dalam memprediksi keuntungan (profit) menggunakan data *time series*, Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM mencapai akurasi tertinggi sebesar 97.01%, diikuti oleh SARIMAX dengan akurasi 94.378%, dan ARIMA dengan akurasi 93.84%. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan beberapa metrik, termasuk RMSE (Root Mean Square Error), MAE (Mean Absolute Error), MAPE (Mean Absolute Percentage Error)
6. Penelitian keenam membahas tentang perbandingan model ARIMA dan SARIMAX dalam *forecasting* Harga Kripto *Binance Coin*. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah dengan membandingkan dengan metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Exogen(SARIMAX) metode ARIMA berhasil memprediksi harga *Binance Coin* (BNB) dengan tingkat *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 5.2297% dan *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 53.5782 yang akurat.

Secara keseluruhan, penelitian tersebut mengindikasikan bahwa model ARIMA dapat diandalkan untuk peramalan harga saham karena akurasi dan keakrabannya dalam menganalisis pola data masa lalu untuk memproyeksikan masa depan. Hal ini memperkuat relevansi penggunaan ARIMA dalam penelitian terkait peramalan saham. Namun, dengan kemunculan TimeGPT,

yang merupakan model dasar pertama untuk peramalan deret waktu, ada potensi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi peramalan saham. TimeGPT menawarkan keunggulan dalam hal *zero-shot inference* dan kemampuan untuk menangani berbagai dataset.

Meskipun ARIMA telah terbukti relevan dalam penelitian peramalan saham baik di Indonesia maupun secara internasional, belum ada penelitian yang membahas penggunaan TimeGPT dalam konteks ini. Hal ini menunjukkan adanya peluang yang signifikan untuk mengeksplorasi dan membandingkan kedua model, serta mengkaji bagaimana TimeGPT dapat memberikan wawasan baru dalam peramalan harga saham.

Pada Penelitian kelima membandingkan kinerja ARIMA, SARIMAX, dan LSTM dalam memprediksi keuntungan berdasarkan data *time series*, di mana hasilnya menunjukkan bahwa LSTM mencapai akurasi tertinggi sebesar 97.01%, diikuti oleh SARIMAX dengan 94.378%, dan ARIMA dengan 93.84%. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik RMSE, MAE, dan MAPE untuk mengukur keandalan masing-masing model.

Selain itu, penelitian keenam membahas perbandingan antara model ARIMA dan SARIMAX dalam peramalan harga kripto Binance Coin (BNB). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode ARIMA dapat memprediksi harga BNB dengan tingkat Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 5.2297% dan Mean Squared Error (MSE) sebesar 53.5782, yang membuktikan akurasi model dalam menangani data *time series* di pasar kripto.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk menggunakan pendekatan berbasis kuantitatif yang memanfaatkan data historis harga saham PT Astra International Tbk sebagai objek utama. 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*. Setiap tahapan tersebut dilaksanakan secara sistematis untuk memastikan hasil penelitian yang akurat, terstruktur, dan relevan dengan kebutuhan.

Melalui penelitian ini, diharapkan sistem prediksi yang dikembangkan dapat menjadi alat bantu pengambilan keputusan strategis, khususnya dalam mendukung upaya perusahaan untuk melakukan *buyback* saham dengan waktu yang tepat. Hal ini menjadi penting karena *buyback* saham yang direncanakan dengan baik dapat memberikan sinyal positif kepada pasar sekaligus meningkatkan kepercayaan investor terhadap kinerja perusahaan di masa mendatang.

3.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama dengan menggunakan kerangka kerja CRISP-DM pada Flow Modelling PT Astra Internasional Tbk:

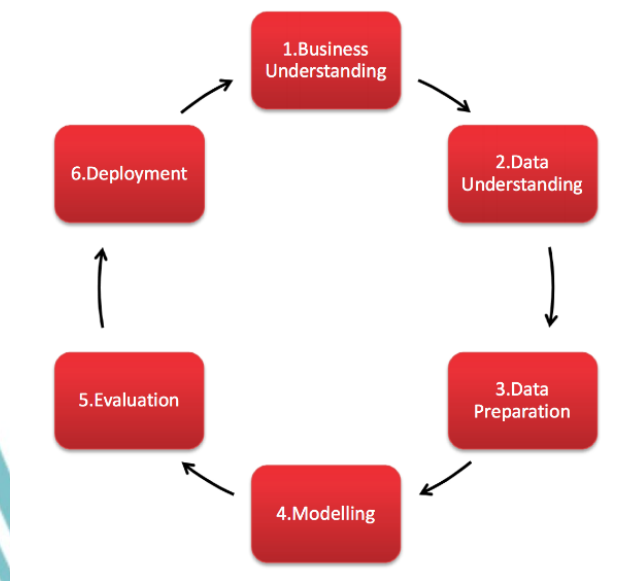
3.2.1 Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini, penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi oleh PT Astra International Tbk terkait fluktuasi harga

saham. Penurunan harga saham yang signifikan dari tahun 2022 hingga 2025 menimbulkan tantangan bagi perusahaan dalam menjaga stabilitas harga dan menarik minat investor.

3.2.2 Pemahaman Bisnis

Pada tahap ini, peneliti berfokus untuk memahami permasalahan utama yang dihadapi PT Astra International Tbk, yaitu fluktuasi harga saham dan dampaknya terhadap kepercayaan investor. Peneliti juga mempelajari faktor-faktor eksternal seperti kondisi ekonomi global, perubahan kebijakan pemerintah, dan persaingan industri yang dapat mempengaruhi performa saham. Tujuan akhirnya adalah merancang solusi berbasis teknologi untuk membantu perusahaan memprediksi harga saham dengan akurat.



Gambar 3.1 Framework CRISP-DM

3.2.3 Pemahaman Data

Pada alur pertama flow modelling PT Astra Internasional Tbk yang telah disesuaikan dengan CRISP-DM tahap pertama yaitu “Stocks Astra” adalah Data yang digunakan pada penelitian ini mencakup data historis harga saham PT Astra International Tbk dalam jangka waktu tertentu. Proses ini juga

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

melibatkan analisis awal untuk mengidentifikasi pola-pola historis dan memahami struktur data yang akan digunakan dalam proses prediksi.

3.2.4 Persiapan Data

Data yang telah diperoleh dari perusahaan, akan melalui tahap pembersihan untuk memastikan kualitas dan kelengkapannya. Hal ini mencakup pengisian nilai yang hilang (*missing values*), penghapusan data *outlier*, dan normalisasi data agar siap digunakan dalam pemodelan. Selain itu, Exploratory data analysis untuk melihat pola tren, seasonal dan residual serta fitur tambahan seperti indikator teknikal dan lag features akan dibuat untuk meningkatkan akurasi model.

3.2.5 Pemodelan

Peneliti akan menggunakan beberapa model prediksi, yaitu ARIMA, SARIMAX dan TimeGPT. Model ARIMA dan SARIMAX dipilih karena pendekatan statistiknya yang kuat dalam menangkap pola historis linier dan exogen. Sementara itu, TimeGPT adalah model berbasis *Transformer* dengan mekanisme *self-attention*, yang memungkinkan analisis kompleks terhadap data untuk memprediksi pola masa depan dengan lebih akurat. Model-model ini akan diuji dengan berbagai parameter untuk mendapatkan hasil yang optimal.

3.2.6 Evaluasi

Kinerja model akan diukur menggunakan metrik evaluasi seperti *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Proses evaluasi ini bertujuan untuk menentukan model yang memberikan prediksi paling akurat dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Berdasarkan Studi oleh Bessa et al. (2020) dalam *Assessing and Comparing Short Term Load Forecasting Performance* menjelaskan bahwa metrik statistika seperti MAE, RMSE, dan MAPE adalah metrik standar dalam evaluasi kualitas prediksi deret waktu, karena mudah dihitung dan menghasilkan ringkasan kesalahan yang informatif

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.2.7 Deployment

Tahapan ini mencakup penyediaan sistem yang telah dibangun agar dapat diakses dan digunakan untuk melihat hasil dari setiap model.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah data historis harga saham PT Astra International Tbk (ASII). Data yang digunakan mencakup periode tertentu.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Business Understanding*

Proses awal dalam pengembangan sistem peramalan harga saham dimulai dengan memahami tujuan bisnis yang ingin dicapai. Dalam konteks penelitian ini, tujuan utamanya adalah merancang dan membangun sistem prediksi harga saham PT Astra International Tbk yang dapat memberikan estimasi nilai saham secara akurat dalam jangka pendek hingga menengah. Prediksi ini diharapkan dapat membantu pihak internal perusahaan, seperti manajemen keuangan dan investor, dalam mengambil keputusan strategis.

4.2 *Data Understanding*

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data historis harga saham PT Astra International Tbk yang diperoleh dari Perusahaan. Data ini mencakup periode dari tanggal 1 Juli 2022 hingga 30 Januari 2025, dengan total 625 baris data. *Dataset* ini berisi informasi harga saham harian yang terdiri dari lima kolom utama, yaitu:

1. Tanggal: Menunjukkan tanggal pencatatan harga saham.
2. Terakhir: Harga saham pada saat penutupan perdagangan (*closing price*).
3. Pembukaan: Harga saham pada saat pembukaan perdagangan (*opening price*).
4. Tertinggi: Harga saham tertinggi yang dicapai pada hari tersebut.
5. Terendah: Harga saham terendah yang dicapai pada hari tersebut.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

△ Tanggal	# Terakhir	# Pembukaan	# Tertinggi	# Terendah
0 2022-07-01		6.525	6.675	6.675
1 2022-07-04		6.5	6.5	6.575
2 2022-07-05		6.325	6.5	6.525
3 2022-07-06		6.075	6.3	6.4
4 2022-07-07		5.95	6.025	6.125
5 2022-07-08		5.975	6.025	6.075
6 2022-07-11		6.05	5.975	6.075
7 2022-07-12		6.1	6.05	6.15
8 2022-07-13		5.825	6.1	6.1
9 2022-07-14		6.1	5.825	6.1

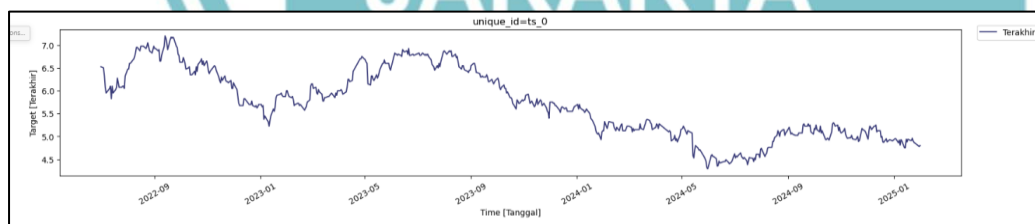
625 rows x 5 cols 10 per page << < Page 1 of 63 > >>

Gambar 4.1 *Datasets*

Dataset ini digunakan untuk membangun model *time series forecasting* dalam memprediksi pergerakan harga saham di masa depan, konversi format tanggal menjadi tipe data *datetime*, serta eksplorasi pola historis pergerakan harga saham. Selanjutnya, data ini akan digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model *forecasting* menggunakan metode ARIMA dan TimeGPT, serta dibandingkan dengan model SARIMAX sebagai pembanding untuk mengevaluasi tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan.

4.3 Data Preparation

Sebelum dilakukan proses pemodelan, dataset saham PT Astra International Tbk ini terlebih dahulu melalui tahap *data preparation* untuk memastikan kualitas data yang digunakan. Proses ini mencakup beberapa tahapan penting, yaitu pemeriksaan nilai hilang (*missing values check*), uji stasioneritas menggunakan Augmented Dickey-Fuller (ADF) test, serta eksplorasi data (*Exploratory Data Analysis - EDA*).



Gambar 4.2 *Pola Saham*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Salah satu langkah awal dalam *EDA* adalah melakukan visualisasi data untuk memahami pola pergerakan harga saham. Gambar di atas menampilkan grafik *line plot* dari harga saham PT Astra International Tbk berdasarkan kolom Tanggal sebagai sumbu waktu (*time series*) dan Terakhir sebagai harga penutupan saham.

Dari hasil visualisasi, dapat diamati bahwa:

- Harga saham mengalami fluktuasi signifikan sepanjang periode waktu yang diamati.
- Terdapat pola *trend* naik (*uptrend*) hingga pertengahan 2023, kemudian diikuti oleh penurunan (*downtrend*) yang cukup tajam hingga awal 2024.
- Setelah memasuki pertengahan 2024, harga saham mengalami volatilitas namun tetap berada pada kisaran harga yang lebih rendah dibandingkan dengan periode awal pengamatan.

Grafik ini memberikan indikasi bahwa data memiliki pola *trend* dan fluktuasi yang perlu diperhatikan dalam proses pemodelan. Oleh karena itu, model prediksi yang digunakan harus mampu menangkap pola tren serta kemungkinan adanya faktor musiman dalam data.

Selanjutnya, kita akan membagi dan melihat lebih lanjut data melalui tahap *EDA* untuk memahami distribusi data, pola musiman, serta korelasi antar variabel yang dapat berkontribusi dalam pemodelan prediksi harga saham.

4.3.1 Missing Values Check

Sebelum melanjutkan ke tahap analisis dan pemodelan, langkah awal yang sangat krusial adalah melakukan pemeriksaan terhadap nilai yang hilang (*missing values*) dalam dataset. Kehadiran *missing values* dapat mempengaruhi kualitas data dan menurunkan akurasi hasil analisis serta model prediktif yang dikembangkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Missing values bisa terjadi karena berbagai faktor, seperti kesalahan dalam proses input data, gangguan teknis saat pengambilan data, kegagalan dalam sistem penyimpanan, atau penghapusan data secara tidak disengaja.

Dalam penelitian ini, dilakukan pemeriksaan missing values menggunakan beberapa pendekatan, seperti menghitung jumlah nilai kosong pada setiap kolom, memeriksa apakah terdapat baris yang mengandung nilai kosong, serta mengidentifikasi apakah secara keseluruhan dataset mengandung nilai yang tidak valid.

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang ditampilkan pada Gambar 4.2.1, diketahui bahwa seluruh kolom dalam dataset tidak mengandung missing values. Hal ini ditunjukkan dengan hasil 0 pada setiap kolom saat dilakukan pengecekan menggunakan fungsi `.isnull().sum()`, serta hasil False saat dilakukan pemeriksaan global terhadap keberadaan nilai kosong. Tidak ditemukan juga baris yang mengandung missing values, sebagaimana ditunjukkan oleh dataframe kosong pada hasil fungsi `.any(axis=1)`.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dataset yang digunakan telah bebas dari nilai yang hilang. Kondisi ini menjadi fondasi penting untuk memastikan bahwa proses analisis dan pemodelan selanjutnya dilakukan pada data yang bersih, sehingga hasil yang diperoleh dapat lebih akurat, valid, dan dapat diandalkan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
print(df.isnull().sum())

[6]
... Tanggal      0
   Terakhir      0
   Pembukaan     0
   Tertinggi     0
   Terendah      0
   dtype: int64

print(df.isnull().values.any())

[25]
... False

print(df[df.isnull().any(axis=1)])

[26]
... Empty DataFrame
   Columns: [Tanggal, Terakhir, Pembukaan, Tertinggi, Terendah]
   Index: []
```

Gambar 4.3 Missing Values Check

Pada gambar di atas, beberapa metode telah digunakan untuk memeriksa keberadaan *missing values* dalam *DataFrame* df:

1. df.isnull().sum()

Kode ini menghitung jumlah nilai yang hilang untuk setiap kolom dalam dataset. Hasilnya menunjukkan bahwa semua kolom (Tanggal, Terakhir, Pembukaan, Tertinggi, Terendah, Anomaly) memiliki nilai nol, yang berarti tidak ada data yang hilang.

2. df.isnull().values.any()

Fungsi ini digunakan untuk mengecek apakah ada setidaknya satu nilai *NaN* dalam keseluruhan dataset. Hasilnya adalah *False*, yang berarti tidak ditemukan *missing values* dalam dataset.

3. df[df.isnull().any(axis=1)]

Kode ini bertujuan untuk menampilkan seluruh baris yang memiliki setidaknya satu nilai *NaN*. Hasilnya adalah *Empty DataFrame*, yang berarti tidak ada baris dalam *dataset* yang mengandung nilai yang hilang.



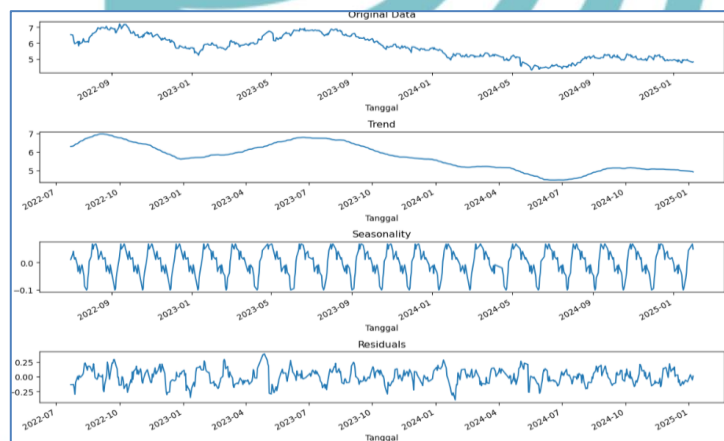
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Dari hasil pemeriksaan di atas, dapat disimpulkan bahwa dataset ini tidak memiliki nilai yang hilang, sehingga tidak diperlukan langkah tambahan untuk menangani *missing values* seperti penghapusan atau imputasi data. Dengan demikian, data sudah siap untuk tahap analisis lebih lanjut seperti *Exploratory Data Analysis (EDA)* dan pemodelan *time series*.

4.3.2 EDA (Exploratory Data Analysis)

Exploratory Data Analysis (EDA) merupakan tahap penting dalam memahami karakteristik data sebelum dilakukan proses pemodelan. Salah satu teknik yang digunakan dalam analisis deret waktu adalah dekomposisi *time series*, yang memecah data menjadi tiga komponen utama, yaitu *trend*, *seasonality*, dan *residuals*.



Gambar 4.4 *Exploratory Data Analysis*

Gambar di atas menunjukkan hasil dekomposisi data harga saham ke dalam tiga komponen utama:

1. Original Data

- Grafik pertama menunjukkan pergerakan harga saham dalam rentang waktu yang diamati.
- Terlihat adanya pola fluktuatif dengan tren naik pada awal periode dan penurunan yang cukup signifikan setelahnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. Trend

- Grafik kedua menggambarkan komponen *trend* dalam data, yang merepresentasikan arah pergerakan harga saham dalam jangka panjang.
- Harga saham mengalami kenaikan hingga sekitar titik ke-200, kemudian mengalami penurunan yang cukup tajam setelahnya.
- Pada titik sekitar ke-500, tren mulai mendatar dengan sedikit peningkatan di akhir periode.

3. Seasonality

- Grafik ketiga menunjukkan pola musiman (*seasonality*) dalam data.
- Terlihat adanya pola berulang yang konsisten sepanjang periode, menunjukkan adanya faktor musiman yang mempengaruhi harga saham.
- Pola ini mengindikasikan bahwa harga saham cenderung mengalami siklus tertentu dalam kurun waktu tertentu.

4. Residuals

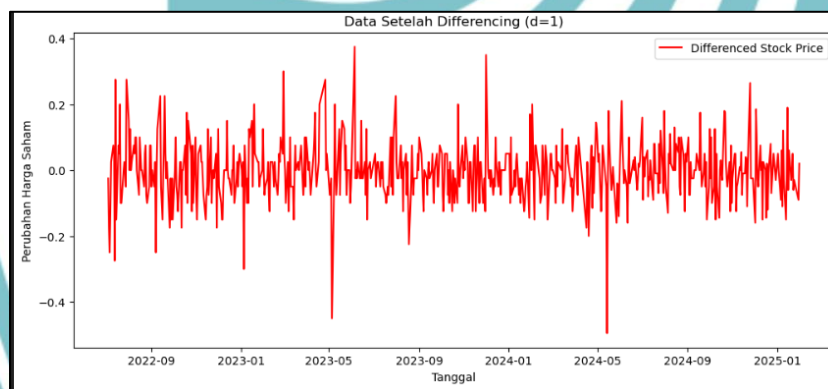
- Grafik keempat menampilkan komponen residual (*residuals*), yaitu bagian dari data yang tidak dapat dijelaskan oleh *trend* maupun *seasonality*.
- Residual ini merepresentasikan fluktuasi acak atau faktor eksternal yang mempengaruhi harga saham.
- Terlihat bahwa nilai residual cukup bervariasi dan tidak menunjukkan pola tertentu, yang menunjukkan adanya faktor volatilitas dalam data.

Analisis ini memberikan wawasan bahwa data harga saham memiliki pola tren menurun setelah mengalami kenaikan awal, serta terdapat faktor musiman yang mempengaruhi pergerakan harga. Komponen residual yang cukup fluktuatif juga menunjukkan bahwa terdapat faktor eksternal yang tidak dapat dijelaskan oleh pola tren dan musiman saja. Selanjutnya, pemahaman dari hasil *EDA* ini akan digunakan untuk menentukan pendekatan pemodelan yang

sesuai, termasuk pemilihan model yang dapat menangkap pola *trend* dan *seasonality*.

4.3.3 Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas adalah proses untuk menentukan apakah suatu data *time series* memiliki rata-rata dan varians yang konstan sepanjang waktu. Data yang tidak stasioner dapat menyebabkan model *time series* seperti ARIMA dan SARIMAX menghasilkan prediksi yang kurang akurat. Oleh karena itu, sebelum membangun model, diperlukan uji stasioneritas untuk memastikan bahwa pola dalam data tidak berubah seiring waktu. Jika data tidak stasioner, maka transformasi seperti *differencing* dapat dilakukan untuk membuatnya stasioner, sehingga model dapat menangkap pola dan menghasilkan prediksi dengan lebih baik.



Gambar 4.4 Uji stasioneritas

Data awal menunjukkan ketidakstasioneran, sehingga diperlukan proses *differencing* dengan $d=1$ untuk menghilangkan tren dan membuat data lebih stabil. Setelah dilakukan *differencing*, data menjadi stasioner, yang berarti varians dan rata-rata tidak berubah seiring waktu, sehingga dapat digunakan dalam model *time series* seperti ARIMA dan SARIMAX. Berdasarkan Jurnal Utriweni (2021) dalam *The Time Series Regression Analysis in Evaluating the Economic Impact of COVID-19 cases in Indonesia*, Mereka menemukan bahwa *differencing* urutan pertama ($d = 1$) cukup untuk membuat data menjadi stasioner, nilai d dalam model ARIMA(p, d, q) dapat ditetapkan sebagai $d=1$,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

karena hanya satu kali *differencing* yang diperlukan untuk mencapai stasioneritas .

4.4 Modeling TimeGPT

Bagian awal dalam modeling menggunakan TimeGPT melibatkan langkah-langkah untuk mengakses API dari TimeGPT. Salah satu langkah penting adalah menginisialisasi klien TimeGPT menggunakan kunci API yang valid. Pada gambar berikut ini, langkah pertama adalah mengimport TimeGPTClient dari *library* TimeGPT:

```
from nixtla import NixtlaClient  
  
nixtla_client = NixtlaClient(api_key = 'nixak-AOFoUG0cADlhKqAVbiPvVmOaUhrQWYRjKdLWRayIq8GU3SeTXz61040Q97G8m2srLZZ7nFTvQSWFoRpo')
```

Gambar 4.5 TimeGPT API Key

Kunci API ini berfungsi sebagai mekanisme autentikasi yang diperlukan untuk memverifikasi setiap permintaan yang dikirim ke layanan TimeGPT. Dengan adanya kunci API, sistem dapat memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki izin resmi dan kredensial yang valid yang dapat mengakses model, mengirimkan data *time series*, serta melakukan proses prediksi.

4.4.1 Parameter TimeGPT

Dalam penggunaan TimeGPT, beberapa parameter penting harus ditentukan untuk memastikan proses prediksi berjalan dengan optimal. Pada implementasi ini, parameter yang digunakan mencakup $df=df$, yang menunjukkan *DataFrame* yang berisi data *time series* yang akan dianalisis. Parameter 'h' mengacu pada horizon prediksi, yaitu jumlah langkah ke depan yang ingin diprediksi, dalam hal ini hasil eksperimen dari horizon 1 dan 7 hari kedepan akan menjadi parameter yang dipakai. Selanjutnya, $freq='B'$ menunjukkan bahwa frekuensi data adalah hari kerja (Business days), yang berarti model akan mempertimbangkan hanya hari kerja dalam melakukan prediksi.

Kolom waktu dalam dataset ditentukan dengan $time_col='Tanggal'$, dimana TimeGPT akan menggunakan kolom ini sebagai referensi untuk urutan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

kronologis data. Sementara itu, `target_col='Terakhir'` menunjukkan kolom yang berisi nilai yang akan diprediksi oleh model. Setelah konfigurasi parameter ini, hasil prediksi akan disimpan dalam variabel `timegpt_fcst_df`, yang kemudian dapat ditampilkan dengan fungsi `.head()` untuk melihat beberapa baris pertama dari hasil prediksi.

4.4.2 Proses Prediksi dengan TimeGPT

Setelah seluruh parameter dikonfigurasi, proses prediksi dilakukan dengan memanggil metode `forecast()` dari objek `TimeGPT_client`. Metode ini menerima *input* berupa *DataFrame* yang telah diformat sesuai kebutuhan, serta parameter-parameter seperti `h`, `freq`, `time_col`, dan `target_col`, `model`, `finetune_steps` dan `finetune_depth`. Hasil dari prediksi akan berupa *DataFrame* baru yang memuat tanggal prediksi dan nilai prediksi dari kolom target.

```
try:
    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 4.6 Parameter TimeGPT

Berikut adalah penjelasan masing-masing parameter yang digunakan dalam proses prediksi:

a. Df

Parameter ini merupakan *DataFrame* yang berisi data deret waktu (*time series*) yang akan diprediksi. *DataFrame* ini harus memiliki setidaknya dua kolom: satu kolom untuk waktu (*timestamp*) dan satu kolom untuk nilai target (*value*) yang akan diprediksi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

b. x_df

Dataset variabel eksogen (exogenous variables) untuk periode yang akan diprediksi. Variabel atau kolom 'Pembukaan', 'Tertinggi', 'Terendah' dan 'is_holiday' menjadi exogen variable agar membantu model memahami faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi target.

c. h(horizon)

Dalam implementasi ini, digunakan dua skenario horizon, yaitu $h=1$ (prediksi satu hari ke depan) dan $h=7$ (prediksi tujuh hari ke depan). Nilai horizon dapat disesuaikan menurut kebutuhan; misalnya, $h=1$ akan menghasilkan prediksi satu langkah ke depan.

d. freq(frequency)

Menentukan frekuensi data *time series*. Nilai 'B' (business days) digunakan untuk menyatakan bahwa data bersifat harian namun hanya pada hari kerja (Senin sampai Jumat). Pemilihan frekuensi ini penting karena mempengaruhi kalender waktu yang digunakan model untuk membuat prediksi. Alternatif lain yang umum digunakan adalah 'D' (harian), 'W' (mingguan), atau 'M' (bulanan).

e. Time_col

Menentukan nama kolom dalam df yang menyimpan informasi waktu atau tanggal. TimeGPT akan menggunakan kolom ini sebagai referensi kronologis dalam mengatur urutan data dan menghasilkan prediksi.

f. Target_col

Menentukan nama kolom dalam df yang memuat nilai yang ingin diprediksi. Dalam penelitian ini, prediksi dilakukan untuk kolom 'Terakhir' atau harga penutupan terakhir.

g. Model

Menentukan jenis model TimeGPT yang digunakan. 'timegpt-1' adalah versi model yang dipakai.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

h. Finetune_steps

Jumlah langkah *fine-tuning* saat melakukan prediksi. 1 artinya model hanya melakukan satu iterasi fine-tuning terhadap data historis

i. Finetune_depth

Menentukan seberapa jauh ke belakang model melihat data historis saat fine-tuning. Semakin besar, semakin banyak data historis yang dianalisis lebih dalam.

4.4.2.1 Hasil Prediksi Menggunakan $h=1$

Pada tahap ini, dilakukan proses prediksi dengan menggunakan model TimeGPT dan horizon prediksi harian ($h = 1$), artinya model melakukan prediksi satu hari ke depan untuk setiap iterasi tanggal. Periode prediksi dimulai dari tanggal 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025.

Dalam penerapan model TimeGPT ini, kolom Terakhir ditetapkan sebagai nilai target (target value), yaitu harga penutupan saham yang ingin diprediksi setiap harinya. Sedangkan kolom lainnya, yaitu Pembukaan, Tertinggi, Terendah, serta informasi tambahan seperti *is_holiday* digunakan sebagai variabel eksogen (exogenous variables). Variabel-variabel eksogen ini berfungsi sebagai input tambahan yang membantu model untuk memahami faktor-faktor eksternal yang turut memengaruhi pergerakan harga penutupan saham.

Prediksi dilakukan menggunakan fungsi `forecast()` dari pustaka *Nixtla*, dengan memasukkan parameter berupa data historis (*df*) dan data eksogen (*x_df*), serta pengaturan lainnya seperti nama kolom waktu (*ds*), kolom target (*y*), horizon prediksi ($h=1$), *freq* (*freq='B'*), *Finetune_steps* (*finetune_steps=1*), *Finetune_depth* (*finetune_depth=1*) dan tipe model (*timegpt-1*). Setelah hasil prediksi diperoleh dalam bentuk nilai logaritmik, dilakukan transformasi balik menggunakan eksponensial agar hasilnya berada dalam skala asli dan dapat dibandingkan langsung dengan data aktual. Seluruh hasil prediksi kemudian

disimpan dalam sebuah DataFrame untuk dianalisis lebih lanjut baik secara numerik maupun visual..

```
# Siapkan DataFrame hasil prediksi
df_results = pd.DataFrame(columns=['ds', 'y'])

# Loop dari 1 Juli 2024 sampai 31 Januari 2025
start_date = pd.to_datetime('2024-07-01')
end_date = pd.to_datetime('2025-01-31')

current_date = start_date
while current_date <= end_date:
    # Subset data historis sebelum current_date
    train_subset = df[df['ds'] < current_date].copy()

    # Skip jika data tidak cukup
    if train_subset.empty or len(train_subset) < 30:
        print(f"⚠ Tidak cukup data untuk {current_date}")
        current_date += pd.Timedelta(days=1)
        continue

    # Transformasi log
    train_subset['y'] = np.log(train_subset['Terakhir'])

    # Ambil exogen untuk tanggal ini
    exogen_subset = future_ex_vars_df[future_ex_vars_df['ds'] == current_date]

    if exogen_subset.empty:
        print(f"⚠ Tidak ada exogen data untuk {current_date.date()}, dilewati.")
        current_date += pd.Timedelta(days=1)
        continue

    try:
        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,
        )

    # Transformasi balik
```

Gambar 4.7 Eksperimen Parameter $h=1$

Setiap hasil prediksi dikumpulkan ke dalam sebuah *DataFrame* dan disimpan dalam file *forecast_stocksastra_target.csv*. Dengan pendekatan ini, diperoleh hasil prediksi harian untuk masing-masing variabel target saham PT Astra International Tbk dalam periode waktu yang telah ditentukan. ini diperoleh hasil prediksi harian untuk masing-masing variabel target saham PT Astra International Tbk dalam periode waktu yang telah ditentukan.

4.4.2.2 Hasil Prediksi Menggunakan $h=7$

Pada bagian ini dilakukan proses prediksi data saham dengan menggunakan horizon waktu (h) selama 7 hari. Artinya, model TimeGPT akan menghasilkan prediksi untuk 7 hari ke depan setiap kali dijalankan, dimulai dari tanggal 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025. Pemilihan nilai horizon sebesar 7 hari didasarkan pada pertimbangan efisiensi serta kebutuhan untuk memahami pola mingguan dari pergerakan harga saham. Selain itu, dengan menggunakan horizon mingguan, jumlah panggilan API dapat diminimalkan dibandingkan dengan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

horizon harian ($h=1$), sehingga lebih efisien dalam penggunaan kuota API yang terbatas.

```
# Siapkan DataFrame hasil prediksi
df_results = pd.DataFrame(columns=['ds', 'y'])

# Loop dari 1 Juli 2024 sampai 31 Januari 2025
start_date = pd.to_datetime('2024-07-01')
end_date = pd.to_datetime('2025-01-31')

current_date = start_date
while current_date <= end_date:
    # Subset data historis sebelum current_date
    train_subset = df[df['ds'] < current_date].copy()

    # Skip jika data tidak cukup
    if train_subset.empty or len(train_subset) < 30:
        print(f"⚠ Tidak cukup data untuk {current_date.date()}")
        current_date += pd.Timedelta(days=1)
        continue

    # Transformasi log
    train_subset['y'] = np.log(train_subset['Terakhir'])

    # Ambil exogen untuk tanggal ini
    exogen_subset = future_ex_vars_df[future_ex_vars_df['ds'] == current_date]

    if exogen_subset.empty:
        print(f"⚠ Tidak ada exogen data untuk {current_date.date()}, dilewati.")
        current_date += pd.Timedelta(days=1)
        continue

    try:
        forecast = nixtla_client.forecast(
            df=train_subset,
            X_df=exogen_subset,
            h=7,
            freq='B',
            time_col='ds',
            target_col='y',
            model='timegpt-1',
            finetune_steps=1,
            finetune_depth=1,
        )
```

Gambar 4.8 Eksperimen Parameter $h=7$

Proses prediksi dilakukan untuk kolom target, yaitu 'Terakhir', dan melibatkan exogen Pembukaan', 'Tertinggi', 'Terendah' dan 'is_holiday'. Data historis yang digunakan terlebih dahulu diubah dalam bentuk logaritma untuk menstabilkan variansi (log transformation), kemudian hasil prediksi dikembalikan ke skala semula dengan transformasi eksponensial. Proses ini diulang secara rolling setiap 7 hari sampai rentang waktu akhir prediksi terpenuhi.

4.4.3 Evaluasi Hasil Prediksi TimeGPT

Setelah dilakukan proses pemodelan dan prediksi menggunakan TimeGPT, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap hasil prediksi yang telah dihasilkan. Evaluasi dilakukan untuk menilai sejauh mana akurasi model dalam memprediksi data harga saham PT Astra International Tbk dengan pendekatan *time series*. Evaluasi dilakukan berdasarkan beberapa skenario horizon prediksi, yaitu $h = 1$ dan $h = 7$.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.3.1 Evaluasi dari Hasil Prediksi $h = "1"$ dan $h = "7"$

Evaluasi terhadap hasil prediksi dengan horizon satu hari ke depan ($h = 1$) dilakukan untuk menilai seberapa baik model TimeGPT dalam melakukan prediksi harga saham jangka pendek. Berdasarkan perhitungan menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE), diperoleh nilai sebesar **1.80%** dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 0.201%.

Tabel 2 Hasil TimeGPT $h="1"$

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	0.0269	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	1.0878
			0.095	1.80	0.201

Dari seluruh hasil prediksi yang diperoleh selama periode tersebut, dilakukan perhitungan akurasi menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Nilai MAPE yang didapatkan sebesar 1,80% dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 0,201%, yang merupakan rata-rata dari seluruh error harian antara nilai aktual dan hasil prediksi selama periode evaluasi.

Nilai MAPE menunjukkan bahwa model TimeGPT mampu mengenali pola-pola jangka pendek dari data harga saham. Hal ini diperkuat dengan adanya transformasi logaritmik pada nilai target sebelum proses pemodelan, yang bertujuan untuk menstabilkan varians dan meningkatkan performa prediksi, serta pengaturan frekuensi menjadi hari kerja (business day) agar selaras dengan aktivitas pasar saham.

Selanjutnya pada bagian proses prediksi data saham dengan menggunakan horizon waktu (h) selama 7 hari. Artinya, model TimeGPT akan menghasilkan prediksi untuk 7 hari ke depan setiap kali dijalankan, dimulai dari tanggal 1 Juli

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2024 hingga 30 Januari 2025. Pemilihan nilai horizon sebesar 7 hari didasarkan pada eksperimen untuk mengetahui, bagaimana jika pola horizon selama 7 hari diterapkan, apakah bisa memprediksi lebih baik.

Tabel 3 Hasil TimeGPT h=7

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	0.0269	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	1.0878
			0.095	1.80	0.201

Dua metrik utama yang digunakan dalam analisis ini adalah Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Square Error (RMSE).

Berdasarkan hasil perhitungan dari keseluruhan periode pengujian, diperoleh nilai akhir sebagai berikut:

- MAPE: 1.81 atau 1.81%
- RMSE: 0.201

Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai makna dan interpretasi dari kedua nilai tersebut dalam konteks prediksi saham Astra. MAPE adalah metrik yang mengukur rata-rata dari selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual, yang kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase.

Nilai MAPE yang diperoleh sebesar 1.80% menggunakan horizon = 1 dan nilai sebesar 1.81% menggunakan horizon = 7. Ini adalah tingkat kesalahan yang sangat rendah dan menunjukkan bahwa model TimeGPT memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi. Secara praktis, ini berarti rata-rata prediksi harga saham PT Astra International Tbk yang dihasilkan oleh model dengan horizon 1 hari dan horizon 7 hari hanya memiliki selisih sekitar 1.80% dan 1.81% dari harga saham aktualnya. Sebagai ilustrasi, jika harga saham aktual adalah Rp

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5.000, model ini secara rata-rata hanya akan meleset sekitar Rp 90 (1.81% dari 5.000).

Konteks Horizon ($h=7$): Mencapai tingkat kesalahan serendah 1.81% untuk horizon prediksi 7 hari kedepan merupakan hasil yang luar biasa. Ini sangat menjanjikan, mengingat volatilitas pasar saham dan meningkatnya ketidakpastian pada prediksi jangka menengah. Hasil ini menunjukkan bahwa model TimeGPT mampu menangkap pola data mingguan dengan sangat baik. RMSE adalah akar kuadrat dari rata-rata selisih kuadrat antara nilai prediksi dan nilai aktual.

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.

4.5 Modeling ARIMA

Pada sub bab ini, dilakukan proses pemodelan deret waktu menggunakan metode ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average). ARIMA merupakan salah satu pendekatan statistik yang umum digunakan dalam analisis dan peramalan data runtun waktu. Model ini memanfaatkan kombinasi



Hak Cipta :

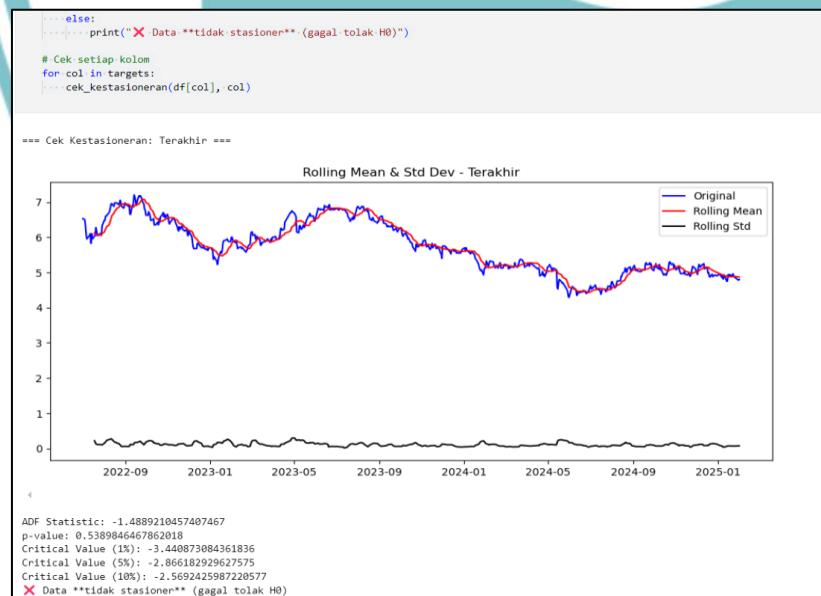
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dari komponen autoregressive (AR), *differencing* (I), dan moving average (MA) untuk menangkap pola dan tren dalam data historis.

Proses pemodelan dilakukan pada keempat variabel target, yaitu 'Terakhir', 'Pembukaan', 'Tertinggi', dan 'Terendah', dengan mempertimbangkan sifat stasioneritas dari masing-masing data. Tahapan yang dilakukan meliputi: identifikasi orde model menggunakan ACF dan PACF, pengujian stasioneritas, pemilihan parameter optimal (p, d, q) menggunakan kriteria AIC, serta evaluasi performa model terhadap data aktual.

4.5.1 Identifikasi Model

Langkah awal dalam pemodelan ARIMA adalah melakukan identifikasi terhadap pola data untuk mengetahui apakah data sudah stasioner atau belum. Pemeriksaan stasioneritas dilakukan dengan visualisasi plot *time series* serta pengujian statistik seperti Augmented Dickey-Fuller (ADF test). Jika data belum stasioner, maka dilakukan proses *differencing* untuk menghilangkan tren dan fluktuasi musiman.



Gambar 4.9 Uji stasioneritas

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hasil uji ADF terhadap data asli menunjukkan nilai statistik sebesar -1.489 dengan nilai p-value sebesar 0.5389. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan semua nilai critical value pada tingkat signifikansi 1%, 5%, dan 10%: Karena p-value lebih besar dari 0.05 dan nilai ADF lebih tinggi dari nilai kritis, maka gagal menolak H_0 , yang berarti data tidak stasioner. Dengan demikian, perlu dilakukan proses transformasi agar data menjadi stasioner.

Transformasi dilakukan dengan metode *differencing* sebanyak satu kali ($d = 1$). Setelah dilakukan *differencing*, uji ADF kembali dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai statistik ADF turun drastis menjadi -18.816, dengan p-value yang sangat kecil yaitu 2.02×10^{-30} , jauh di bawah ambang batas 0.05.

```

.....if adf_result[1] < 0.05:
.....    print(f"✅ Data **stasioner** setelah differencing ke-{d}")
.....    # Simpan hasil differencing stasioner untuk modeling
.....    return diff_series, d
.....    print(f"❌ Data masih belum stasioner setelah differencing 2x")
.....    return None, None

# Cek semua kolom target
diff_dict = {}
order_dict = {}

for col in targets:
    ..hasil_diff, order_d = cek_kestasioneran_dengan_differencing(df[col], col)
    ..if hasil_diff is not None:
    .....diff_dict[col] = hasil_diff
    .....order_dict[col] = order_d

=== Cek Kestasioneran Terakhir (differencing 1x) ===
ADF Statistic: -18.8159618884436
p-value: 2.0222955057364234e-30
Critical Value (1%): -3.4409070618215996
Critical Value (5%): -2.8661978948030686
Critical Value (10%): -2.569250572471335
✅ Data **stasioner** setelah differencing ke-1
  
```

Gambar 4.10 Uji stasioneritas Berhasil

Karena nilai ADF lebih kecil dari seluruh nilai kritis dan p-value jauh di bawah 0.05, maka H_0 ditolak, yang berarti data telah menjadi stasioner setelah *differencing* pertama. Menurut Hyndman & Athanasopoulos (2018) dalam buku *Forecasting: Principles and Practice*, yang menjelaskan bahwa:, nilai statistik ADF yang lebih negatif daripada nilai kritis, atau p-value yang sangat kecil, menunjukkan bahwa data telah melewati proses “differences to stationarity” dan sesuai digunakan dalam model.

4.5.2 Pemilihan Parameter (p, d, q) Menggunakan Grid Search

Setelah memastikan bahwa data bersifat stasioner, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter terbaik untuk model ARIMA, yaitu nilai p (autoregressive), d (differencing), dan q (moving average). Untuk memperoleh kombinasi parameter yang optimal, dilakukan pencarian menggunakan metode Grid Search, yang menguji semua kombinasi parameter dalam ruang lingkup yang telah ditentukan.

Seluruh kombinasi parameter (p, d, q) diuji secara menyeluruh, dan setiap model yang terbentuk dievaluasi berdasarkan nilai Akaike Information Criterion (AIC). Semakin kecil nilai AIC, maka model dianggap semakin baik dalam menyeimbangkan antara akurasi dan kompleksitas model. Penelitian oleh Sah et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan grid search cross-validation dalam pemilihan hyperparameter dapat meningkatkan akurasi model dalam memprediksi data *time series*, algoritma Grid Search Cross-Validation digunakan untuk menemukan parameter optimal, menunjukan efektivitas metode ini dalam *tuning* model *time series*.

```
# Grid search untuk ARIMA parameter
p_range = range(0, 3)
d_range = range(0, 3)
q_range = range(0, 3)

best_aic = np.inf
best_order = None
best_model = None
```

Gambar 4.11 Parameter ARIMA

Hasil Grid Search, pada setiap steps:

- order=(0, 0, 0), AIC=3960.34
- order=(0, 0, 0), seasonal_order=(0, 1, 1), AIC=-124.90
- order=(0, 0, 0), seasonal_order=(1, 1, 0), AIC=-125.25
- order=(0, 0, 1), AIC=3106.28
- order=(0, 0, 1), seasonal_order=(0, 1, 1), AIC=-559.81
- order=(0, 0, 1), seasonal_order=(1, 0, 1), AIC=-568.10

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- $\text{order}=(0, 0, 2)$, $\text{seasonal_order}=(0, 1, 0)$, $\text{AIC}=-688.93$
- $\text{order}=(0, 0, 2)$, $\text{seasonal_order}=(0, 1, 1)$, $\text{AIC}=-757.15$
- $\text{order}=(0, 0, 2)$, $\text{seasonal_order}=(1, 1, 1)$, $\text{AIC}=-756.55$
- $\text{order}=(1, 0, 0)$, $\text{seasonal_order}=(0, 1, 1)$, $\text{AIC}=-1173.20$
- $\text{order}=(1, 0, 1)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1202.92$
- $\text{order}=(1, 0, 2)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1212.18$
- $\text{order}=(2, 0, 2)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1210.85$
- $\text{order}=(0, 1, 0)$, $\text{seasonal_order}=(0, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1207.51$
- $\text{order}=(0, 1, 1)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1213.71$
- $\text{order}=(1, 1, 1)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1216.93$
- $\text{order}=(1, 1, 2)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1216.73$
- $\text{order}=(2, 1, 0)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1213.18$
- $\text{order}=(2, 1, 1)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1218.16$
- $\text{order}=(2, 1, 2)$, $\text{seasonal_order}=(0, 1, 1)$, $\text{AIC}=-1173.16$

Dari hasil grid search, diperoleh kombinasi parameter terbaik yaitu:

- $\text{order}=(2, 1, 1)$, $\text{seasonal_order}=(1, 0, 1)$, $\text{AIC}=-1218.16$

Kombinasi ini dipilih sebagai model terbaik karena menghasilkan nilai AIC paling rendah di antara seluruh model yang diuji. Model ARIMA(2, 1, 1) ini kemudian digunakan untuk melakukan proses peramalan (*forecasting*) terhadap data dari tanggal 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025, dengan total jumlah hari kerja (business days) sebagai langkah peramalan (forecast steps).

4.5.3 Evaluasi Hasil Prediksi ARIMA

Evaluasi model dilakukan untuk mengukur seberapa baik model ARIMA(2, 1, 2) dalam memprediksi nilai data pada periode 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan tiga metrik utama, yaitu:

- Mean Absolute Error (MAE): Mengukur rata-rata kesalahan absolut antara nilai aktual dan prediksi.

- Root Mean Squared Error (RMSE): Menghitung akar dari rata-rata kuadrat kesalahan prediksi, yang lebih sensitif terhadap kesalahan besar.
- Mean Absolute Percentage Error (MAPE): Mengukur kesalahan prediksi dalam bentuk persentase relatif terhadap nilai aktual.

Tabel 4 Hasil ARIMA

date	actual_value	forecast_ARIMA	MAE	MAPE	RMSE
2025-01-08	4.81	4.80	0.01	0.00	0.00
2025-01-09	4.93	4.80	0.13	0.03	0.02
2025-01-10	4.9	4.80	0.10	0.02	0.01
2025-01-13	4.75	4.80	0.05	0.01	0.00
2025-01-14	4.75	4.80	0.05	0.01	0.00
2025-01-15	4.94	4.80	0.14	0.03	0.02
2025-01-16	4.88	4.80	0.08	0.02	0.01
2025-01-17	4.94	4.80	0.14	0.03	0.02
2025-01-20	4.91	4.80	0.11	0.02	0.01
2025-01-21	4.91	4.80	0.11	0.02	0.01
2025-01-22	4.96	4.80	0.16	0.03	0.03
2025-01-23	4.9	4.80	0.10	0.02	0.01
2025-01-24	4.87	4.80	0.07	0.01	0.01
2025-01-30	4.78	4.80	0.02	0.00	0.00
			0.24	4.87	0.272

Hasil evaluasi model adalah sebagai berikut:

- MAE : 0.24
- RMSE : 0.027
- MAPE : 4.86%

Berdasarkan nilai MAPE yang berada di bawah 5%, dapat disimpulkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang sangat baik secara kuantitatif. Namun demikian, jika diperhatikan lebih lanjut dari sisi kualitas pola hasil prediksi pada kolom ketiga gambar, model cenderung menghasilkan nilai prediksi yang statis dan hampir konstan setiap harinya. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun akurasi numerik tinggi, model cenderung kurang responsif terhadap dinamika atau fluktuasi pasar saham yang sebenarnya bersifat lebih variatif. Ini menjadi indikasi bahwa model ARIMA memiliki keterbatasan dalam menangkap pola musiman atau eksogen yang lebih kompleks, sehingga

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

menjadi pertimbangan untuk eksplorasi model yang lebih kompleks seperti SARIMAX.

4.6 Modeling SARIMAX

Setelah melakukan pemodelan menggunakan ARIMA, langkah selanjutnya adalah membangun model SARIMAX (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average with eXogenous regressors) yang merupakan pengembangan dari ARIMA dengan mempertimbangkan faktor musiman serta variabel eksogen yang dianggap memiliki pengaruh terhadap nilai target. Dalam penelitian ini, digunakan variabel-variabel berikut sebagai eksogen (exogenous variables):

- Pembukaan (harga pembukaan saham)
- Tertinggi (harga tertinggi harian)
- Terendah (harga terendah harian)
- Is_holiday (hari libur)

Keempat variabel ini dipilih karena memiliki keterkaitan erat terhadap harga penutupan saham yang menjadi target prediksi. Model SARIMAX dibangun dengan tetap memperhatikan kestasioneran data, serta mempertimbangkan parameter musiman jika pola musiman terdeteksi pada data. Penggunaan variabel eksogen ini juga memungkinkan model untuk melihat fluktuasi jangka pendek yang mungkin tidak tertangkap hanya dari data historis harga penutupan saja. Dibandingkan dengan model ARIMA biasa, pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan prediksi yang lebih akurat dikarenakan mempertimbangkan exogen tambahan dan mencerminkan pola pergerakan data secara lebih realistis.

4.6.1 Identifikasi Model

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi awal terhadap karakteristik data sebelum membangun model SARIMAX. Salah satu hal utama dalam pemodelan deret

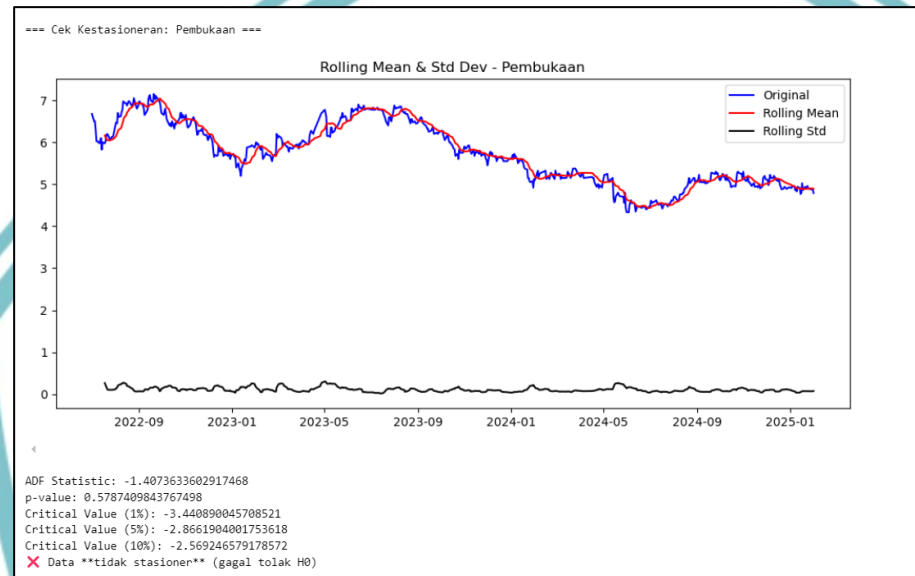


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

waktu adalah data harus bersifat stasioner, yaitu memiliki rata-rata dan variansi yang konstan sepanjang waktu.

Oleh karena itu, dilakukan pengujian kestasioneran terhadap variabel target maupun variabel eksogen menggunakan metode Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test.



Gambar 4.12 Uji stasioneritas SARIMAX

Uji ADF dilakukan terhadap tiga variabel eksogen, yaitu 'Pembukaan', 'Tertinggi', dan 'Terendah'. Selain pengujian statistik, digunakan pula analisis visual melalui rolling mean dan standard deviation untuk mengamati kestabilan nilai rata-rata dan deviasi data.

Hasil uji menunjukkan bahwa semua variabel eksogen memiliki p-value > 0.05, yang berarti gagal menolak hipotesis nol (H_0). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketiga variabel eksogen belum stasioner, sehingga perlu dilakukan transformasi lanjutan seperti *differencing* agar memenuhi asumsi kestasioneran.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```

=== Cek Kestasioneran: Pembukaan (tanpa differencing) ===
ADF Statistic: -1.4073633602917468
p-value: 0.5787409843767498
Critical Value (1%): -3.440890045708521
Critical Value (5%): -2.8661904001753618
Critical Value (10%): -2.569246579178572

=== Cek Kestasioneran: Pembukaan (differencing 1x) ===
ADF Statistic: -26.565972361740165
p-value: 0.0
Critical Value (1%): -3.440890045708521
Critical Value (5%): -2.8661904001753618
Critical Value (10%): -2.569246579178572
✅ Data **stasioner** (differencing 1x)

=== Cek Kestasioneran: Tertinggi (tanpa differencing) ===
ADF Statistic: -1.2450490750211438
p-value: 0.653922933476812
Critical Value (1%): -3.4409070618215996
Critical Value (5%): -2.8661978948030686
Critical Value (10%): -2.569250572471335

=== Cek Kestasioneran: Tertinggi (differencing 1x) ===
ADF Statistic: -18.75443655982027
...
Critical Value (1%): -3.440924132966757
Critical Value (5%): -2.866205413627313
Critical Value (10%): -2.5692545786625383
✅ Data **stasioner** (differencing 1x)

Output is truncated. View as a scrollable element or open in a text editor. Adjust cell output settings...

```

Gambar 4.13 Uji stasioneritas Berhasil

Hasil uji ADF setelah *differencing* 1x menunjukkan bahwa seluruh variabel eksogen telah memenuhi kriteria kestasioneran, ditandai dengan:

- Nilai ADF Statistic yang jauh lebih kecil daripada nilai kritis,
- Nilai p-value < 0.05, sehingga hipotesis nol (data tidak stasioner) ditolak.

Dengan demikian, seluruh variabel eksogen siap digunakan dalam proses pemodelan SARIMAX karena telah memenuhi asumsi kestasioneran setelah transformasi *differencing* satu kali.

4.6.2 Pemilihan Parameter dan Implementasi Model SARIMAX

Pada bagian ini, implementasi model SARIMAX dilakukan dengan mempertimbangkan hari libur nasional sebagai variabel eksogen tambahan dalam proses peramalan harga saham. Hal ini bertujuan agar model tidak melakukan prediksi terhadap harga saham pada tanggal-tanggal yang merupakan hari libur, di mana pasar saham tidak beroperasi.

Terdapat Fungsi *generate_valid_workdays()* dibuat untuk menghasilkan daftar tanggal kerja yang valid, dimulai dari tanggal tertentu. Fungsi ini akan mengecek setiap tanggal apakah termasuk hari kerja (Senin hingga Jumat) dan bukan merupakan hari libur nasional. Jika memenuhi dua kriteria tersebut, maka tanggal tersebut akan dimasukkan ke dalam daftar. Fungsi ini sangat berguna untuk menentukan tanggal-tanggal hasil *forecast* yang relevan secara bisnis.

Selanjutnya, fungsi *forecast_30_days_sarimax()* merupakan fungsi utama yang bertugas melakukan peramalan harga saham selama 30 hari ke depan secara bertahap (*rolling forecasting*). Fungsi ini menerima berbagai parameter, seperti nama kolom target (*value_col*), daftar fitur eksogen (*exog_columns*), serta parameter pemodelan SARIMAX musiman dan non-musiman. Di dalam fungsi ini, terlebih dahulu ditentukan daftar hari libur nasional dari Juli 2024 hingga Januari 2025, lalu ditambahkan ke dalam kolom *is_holiday* pada dataset. Jika kolom ini belum ada dalam daftar fitur eksogen, maka akan ditambahkan secara otomatis.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
# Tampilkan hasil akhir
print(final_forecast_df)
print(f"Forecast dari {forecast_start_date} dengan {len(forecasted)} hari
print(f"Termasuk tanggal: {forecast_dates.min()} sampai {forecast_dates.max()}")

# Simpan ke CSV
final_forecast_df.to_csv("forecast_akhir_saham_sarimax.csv", index=False)
```

```
c:\Users\dyllan\anaconda3\lib\site-packages\statsmodels\base\model.py:
warnings.warn("Maximum Likelihood optimization failed to ")
c:\Users\dyllan\anaconda3\lib\site-packages\statsmodels\base\model.py:
warnings.warn("Maximum Likelihood optimization failed to ")
c:\Users\dyllan\anaconda3\lib\site-packages\statsmodels\base\model.py:
warnings.warn("Maximum Likelihood optimization failed to ")
c:\Users\dyllan\anaconda3\lib\site-packages\statsmodels\base\model.py:
warnings.warn("Maximum Likelihood optimization failed to ")

   Tanggal  Forecast
0  2024-07-01  4.572887
1  2024-07-02  4.526909
2  2024-07-03  4.546037
3  2024-07-04  4.577693
4  2024-07-05  4.569644
..      ...      ...
141 2025-01-21  4.955630
142 2025-01-22  4.949026
143 2025-01-23  4.938142
144 2025-01-24  4.815938
145 2025-01-30  4.841605

[146 rows x 2 columns]
Forecast dari 2024-12-18 00:00:00 dengan 26 hari
Termasuk tanggal: 2024-12-18 00:00:00 sampai 2025-01-30 00:00:00
```

Gambar 4.14 Hasil Prediksi SARIMAX

Pemodelan dilakukan secara *rolling*, di mana pada setiap iterasi, model dilatih menggunakan data historis hingga titik tertentu (*current_window*) dan kemudian digunakan untuk memprediksi 30 hari ke depan. Parameter SARIMAX yang digunakan dalam contoh ini telah ditentukan secara manual berdasarkan hasil tuning sebelumnya, yaitu $(p,d,q) = (2,1,1)$ dan $(P,D,Q,m) = (1,0,1,7)$. Hasil prediksi dari setiap iterasi disimpan dalam list results.

Setelah seluruh prediksi dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah menyusun hasil prediksi menjadi satu *DataFrame* akhir. Dalam proses ini, kode menggunakan kembali daftar hari libur untuk mengecualikan tanggal-tanggal

yang tidak valid dari hasil peramalan. Hanya tanggal kerja yang valid yang digunakan sebagai tanggal forecast. Dengan demikian, hasil prediksi yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan hari operasional bursa saham.

Terakhir, *DataFrame* hasil akhir disimpan dalam file CSV dengan nama `forecast_akhir_saham_sarimax.csv` agar dapat digunakan lebih lanjut untuk keperluan visualisasi maupun evaluasi model. Proses ini memastikan bahwa prediksi yang dihasilkan tidak hanya akurat secara statistik, namun juga relevan secara praktis dalam konteks pasar saham yang tidak beroperasi pada akhir pekan dan hari libur nasional.

4.6.3 Evaluasi Hasil Model SARIMAX

Evaluasi performa model SARIMAX dilakukan untuk mengetahui seberapa baik model dalam memprediksi harga saham pada data observasi yang tersedia. Tiga metrik utama yang digunakan dalam proses evaluasi ini adalah Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai MAE yang diperoleh sebesar 0.086, yang berarti secara rata-rata model melakukan kesalahan sebesar 0.086 satuan dari nilai sebenarnya dalam setiap titik data. Ini menunjukkan bahwa deviasi absolut rata-rata antara nilai aktual dan nilai prediksi relatif kecil.

Sementara itu, nilai RMSE sebesar 0.198 memberikan gambaran tentang besarnya akar dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan prediksi. Nilai RMSE yang juga rendah mengindikasikan bahwa model tidak hanya akurat secara rata-rata, tetapi juga konsisten dalam menghindari prediksi ekstrem yang menyimpang jauh dari nilai sebenarnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 5 Hasil SARIMAX

date	actual_value	forecast_SARIMAX	MAE	MAPE	RMSE
2025-01-08	4.880	4.935	0.06	0.01	0.00304
2025-01-09	4.940	4.908	0.03	0.01	0.00104
2025-01-10	4.910	4.795	0.12	0.02	0.01326
2025-01-13	4.910	4.836	0.07	0.02	0.00555
2025-01-14	4.960	4.915	0.04	0.01	0.00200
2025-01-15	4.900	4.930	0.03	0.01	0.00090
2025-01-16	4.870	4.943	0.07	0.01	0.00527
2025-01-17	4.780	4.938	0.16	0.03	0.02511
2025-01-20	4.800	4.960	0.16	0.03	0.02557
2025-01-21	5.950	4.956	0.99	0.17	0.98877
2025-01-22	5.900	4.949	0.95	0.16	0.90435
2025-01-23	5.875	4.938	0.94	0.16	0.87770
2025-01-24	5.875	4.816	1.06	0.18	1.12161
2025-01-30	5.875	4.842	1.03	0.18	1.06791
			0.086	1.62	0.198

Adapun nilai MAPE yang diperoleh sebesar 1.62%, dan RMSE yang diperoleh sebesar 0.198 yang berarti bahwa secara rata-rata kesalahan prediksi model hanya sebesar 1.62% dari nilai aktual. Nilai MAPE di bawah 1% ini dapat dikategorikan sebagai sangat akurat, karena dalam praktiknya, model dengan MAPE di bawah 10% sudah dianggap cukup baik untuk keperluan peramalan, terlebih dalam konteks data keuangan atau saham yang cenderung fluktuatif.

Dengan hasil evaluasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa model SARIMAX yang dikembangkan pada penelitian ini mampu melakukan prediksi harga saham dengan performa yang sangat baik. Kombinasi antara nilai error yang rendah dan akurasi yang tinggi menjadi indikator bahwa model ini layak diterapkan untuk keperluan prediksi jangka pendek, khususnya untuk peramalan harga saham PT Astra International Tbk pada periode mendatang. Selain itu, keberhasilan model dalam mengakomodasi variabel eksogen serta pengecualian terhadap hari libur nasional turut meningkatkan keandalan hasil prediksi.

Hak Cipta :

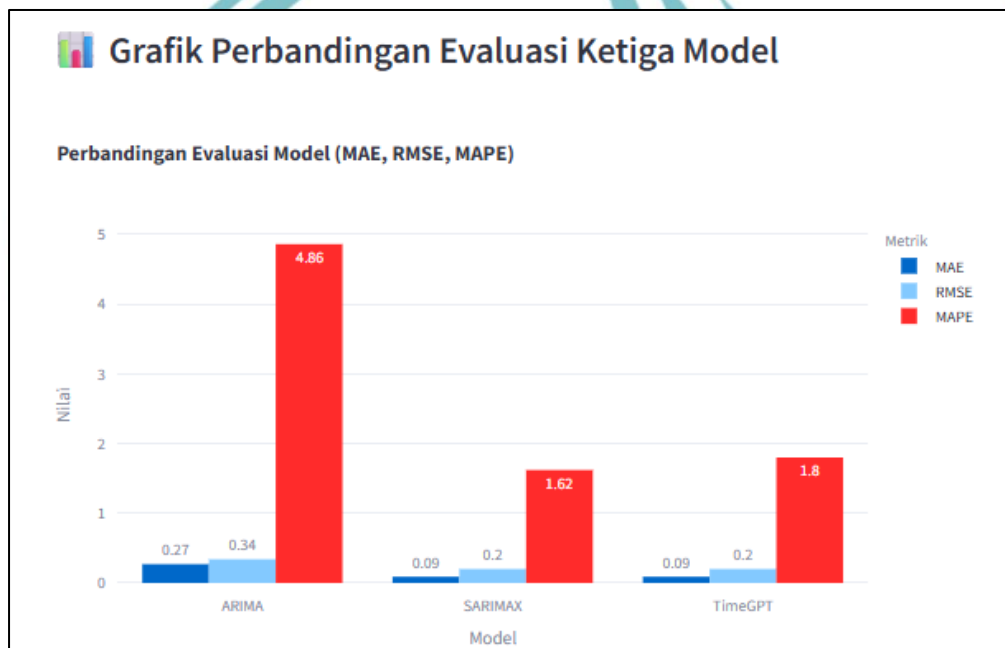
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.7 Hasil Evaluasi TimeGPT, ARIMA dan SARIMAX

Perbandingan hasil prediksi dari ketiga model TimeGPT, SARIMAX, dan ARIMA telah dilakukan terhadap nilai aktual harga saham PT Astra International Tbk selama periode 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025. Evaluasi dilakukan dengan mengukur nilai prediksi harian dari masing-masing model terhadap nilai aktual, yang ditunjukkan melalui kolom Forecast_TimeGPT, Forecast_SARIMAX, dan Forecast_ARIMA.



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Evaluasi Setiap Model

Berdasarkan hasil perhitungan metrik evaluasi, diperoleh bahwa TimeGPT dan SARIMAX memberikan performa prediksi yang sangat baik, dengan nilai MAE masing-masing sebesar 0.09, RMSE sebesar 0.20, dan MAPE sebesar 1.80% untuk TimeGPT serta 1.62% untuk SARIMAX. Sedangkan model ARIMA menghasilkan MAE sebesar 0.27, RMSE sebesar 0.34, dan MAPE sebesar 4.86%, yang menunjukkan bahwa model ini memiliki tingkat kesalahan prediksi yang lebih tinggi dibandingkan dua model lainnya.

Tabel 6 Hasil Evaluasi dari Setiap Model

A	B	C	D	E
date	actual value	Forecast_TimeGPT	Forecast_SARIMAX	Forecast_ARIMA
2024-07-01	4.620	4.420	4.573	4.81
2024-07-02	4.530	4.496	4.527	4.80
2024-07-03	4.570	4.489	4.546	4.79
2024-07-04	4.550	4.584	4.578	4.79
2024-07-05	4.580	4.567	4.570	4.80
2024-07-08	4.640	4.655	4.591	4.81
2024-07-09	4.560	4.598	4.546	4.81
2024-07-10	4.540	4.515	4.529	4.79
2024-07-11	4.510	4.450	4.546	4.79
2024-07-12	4.540	4.456	4.545	4.80
2024-07-15	4.470	4.452	4.480	4.81
2024-07-16	4.380	4.451	4.401	4.81
2024-07-17	4.460	4.417	4.428	4.79
2024-07-18	4.540	4.432	4.503	4.79
2024-07-19	4.530	4.579	4.501	4.79
2024-07-22	4.520	4.546	4.498	4.81

Sebagai ilustrasi, pada tanggal 1 Juli 2024, nilai aktual saham tercatat sebesar 4.620. Model TimeGPT memprediksi sebesar 4.420, SARIMAX memprediksi 4.573, dan ARIMA memprediksi 4.810. Pada tanggal 2 Juli 2024, nilai aktual sebesar 4.530, sedangkan prediksi TimeGPT adalah 4.496, SARIMAX sebesar 4.527, dan ARIMA sebesar 4.800. Dari kedua contoh ini terlihat bahwa model SARIMAX menghasilkan prediksi yang paling mendekati nilai aktual, diikuti oleh TimeGPT, sedangkan ARIMA menunjukkan prediksi yang lebih jauh dari nilai aktual.

```
# 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}")

✓ 0.0s

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 4.16 Hasil t-test model

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara hasil prediksi ketiga model (ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT), dilakukan pengujian menggunakan uji t berpasangan (paired t-test). Uji ini digunakan untuk membandingkan dua kelompok nilai prediksi dari model yang diuji terhadap nilai aktual, guna mengetahui apakah rata-rata kesalahan prediksi antar model berbeda secara signifikan..

Interpretasi:

1. SARIMAX vs ARIMA

- Nilai t negatif besar (-16.89) dan p-value sangat kecil (0.0000) menunjukkan bahwa perbedaan performa antara SARIMAX dan ARIMA sangat signifikan secara statistik.
- Dengan kata lain, SARIMAX secara signifikan memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan ARIMA.

2. TimeGPT vs ARIMA

- Hasil yang serupa, dengan nilai t -16.15 dan p-value 0.0000, juga menunjukkan bahwa TimeGPT memiliki performa prediksi yang jauh lebih baik dibandingkan ARIMA.
- Ini menunjukkan bahwa model generatif seperti TimeGPT mampu mengenali pola dengan lebih kompleks dibandingkan model klasik ARIMA.

3. TimeGPT vs SARIMAX

- Pada pengujian ini, nilai t sebesar 2.5520 dan p-value 0.0117 masih lebih kecil dari ambang signifikansi 0.05, sehingga perbedaan keduanya juga signifikan secara statistik.

- o Karena nilai t positif, maka secara rata-rata, SARIMAX memberikan hasil prediksi yang sedikit lebih akurat dibandingkan TimeGPT pada dataset ini.

Hasil uji t -test menunjukkan bahwa ketiga model memiliki perbedaan performa yang signifikan. Baik SARIMAX maupun TimeGPT secara statistik mengungguli ARIMA. Sementara itu, antara SARIMAX dan TimeGPT, SARIMAX menunjukkan keunggulan kecil namun signifikan secara statistik. Oleh karena itu, SARIMAX dapat direkomendasikan sebagai model utama dalam studi ini, sementara TimeGPT dapat digunakan sebagai pelengkap karena fleksibilitasnya dalam menangani data jangka panjang dan variabel eksogen.

4.8 Hasil Pengujian

Pengujian pada pola jangka panjang dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan masing-masing model dalam melakukan prediksi harga saham dari tanggal 31 Desember 2024 hingga 31 Desember 2025. Berbeda dengan evaluasi sebelumnya pada periode prediksi 1 Juli 2024 hingga 30 Januari 2025 yang memiliki data aktual untuk perbandingan, pada pengujian ini tidak tersedia nilai aktual sebagai acuan. Oleh karena itu, penilaian difokuskan pada pola dan variasi hasil prediksi dari masing-masing model.

4.8.2 SARIMAX

Model SARIMAX menunjukkan keterbatasan dalam menangkap pola jangka panjang. Hasil prediksi dari model ini cenderung datar dan konsisten berada di kisaran nilai yang relatif tetap, yaitu sekitar 4.900. Hal ini menandakan bahwa SARIMAX lebih cocok untuk prediksi jangka pendek hingga menengah, di mana pola musiman dan tren historis masih dapat dimanfaatkan secara optimal. Namun, untuk jangka panjang, ketergantungan terhadap pola masa lalu menyebabkan prediksi menjadi kurang dinamis dan tidak mencerminkan kemungkinan variasi pasar di masa depan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.8.3 TimeGPT

Berbeda dengan SARIMAX, model TimeGPT memberikan hasil prediksi yang lebih variatif dan realistis dalam pola jangka panjang. Prediksi yang dihasilkan model ini menunjukkan adanya fluktuasi dan tren yang berubah dari waktu ke waktu, yang secara umum mencerminkan karakteristik pergerakan harga saham yang lebih dinamis. Meskipun tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan data aktual, hasil ini menunjukkan bahwa TimeGPT memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik terhadap data-data masa depan yang belum pernah dilihat sebelumnya, menjadikannya sebagai model yang lebih potensial untuk kebutuhan prediksi jangka panjang.

4.9 Deployment

4.9.1 Halaman Login

Halaman ini adalah gerbang utama untuk mengakses aplikasi. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang terautentikasi yang dapat melihat data dan hasil peramalan, sehingga menjaga keamanan dan eksklusivitas data.

Gambar 4.17 User Interface Login

Komponen utama pada halaman ini meliputi:

- Judul Halaman: Teks "*Login*" sebagai penanda utama halaman.

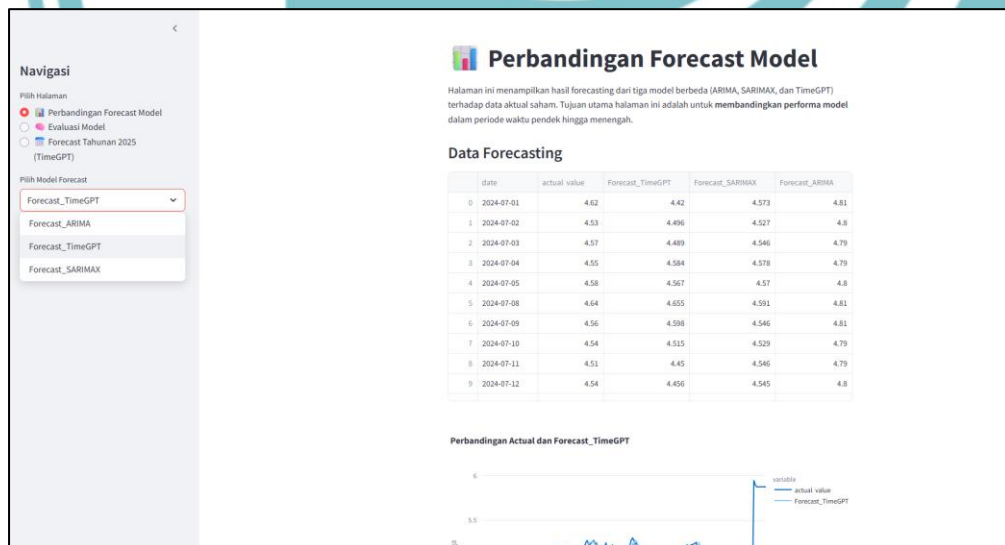
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- Input *Username*: Sebuah kolom teks bagi pengguna untuk memasukkan nama pengguna mereka.
- Input *Password*: Sebuah kolom teks yang disamarkan (tipe *password*) untuk menjaga kerahasiaan saat pengguna memasukkan kata sandi.
- Tombol "*Login*": Tombol yang ketika ditekan akan memvalidasi kredensial yang dimasukkan. Jika valid, pengguna akan diarahkan ke Halaman Utama. Jika tidak, sebuah pesan kesalahan akan muncul.

4.9.2 Halaman Utama

Setelah berhasil *login*, pengguna akan diarahkan ke Halaman Utama. Halaman ini merupakan inti dari aplikasi, tempat semua informasi dan visualisasi disajikan. Halaman ini terbagi menjadi dua area utama: Sidebar Navigasi untuk memilih halaman Perbandingan *Forecast Model*, Evaluasi model dan Forecast Tahunan 2025



Gambar 4.18 *User Interface* Halaman Utama Hasil *Forecasting*

Di sisi kiri layar, terdapat *Sidebar* Navigasi yang berfungsi sebagai panel kontrol utama aplikasi. Panel ini diawali dengan judul "Navigasi" untuk menandai fungsinya. Di dalamnya, terdapat menu *dropdown* untuk "Pilih Model *Forecast*" yang memungkinkan pengguna untuk memilih model peramalan yang ingin dianalisis, seperti *Forecast ARIMA*, *Forecast Sarimax*

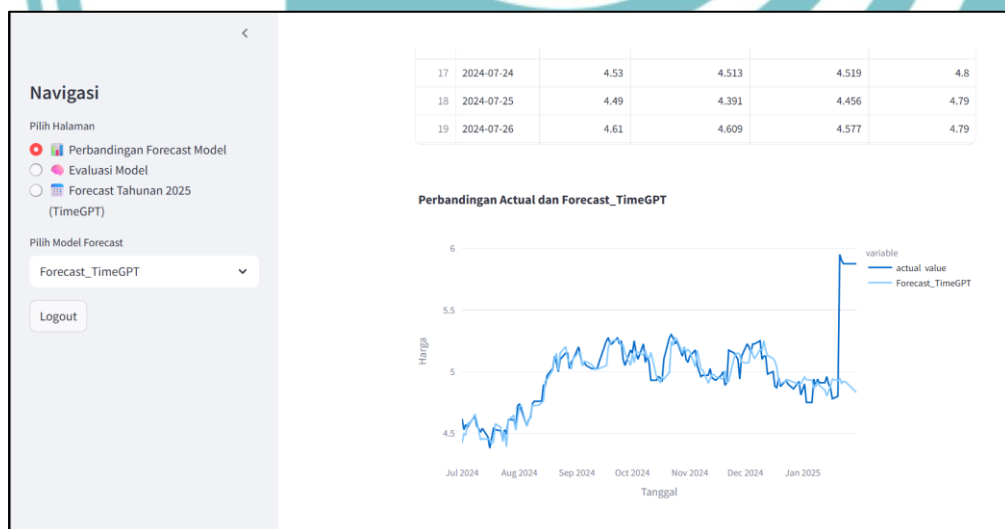
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dan *Forecast TimeGPT* Selain itu, pada *sidebar* ini juga tersedia tombol "*Logout*" yang berfungsi untuk mengakhiri sesi pengguna dan mengembalikannya ke Halaman *Login* yang aman.

Area Konten Utama adalah tempat semua informasi dan hasil analisis disajikan kepada pengguna. Bagian ini dibuka dengan judul "*Hasil Forecasting Saham*" yang menegaskan topik analisis. Di bawahnya, disajikan sebuah tabel data interaktif (*dataframe*) yang menampilkan keseluruhan data mentah, mencakup kolom tanggal, nilai saham aktual (*actual_value*), serta nilai-nilai hasil peramalan dari semua model secara tabular.

Grafik ini secara visual membandingkan pergerakan data aktual terhadap data peramalan dari model yang telah dipilih pengguna melalui *sidebar*, lengkap dengan fitur interaktif seperti *zoom*, *pan*, dan menampilkan detail nilai saat kursor diarahkan ke titik data.



Gambar 4.19 *User Interface* Halaman Utama Evaluasi Model

Halaman ini bertujuan untuk menampilkan hasil evaluasi performa dari masing-masing model *forecasting* yang digunakan, yaitu ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dari setiap model terhadap data aktual menggunakan tiga metrik utama, yaitu MAE (Mean Absolute Error), RMSE (Root Mean Squared Error), dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error). MAE menunjukkan rata-rata selisih absolut antara

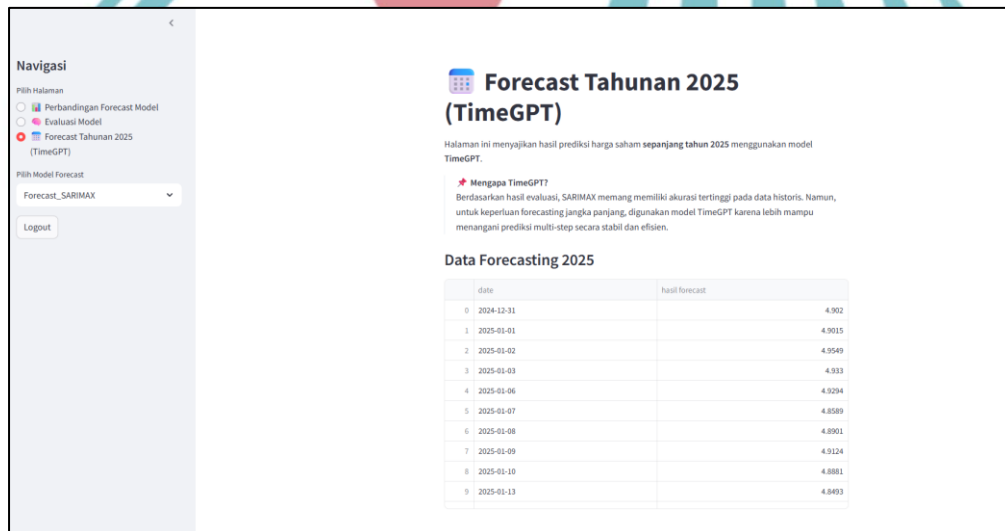


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

nilai aktual dan nilai prediksi, RMSE memberikan gambaran seberapa besar kesalahan model dengan menekankan penalti lebih besar pada kesalahan besar, sedangkan MAPE mengukur seberapa besar kesalahan dalam bentuk persentase terhadap nilai aktual. Melalui evaluasi ini, pengguna dapat memahami tingkat akurasi dan reliabilitas masing-masing model dalam memprediksi harga saham.

Penjelasan dan interpretasi untuk setiap model ditampilkan berdasarkan hasil metrik evaluasi tersebut, sehingga dapat membantu dalam menentukan model yang paling sesuai dengan karakteristik data.



Gambar 4.20 User Interface Halaman Forecast Tahunan 2025

4.10 Hasil *User Acceptance Testing* (UAT)

Tabel di bawah ini menunjukkan hasil responden kuesioner UAT yang telah disebar di PT Astra International Tbk sebanyak 11 Responden dan telah diberikan akses secara langsung menggunakan sistem yang telah dirancang untuk mengetahui kinerja dari sistem ataupun model tersebut.

Tabel 7 Hasil Responden User Acceptance Testing (UAT)

No	Pernyataan	Jawaban					Jumlah
		STS	TS	RR	S	SS	
		1	2	3	4	5	
1	Penerapan sistem forecasting sangat bermanfaat dalam mengetahui prediksi harga saham				2	9	11
2	Hasil Prediksi pada model sudah sesuai dengan harapan pengguna				5	6	11
3	Fungsi Login berjalan dengan baik				1	10	11
4	Saya pikir saya ingin menggunakan sistem ini untuk mengetahui hasil dari setiap model				3	8	11
5	Fitur dashboard berjalan dengan baik				2	9	11
6	Sistem dapat menampilkan data				3	8	11

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

No	Pernyataan	Jawaban					Jumlah
		STS	TS	RR	S	SS	
		1	2	3	4	5	
	atau hasil forecasting yang sesuai						
7	Fitur dan halaman sistem yang saya akses berfungsi dengan baik				1	10	11
8	Pemilihan model yang akan digunakan (ARIMA, SARIMAX, atau TimeGPT) dapat dilakukan dengan mudah.				3	8	11
9	Grafik perbandingan antara data aktual dengan hasil forecasting dari ketiga model membantu saya memahami performa masing-masing model.				4	7	11
10	Sistem ini berhasil mencapai tujuannya dan menghasilkan hasil yang baik, yaitu menganalisa dan membandingkan model ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT			1	2	8	11

4.10.1 Analisis Hasil User Acceptance Testing (UAT)

Berdasarkan hasil pengujian UAT pada tabel 4.1 melibatkan sebanyak 11 responden. Analisis data UAT dari kuesioner dilakukan dengan memberikan bobot pada setiap pilihan jawaban. Total bobot nilai responden untuk setiap pernyataan dihitung dengan mengalikan jumlah responden dan bobot nilai dari jawaban yang dipilih, terlampir pada tabel. Berikut ini merupakan rumus perhitungan nilai rata-rata dari hasil pengujian UAT.

$$\text{Nilai Rata-rata} = \frac{\text{Total bobot nilai responden}}{\text{Total Responden}}$$

(Abraham dan Ismail, 2021)

Setelah mengetahui nilai rata-rata dari pengujian UAT dan bobot maximum merupakan bobot terbesar dari pilihan jawaban kuesioner, di bawah ini merupakan rumus untuk memperoleh nilai persentase hasil evaluasi pernyataan UAT.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Nilai Rata-rata}}{\text{Bobot Maximum}} \times 100\%$$

(Abraham dan Ismail, 2021)

Di bawah ini merupakan tabel yang menunjukkan hasil nilai rata-rata dan persentase dari pernyataan kuesioner.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 8 Analisis Hasil Responden UAT

No	Pernyataan	Nilai Rata-rata	Persentase
1	Penerapan sistem forecasting sangat bermanfaat dalam mengetahui prediksi harga saham	$\frac{(2 \times 4) + (9 \times 5)}{11}$ $= \frac{53}{11} = 4,81$	$\frac{4,81}{5} \times 100\%$ $= 96,2\%$
2	Hasil Prediksi pada model sudah sesuai dengan harapan pengguna	$\frac{(5 \times 4) + (6 \times 5)}{11}$ $= \frac{50}{11} = 4,54$	$\frac{4,54}{5} \times 100\%$ $= 90,8\%$
3	Fungsi Login berjalan dengan baik	$\frac{(1 \times 4) + (10 \times 5)}{11}$ $= \frac{54}{11} = 4,90$	$\frac{4,90}{5} \times 100\%$ $= 98\%$
4	Saya pikir saya ingin menggunakan sistem ini untuk mengetahui hasil dari setiap model	$\frac{(3 \times 4) + (8 \times 5)}{11}$ $= \frac{52}{11} = 4,72$	$\frac{4,72}{5} \times 100\%$ $= 94,4\%$
5	Fitur dashboard berjalan dengan baik	$\frac{(2 \times 4) + (9 \times 5)}{11}$ $= \frac{53}{11} = 4,81$	$\frac{4,81}{5} \times 100\%$ $= 96,2\%$
6	Sistem dapat menampilkan data atau hasil forecasting yang sesuai	$\frac{(3 \times 4) + (8 \times 5)}{11}$ $= \frac{52}{11} = 4,72$	$\frac{4,72}{5} \times 100\%$ $= 94,4\%$
7	Fitur dan halaman sistem yang saya akses berfungsi dengan baik	$\frac{(1 \times 4) + (10 \times 5)}{11}$ $= \frac{54}{11} = 4,90$	$\frac{4,90}{5} \times 100\%$ $= 98\%$
8	Pemilihan model yang akan	$\frac{(3 \times 4) + (8 \times 5)}{11}$	$\frac{4,72}{5} \times 100\%$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

No	Pernyataan	Nilai Rata-rata	Persentase
	digunakan (ARIMA, SARIMAX, atau TimeGPT) dapat dilakukan dengan mudah.	$= \frac{52}{11} = 4,72$	$= 94,4\%$
9	Grafik perbandingan antara data aktual dengan hasil forecasting dari ketiga model membantu saya memahami performa masing-masing model.	$\frac{(4 \times 4) + (7 \times 5)}{11} = \frac{51}{11} = 4,63$	$\frac{4,63}{5} \times 100\% = 92,6\%$
10	Sistem ini berhasil mencapai tujuannya dan menghasilkan hasil yang baik, yaitu menganalisa dan membandingkan model ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT	$\frac{(1 \times 3) + (2 \times 4) + (8 \times 5)}{11} = \frac{51}{11} = 4,63$	$\frac{4,63}{5} \times 100\% = 92,6\%$

Tabel 9 Persentase Kriteria Penilaian

Persentase	Kriteria
0% - 20%	Sangat Kurang Baik
21% - 40%	Kurang Baik
41% - 60%	Cukup Baik
61% - 80%	Baik
81% - 100%	Sangat Baik

(Abraham dan Ismail, 2021)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

a. Analisis Pernyataan Pertama

Pernyataan mengenai manfaat sistem *forecasting* dalam mengetahui prediksi harga saham memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,81 dengan persentase 96,2%. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas pengguna merasakan manfaat yang signifikan dari sistem dalam membantu mereka memahami prediksi harga saham.

b. Analisis Pernyataan Kedua

Pernyataan bahwa hasil prediksi pada model sudah sesuai dengan harapan pengguna mendapatkan nilai rata-rata 4,54 dan persentase 90,8%. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna merasa puas dengan hasil prediksi yang diberikan oleh sistem, meskipun masih ada ruang untuk peningkatan akurasi atau penyajian hasil.

c. Analisis Pernyataan Ketiga

Pernyataan mengenai fungsi *login* yang berjalan dengan baik memperoleh nilai rata-rata 4,90 dan persentase 98%. Nilai ini termasuk sangat tinggi, menunjukkan bahwa fitur *login* telah berfungsi secara optimal dan memberikan pengalaman pengguna yang baik tanpa kendala teknis yang berarti.

d. Analisis Pernyataan Keempat

Pernyataan terkait keinginan pengguna untuk menggunakan sistem dalam mengetahui hasil dari setiap model mendapatkan nilai rata-rata 4,72 dan persentase 94,4%. Ini menunjukkan bahwa sistem dianggap menarik dan relevan oleh pengguna, sehingga mendorong mereka untuk menggunakannya kembali di masa mendatang.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

e. Analisis Pernyataan Kelima

Fitur dashboard yang berjalan dengan baik mendapatkan nilai rata-rata 4,81 dan persentase 96,2%. Hal ini menunjukkan bahwa tampilan dan fungsi dashboard sangat membantu pengguna dalam menavigasi dan memahami informasi yang ditampilkan oleh sistem.

f. Analisis Pernyataan Keenam

Kemampuan sistem dalam menampilkan data atau hasil *forecasting* yang sesuai memperoleh nilai rata-rata 4,72 dan persentase 94,4%. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu menyajikan hasil prediksi secara akurat dan informatif sesuai dengan ekspektasi pengguna.

g. Analisis Pernyataan Ketujuh

Pernyataan mengenai fitur dan halaman sistem yang dapat diakses serta berfungsi dengan baik mendapat nilai rata-rata 4,90 dan persentase 98%. Ini mengindikasikan bahwa dari sisi teknis dan antarmuka, sistem sangat stabil dan dapat digunakan dengan lancar oleh seluruh responden.

h. Analisis Pernyataan Kedelapan

Kemudahan dalam memilih model seperti ARIMA, SARIMAX, atau TimeGPT mendapat nilai rata-rata 4,72 dan persentase 94,4%. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna merasa sistem telah memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam menentukan model yang ingin mereka gunakan.

i. Analisis Pernyataan Kesembilan

Pernyataan mengenai bantuan dari grafik perbandingan antara data aktual dan hasil *forecasting* memperoleh nilai rata-rata 4,63 dan persentase 92,6%. Ini menunjukkan bahwa visualisasi

yang disediakan dalam sistem cukup membantu pengguna dalam memahami performa masing-masing model prediksi.

j. Analisis Pernyataan Kesepuluh

Pernyataan bahwa sistem berhasil mencapai tujuannya dalam menganalisa dan membandingkan model ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT mendapatkan nilai rata-rata 4,63 dengan persentase 92,6%. Ini mencerminkan bahwa pengguna secara umum mengakui keberhasilan sistem dalam memenuhi tujuan utamanya, meskipun penyempurnaan pada penyampaian hasil analisis mungkin masih bisa ditingkatkan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja dari tiga model peramalan *time series*, yaitu ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT, dalam melakukan *forecasting* harga saham PT Astra International Tbk (ASII). Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi akurasi menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Model SARIMAX menunjukkan kinerja terbaik dan paling seimbang. Dengan Parameter (1,0,1,7). perolehan nilai MAPE sebesar 1.62%, model ini memiliki tingkat akurasi persentase tertinggi. Kinerjanya juga didukung oleh nilai MAE (0.086) dan RMSE (0.198) yang sangat rendah, mengindikasikan bahwa model ini secara konsisten menghasilkan prediksi dengan tingkat kesalahan yang minimal, baik secara absolut maupun presentase.
2. Model TimeGPT menunjukkan akurasi persentase yang sangat baik namun sensitif terhadap beberapa kesalahan besar. Model ini menghasilkan nilai MAPE 1.80% dengan horizon 1 hari dan nilai MAPE 1.81% dengan horizon 7 hari, menempatkannya sebagai model dengan akurasi terbaik kedua dari sisi persentase. Namun, model ini mencatatkan nilai MAE (0.094) dan RMSE (0.201) yang paling tinggi di antara ketiga model. Hal ini menandakan bahwa meskipun secara umum akurat, terdapat beberapa titik prediksi di mana TimeGPT menghasilkan kesalahan absolut yang cukup besar (*outlier*), yang kemudian menaikkan nilai rata-rata kesalahan absolutnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3. Model ARIMA menunjukkan hasil dengan kesalahan absolut terendah namun persentase kesalahan tertinggi. Model ARIMA menunjukkan hasil (2,1,1). Model ini berhasil mencatatkan nilai MAE (0.024) dan RMSE (0.272) yang paling rendah, menandakan deviasi absolut rata-rata dari nilai sebenarnya sangat kecil. Akan tetapi, model ini memiliki nilai MAPE tertinggi (4.86%). Situasi ini mengimplikasikan bahwa meskipun selisih absolut prediksinya sangat kecil, selisih tersebut menjadi signifikan jika dibandingkan secara proporsional terhadap nilai aktual harga saham.

Secara keseluruhan, meskipun setiap model menunjukkan karakteristik keunggulannya masing-masing, dapat disimpulkan bahwa model SARIMAX adalah model yang paling unggul secara keseluruhan untuk studi kasus peramalan saham PT Astra International Tbk. Hal ini berarti perusahaan ataupun investor dapat menggunakan model SARIMAX untuk memprediksi harga saham jangka pendek dengan kepercayaan lebih tinggi, sehingga keputusan seperti kapan melakukan *buyback* dapat dibuat dengan data-driven. Sebaliknya, model TimeGPT meski akurat rata-rata, karena potensi *outlier*, lebih cocok sebagai pendukung analisis daripada satu-satunya acuan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang membandingkan kinerja model ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT dalam melakukan peramalan harga saham PT Astra International Tbk (ASII), terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya. Pertama, perlu dilakukan eksplorasi lebih mendalam terhadap parameter dan *hyperparameter* dari masing-masing model. Misalnya, pemilihan `order` dan `seasonal_order` pada model ARIMA/SARIMAX, serta `finetune_steps` dan `finetune_depth` pada model TimeGPT, yang berpotensi memberikan peningkatan akurasi jika disesuaikan secara optimal. Kedua, penelitian lanjutan disarankan untuk menambahkan variabel eksogen lainnya yang relevan, seperti volume transaksi, indikator teknikal (misalnya RSI, MACD), atau bahkan data sentimen dari berita keuangan, yang dapat memberikan gambaran lebih kaya dalam proses prediksi

DAFTAR PUSTAKA

- Chyan, P., Arni, S., Sofyan, M., Thayf, S., Puspasari, I., Fitri, A., Masruriyah, N., Siregar, A. M., Andisana, S., Widyastuti, R., Akhriza, T. M., Anwar, K., Rahayu, W., Handayani, V. A., & Abdal, N. M. (2024). *Pengantar Machine Learning*.
- Garza, A., Challu, C., & Mergenthaler-Canseco, M. (2023). *TimeGPT-1*. <http://arxiv.org/abs/2310.03589>
- Kolambe, M., & Arora, S. (2024). Forecasting the Future: A Comprehensive Review of Time Series Prediction Techniques. In *J. Electrical Systems* (Vol. 20, Issue 2).
- Kurniawan, J. D., Parhusip, H. A., & Trihandaru, S. (2024). Predictive Performance Evaluation of ARIMA and Hybrid ARIMA-LSTM Models for Particulate Matter Concentration. *Jurnal Online Informatika*, 9(2), 259–268. <https://doi.org/10.15575/join.v9i2.1318>
- Kwarteng, S., & Andreevich, P. (2024). Comparative Analysis of ARIMA, SARIMAX and Prophet Model in Forecasting. *Research & Development*, 5(4), 110–120. <https://doi.org/10.11648/j.rd.20240504.13>
- Putro, E. A. N., Rimawati, E., & Vlandari, R. T. (2021). Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v9i1.548>
- Riziq sirfatullah Alfarizi, M., Zidan Al-farish, M., Taufiqurrahman, M., Ardiansah, G., & Elgar, M. (2023). PENGGUNAAN PYTHON SEBAGAI BAHASA PEMROGRAMAN UNTUK MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING. In *Karimah Tauhid* (Vol. 2, Issue 1).
- Xie, Y. (2023). Stock Price Forecasting: Traditional Statistical Methods and Deep Learning Methods. In *Business, Economics and Management GEFHR* (Vol. 2023).
- Yulianti, R., Tri Amanda, N., Notodiputro, K. A., Angraini, Y., Nissa, L., Mualifah, A., Yulianti, R., Amanda, N. T., Notodiputro, K. A., Angraini, Y., & Mualifah, L. N. A. (2025). COMPARISON OF SARIMA DAN SARIMAX METHODS FOR FORECASTING HARVESTED BAREKENG:
- Alfian, M., Sadewa, B., Gubu, L., Pimpi, L., Matematika, J., Matematika, F., & Pengetahuan, I. (2024). Peramalan Harga Saham PT. Bank Central Asia, Tbk Menggunakan Metode ARIMA. *Jurnal Derivat*, 11(1).
- Tri Wulandari, R. D., Nurmalitasari, N., & Permatasari, H. (2024). PREDIKSI HARGA SAHAM PT BANK CENTRAL ASIA TBK DENGAN

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

MENGGUNAKAN ALGORITMA AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA). *Infotech: Journal of Technology Information*, 10(2), 173–178. <https://doi.org/10.37365/jti.v10i2.278>

Arinda Maulidya, G., Satyahadewi, N., & Miftahul Huda, ainul. (2024). *Analisis Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dengan Intervensi Double Input pada Prediksi Harga Saham*. <https://doi.org/10.13057/ijas.v7i1.85299>

Gempati, A., Faisal Agymnastiar Rahmad Fradani, Rayya Malik Ibrahim, Tenry Kusuma Astuti, & Yusuf Riyan Prasetyo. (2025). PERAMALAN DATA IHSG 2021-2025 DI INDONESIA DENGAN TIME SERIES MODELING AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA). *JURNAL ILMIAH EKONOMI DAN MANAJEMEN*, 3(5), 225–234. <https://doi.org/10.61722/jiem.v3i5.4650>

Pekka Koponen, Jussi Ikäheimo, Juha Koskela, Christina Brester, & Harri Niska. (2020). *Assessing and Comparing Short Term Load Forecasting Performance*. <https://doi.org/10.3390/en13082054>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Lahir di Jakarta, 21 Oktober 2003. Anak pertama dari empat bersaudara. Lulus dari SD Nasional Satu pada tahun 2015, SMP Nasional Satu pada tahun 2018, SMAN 113 Jakarta pada tahun 2021. Saat ini sedang menempuh pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Informatika di Politeknik Negeri Jakarta.

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Presentasi User



Kegiatan ini dilakukan Pada Jumat, 23 Mei 2025 sebagai bagian dari validasi hasil pemodelan yang telah dibuat. Penulis memaparkan hasil *Forecasting* harga saham PT Astra International Tbk kepada pihak user *Corporate Planning* dan Team Data Scientist, yang terdiri dari perwakilan tim terkait di perusahaan.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pemaparan mencakup metode yang digunakan (ARIMA, SARIMAX, dan TimeGPT), hasil prediksi, serta perbandingan akurasi antar model.

Diskusi dilakukan dengan user untuk memberikan saran terkait model yang telah digunakan serta potensi implementasi hasil forecasting dalam pengambilan keputusan bisnis.

Lampiran 2 Wawancara Intial Requirements



Berikut merupakan dokumentasi hasil wawancara yang telah dilakukan dengan Bapak Raihan Nugroho Jauhari, selaku Team Lead Data Scientist PT Astra International Tbk, pada hari Rabu, 22 Januari 2025. Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam terkait penggunaan teknologi Machine Learning dalam prediksi harga saham, tantangan yang dihadapi perusahaan, serta harapan terhadap implementasi model prediktif seperti ARIMA dan TimeGPT.

Minutes of Meeting (MoM):

Hari & Tanggal	Rabu, 22 Januari 2025
Tempat	Head Office PT Astra International Tbk
Topik Diskusi	• Potensi pengembangan model time series forecasting untuk mendukung kebutuhan internal perusahaan. • Manfaat prediksi harga saham berbasis Machine Learning bagi investor. • Eksplorasi penggunaan model ARIMA dan TimeGPT untuk meningkatkan akurasi prediksi.
Poin Penting	• Saat ini, perusahaan belum memiliki pengembangan khusus untuk model time series forecasting dalam kebutuhan internal. • Model <i>Machine Learning</i> dipandang dapat memberikan manfaat signifikan bagi investor, seperti memprediksi pola kenaikan dan penurunan harga saham secara harian, sehingga membantu pengambilan keputusan. • Jika model berhasil dikembangkan dengan baik, dapat dimanfaatkan juga untuk kebutuhan internal perusahaan, seperti menentukan waktu optimal untuk buyback saham. • TimeGPT dinilai sebagai salah satu model yang cukup canggih, karena mampu menangkap pola kompleks pada data time series dengan tingkat akurasi tinggi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Kesimpulan dan Rencana Tindak Lanjut	• Prediksi berbasis <i>Machine Learning</i> dapat memberikan manfaat besar, terutama bagi para investor. Saham memiliki pola fluktuasi setiap harinya—naik atau turun. Dengan adanya model prediktif berbasis Machine Learning, investor akan sangat terbantu dalam mengambil keputusan, karena mereka bisa mendapatkan gambaran lebih jelas mengenai pergerakan harga saham di masa depan. Selain itu, jika model yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang baik, model ini juga dapat diadopsi untuk kebutuhan internal perusahaan, seperti menentukan waktu yang tepat untuk melakukan buyback saham atau strategi lainnya. • Perusahaan mengharapkan bahwa alat prediksi berbasis Machine Learning dapat memberikan akurasi yang tinggi serta efisiensi dalam memproses data besar dan kompleks. Khususnya, penggunaan model seperti ARIMA dan TimeGPT: 1. ARIMA adalah model statistik yang andal untuk data time series dengan pola musiman atau tren yang stabil. 2. TimeGPT, di sisi lain, merupakan model yang lebih canggih karena berbasis teknologi generative AI dan dapat menangkap pola yang lebih kompleks dalam data time series. TimeGPT mampu menghasilkan prediksi yang presisi dan
--------------------------------------	---

	adaptif terhadap perubahan pola data, menjadikannya pilihan yang ideal untuk memprediksi harga saham dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan kedua metode ini, perusahaan berharap dapat mengoptimalkan strategi bisnis dan memberikan keunggulan kompetitif di pasar.
--	---



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

