

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang diambil dari *website* resmi *Yahoo Finance* dengan *library yfinance* mulai tanggal 31 Oktober 2019 hingga 31 Oktober 2024 terdiri dari 1212 data dengan 7 kolom berupa *Date*, *Adj Close*, *Close*, *High*, *Low*, *Open*, dan *Volume* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Unduhan Data Historis Harga Saham ASII.JK

<i>Date</i>	<i>Adj Close</i>	<i>Close</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Open</i>	<i>Volume</i>
2019-10-31	5092.718750	6950.0	6975.0	6825.0	6950.0	26502100
2019-11-01	4982.804199	6800.0	6975.0	6725.0	6975.0	17213000
2019-11-04	4909.528320	6700.0	6825.0	6700.0	6800.0	19339100
2019-11-05	5056.080078	6900.0	6950.0	6750.0	6775.0	42041800
2019-11-06	5019.442871	6850.0	6975.0	6825.0	6975.0	29565500
...
2024-10-24	5275.000000	5275.0	5300.0	5200.0	5300.0	50777100
2024-10-25	5225.000000	5225.0	5275.0	5200.0	5275.0	27247500
2024-10-28	5250.000000	5250.0	5250.0	5125.0	5250.0	40165900
2024-10-29	5125.000000	5125.0	5250.0	5125.0	5250.0	45247600
2024-10-30	5200.000000	5200.0	5200.0	5050.0	5125.0	33200300

Karena penelitian hanya berfokus pada variabel *Close*, *High*, *Low*, *Open*, dan *Volume*, maka kolom *Adj Close* tidak akan disertakan dalam proses pemodelan. Kolom *Adj Close* dihapus untuk menyederhanakan data serta menghindari duplikasi informasi, karena kolom *Close* sendiri sudah mencerminkan harga penutupan aktual dari saham ASII.JK. Data setelah dilakukan penghapusan kolom *Adj Close* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Historis Harga Saham ASII.JK setelah *Adj Close* Dihapus

<i>Date</i>	<i>Close</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Open</i>	<i>Volume</i>
2019-10-31	6950.0	6975.0	6825.0	6950.0	26502100
2019-11-01	6800.0	6975.0	6725.0	6975.0	17213000
2019-11-04	6700.0	6825.0	6700.0	6800.0	19339100
2019-11-05	6900.0	6950.0	6750.0	6775.0	42041800
2019-11-06	6850.0	6975.0	6825.0	6975.0	29565500
...
2024-10-24	5275.0	5300.0	5200.0	5300.0	50777100
2024-10-25	5225.0	5275.0	5200.0	5275.0	27247500
2024-10-28	5250.0	5250.0	5125.0	5250.0	40165900
2024-10-29	5125.0	5250.0	5125.0	5250.0	45247600
2024-10-30	5200.0	5200.0	5050.0	5125.0	33200300

4.2 Exploratory Data Analysis (EDA)

4.2.1 Ringkasan Statistik

Perhitungan ringkasan statistik data saham ASII.JK yang mencakup jumlah data, rata-rata, minimum, maksimum, standar deviasi, dan nilai Q1, Q2, dan Q3 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Ringkasan Statistik Data Saham ASII.JK

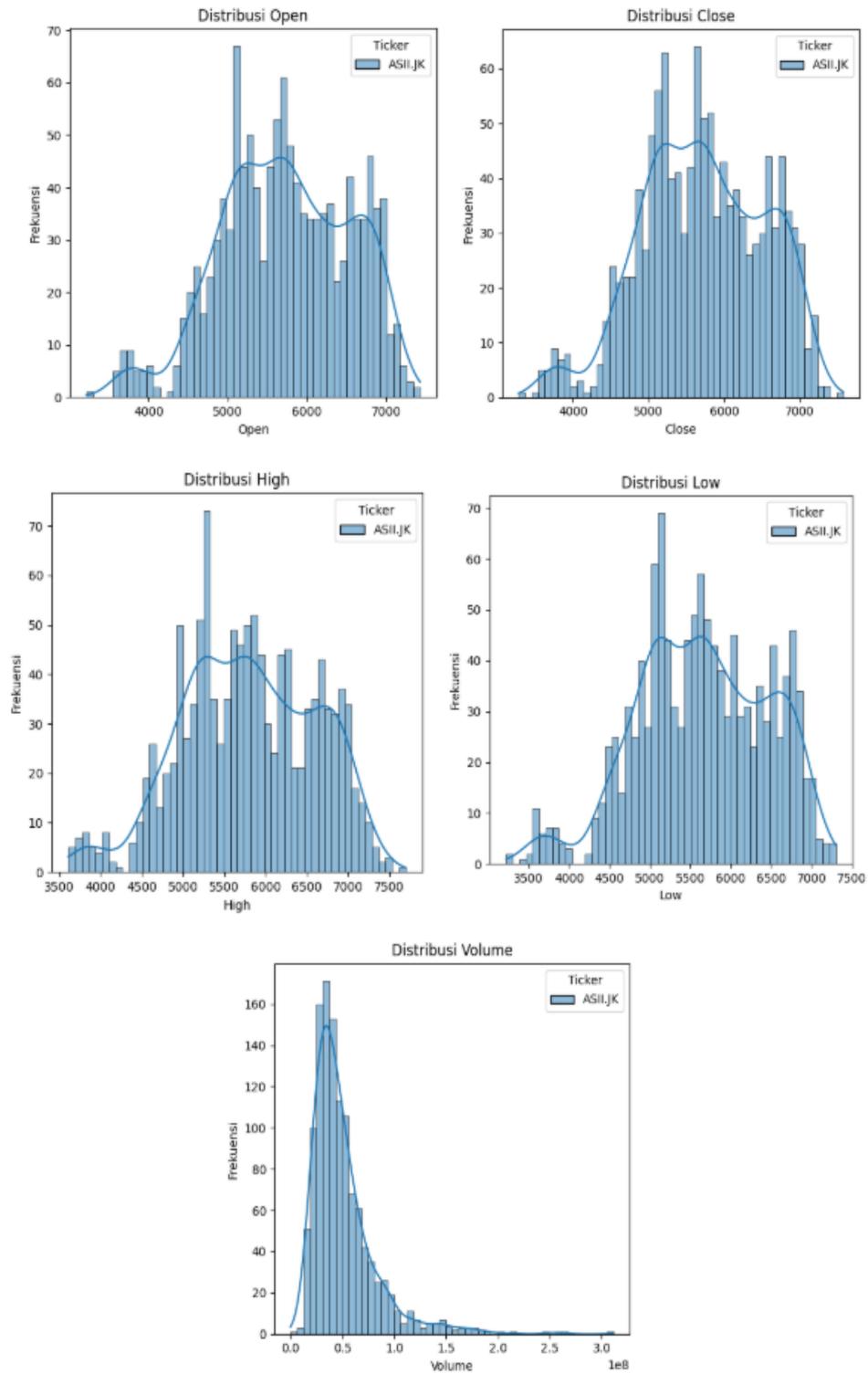
	<i>Close</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Open</i>	<i>Volume</i>
count	1212.00000	1212.000000	1212.000000	1212.000000	1.212000e+03
mean	5712.89604	5789.434818	5642.301980	5722.537129	5.071528e+07
std	806.53774	807.384599	801.119019	804.578108	3.208633e+07
min	3280.00000	3610.000000	3220.000000	3220.000000	0.000000e+00
25%	5150.00000	5225.000000	5075.000000	5150.000000	3.060080e+07
50%	5700.00000	5775.000000	5650.000000	5700.000000	4.236680e+07
75%	6350.00000	6450.000000	6300.000000	6375.000000	6.034048e+07
max	7575.00000	7700.000000	7300.000000	7425.000000	3.114024e+08

Berdasarkan hasil perhitungan ringkasan statistik data saham ASII.JK diatas, disimpulkan bahwa harga saham ASII.JK pada periode 31 Oktober 2019 hingga 31 Oktober 2024 menunjukkan pola pergerakan yang cukup stabil dengan fluktuasi yang moderat. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata pada harga *Close*, *Open*, *High*, dan *Low* yang berada pada kisaran angka 5600 hingga 5800, dan standar deviasi yang berada pada kisaran 800-an, menandakan adanya pergerakan harga yang dinamis namun masih dalam rentang yang wajar. Median dari harga saham juga relatif dekat dengan nilai rata-rata, yang mengindikasikan distribusi data yang tidak terlalu mencolok terhadap *outlier*. Namun pada fitur *Volume* terlihat adanya variasi besar dengan standar deviasi yang cukup tinggi dan nilai minimum sebesar nol, yang kemungkinan besar disebabkan oleh hari-hari tanpa transaksi atau pencatatan data yang kosong. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa data historis harga saham ini cukup representatif dan siap digunakan untuk proses analisis lebih lanjut dan pemodelan prediksi harga saham.

4.2.2 Visualisasi Distribusi Data Setiap Fitur

Gambar 17 merupakan visualisasi distribusi data selama periode pengamatan untuk fitur *Open*, *High*, *Low*, *Close*, dan *Volume* yang divisualisasikan melalui histogram

dan KDE plot untuk mengidentifikasi pola sebaran dan potensi *outlier* pada data historis harga saham ASII.JK.



Gambar 17 Hasil Visualisasi Distribusi Data Tiap Fitur

Berdasarkan hasil visualisasi pada Gambar 16, disimpulkan bahwa sebagian besar fitur memiliki pola distribusi yang cenderung mendekati bentuk distribusi normal meskipun terlihat sedikit asimetris. Misal distribusi *Close* dan *Open*, menunjukkan penyebaran yang relatif simetris dengan konsentrasi frekuensi tertinggi berada pada rentang harga 5000-6000, yang menunjukkan bahwa nilai tersebut merupakan harga yang paling sering terjadi dalam periode pengamatan. Fitur *High* dan *Low* juga memiliki pola serupa, meskipun dengan sedikit *skewness* positif. Sedangkan fitur *Volume* tampak memiliki *skewness* positif yang tinggi dengan puncak distribusi pada volume transaksi rendah, yang menandakan bahwa sebagian besar hari perdagangan memiliki volume yang lebih kecil, namun juga terdapat beberapa hari dengan volume yang sangat tinggi. Hal ini mencerminkan volatilitas yang cukup tinggi dalam aktivitas perdagangan saham ASII.JK.

4.2.3 Visualisasi Tren Harga Saham

Gambar 18 merupakan visualisasi tren pergerakan harga saham ASII.JK dari waktu ke waktu. Visualisasi tersebut menggambarkan fluktuasi dan pola historis harga saham selama periode pengamatan.



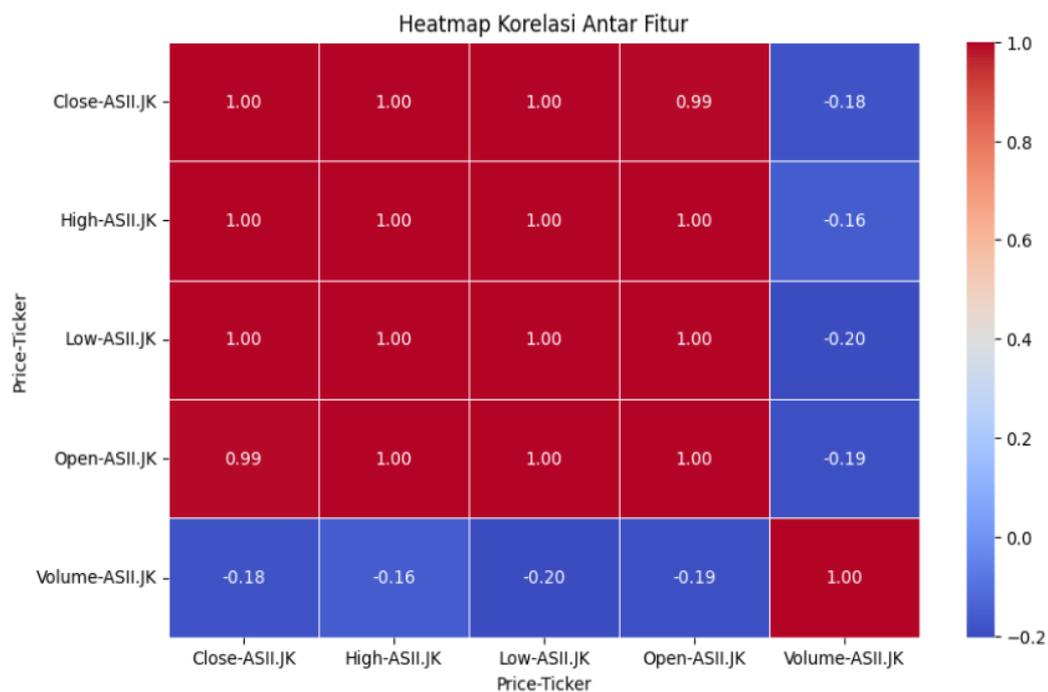
Gambar 18 Hasil Visualisasi Tren Harga Saham

Berdasarkan hasil visualisasi tren harga saham ASII.JK diatas, terlihat bahwa pergerakan harga saham mengalami fluktuasi yang signifikan pada periode 2019 hingga 2024. Di awal tahun 2020, harga saham mengalami penurunan tajam

yang kemungkinan besar disebabkan oleh dampak pandemi COVID-19. Namun setelah periode tersebut, harga saham menunjukkan tren pemulihan yang cukup kuat dan mencapai puncaknya di awal tahun 2022. Memasuki tahun 2023 hingga 2024, tren harga saham cenderung menurun dan bergerak lebih stabil di kisaran yang lebih rendah dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa saham ASII.JK memiliki volatilitas yang cukup tinggi dan tren pergerakan harga yang dipengaruhi oleh berbagai kondisi pasar baik domestik maupun global.

4.2.4 Korelasi Antar Fitur

Gambar 19 menyajikan *heatmap* korelasi antar fitur harga saham, yang menunjukkan tingkat hubungan linier antar fitur *Open*, *High*, *Low*, *Close*, dan Volume dalam data historis ASII.JK.



Gambar 19 *Heatmap* Korelasi Antar Fitur

Dari *heatmap* korelasi antar fitur saham ASII.JK diatas, ditarik kesimpulan bahwa ada korelasi positif sangat kuat antara fitur *Close*, *High*, *Low*, dan *Open*, dengan nilai korelasi yang mendekati 1.00. Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan harga penutupan (*Close*) sangat erat kaitannya dengan harga pembukaan (*Open*), harga tertinggi (*High*), dan harga terendah (*Low*). Sementara itu, fitur Volume menunjukkan korelasi negatif yang sangat lemah terhadap semua fitur harga,

dengan tingkat korelasi dalam rentang -0.16 hingga -0.20. Ini menunjukkan bahwa pengaruh volume perdagangan terhadap pergerakan harga saham ASII.JK tidak sebesar fitur harga lainnya. Fitur dengan korelasi tinggi terhadap target prediksi cenderung lebih relevan untuk digunakan dalam algoritma pembelajaran mesin. Namun fitur volume akan tetap digunakan dalam proses pemodelan, karena volume dapat memberikan konteks tambahan terhadap dinamika harga, khususnya dalam mendeteksi potensi perubahan tren atau volatilitas pasar.

4.3 Pra-Pemrosesan Data

4.3.1 Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan menggunakan metode *MinMaxScaler*, seluruh fitur numerik pada data historis saham ASII.JK yaitu *Open*, *High*, *Low*, *Close*, dan *Volume*, telah diubah skala nilainya ke dalam rentang antara 0 hingga 1. Proses ini bertujuan untuk menyamakan skala antar fitur sehingga tidak ada fitur yang mendominasi proses pemodelan karena perbedaan satuan atau skala nilai. Hasil normalisasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Data Saham ASII.JK Setelah Dinormalisasi

<i>Date</i>	<i>Open</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Close</i>	<i>Volume</i>
2019-10-31	0.887039	0.822738	0.883578	0.854482	0.085106
2019-11-01	0.892985	0.822738	0.859069	0.819558	0.055276
2019-11-04	0.851367	0.786064	0.852941	0.796275	0.062103
2019-11-05	0.845422	0.816626	0.865196	0.842841	0.135008
2019-11-06	0.892985	0.822738	0.883578	0.831199	0.094943
...
2024-10-24	0.494649	0.413203	0.485294	0.464494	0.163059
2024-10-25	0.488704	0.407090	0.485294	0.452852	0.087499
2024-10-28	0.482759	0.400978	0.466912	0.458673	0.128984
2024-10-29	0.482759	0.400978	0.466912	0.429569	0.145303
2024-10-30	0.453032	0.388753	0.448529	0.447031	0.106615

Dari tabel hasil normalisasi diatas, terlihat bahwa setiap nilai pada kolom-kolom tersebut kini berada dalam batas rentang normalisasi, misal nilai *Open* pada tanggal 31 Oktober 2019 adalah sekitar 0.87, dan nilai *Volume* berada pada kisaran yang jauh lebih kecil seperti 0.085, menandakan bahwa *Volume* memiliki variasi yang lebih tinggi dalam data aslinya. Normalisasi ini sangat penting untuk mendukung kinerja algoritma pembelajaran mesin yang sensitif terhadap skala data.

4.3.2 Pembagian Data

Proses pembagian data dilakukan menggunakan metode *TimeSeriesSplit Cross-Validation* sebanyak 5 *fold*. Data historis harga saham ASII.JK dibagi menjadi beberapa *fold* secara berurutan berdasarkan waktu. Teknik ini digunakan untuk menjaga urutan waktu dalam data *time series*, sehingga informasi dari masa depan tidak “bocor” ke dalam data pelatihan (*data leakage*). Ukuran data latih dan data uji tiap *fold* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Ukuran Tiap *Fold* Hasil Pembagian

<i>Fold</i>	<i>Train Size</i>	<i>Test Size</i>
1	202	202
2	404	202
3	606	202
4	808	202
5	1010	202

Setiap *fold* terdiri dari data latih (*train*) dan data uji (*test*) dengan ukuran data uji tetap sebanyak 202 baris, sementara ukuran data latih bertambah secara progresif mulai dari 202 hingga 1010 baris. *Fold* yang akan diaplikasikan pada tahap pelatihan dan pengujian model hanyalah *fold* terakhir, di mana data latih terdiri dari 1010 observasi dan data uji terdiri dari 202 observasi. Strategi ini bertujuan untuk meniru kondisi prediksi dunia nyata, di mana model dilatih menggunakan data historis dan diuji pada data yang lebih baru, sekaligus menjaga validitas evaluasi model prediktif.

4.3.3 Pembentukan *Sequence* dan Target

Proses pembentukan *sequence* data dan target dilakukan menggunakan *TimeseriesGenerator* dari *library* TensorFlow Keras. Tujuannya adalah untuk menyiapkan data dalam bentuk urutan (*sequence*) yang sesuai untuk model LSTM. Pada penelitian ini, panjang *sequence* sebesar 10 [35], yang artinya model akan mempelajari pola dari 10 data sebelumnya untuk memprediksi harga penutupan (*Close*) pada hari berikutnya. Data latih dan data uji yang sudah dipisahkan pada tahap sebelumnya, dikonversi dari bentuk generator ke dalam *array Numpy* menggunakan *looping* agar dapat langsung digunakan dalam proses pelatihan model. Proses ini menghasilkan X_{train} , y_{train} , X_{test} , dan y_{test} yang masing-

masing berisi data *sequence* dan label target yang siap digunakan dalam pelatihan model LSTM.

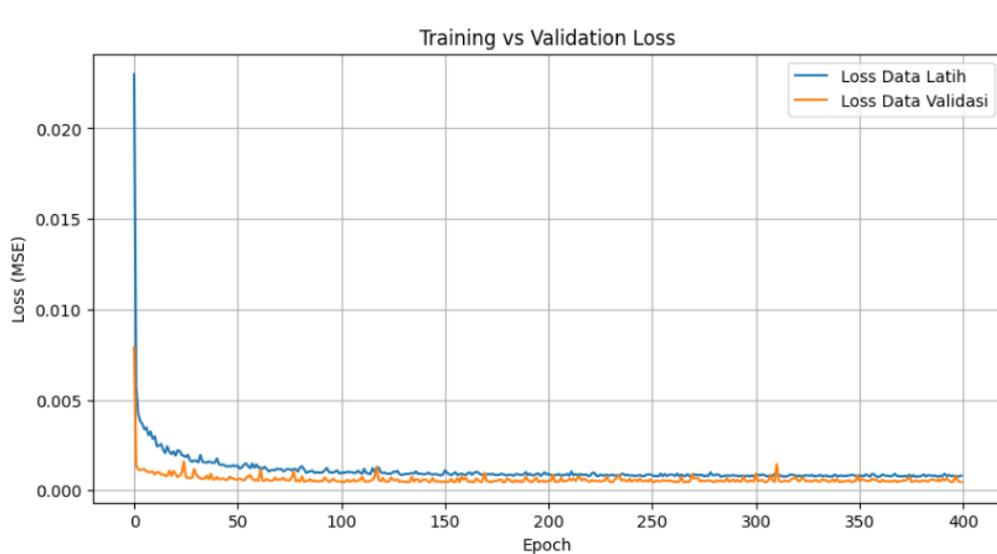
4.4 Pemodelan LSTM

Proses pelatihan model dilakukan berulang kali dengan berbagai kombinasi jumlah parameter berbeda dalam setiap percobaan. Hal itu dilakukan untuk mencari konfigurasi terbaik yang dapat memberikan hasil prediksi terbaik. Tiga kombinasi parameter yang memiliki hasil metrik evaluasi terendah disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Kombinasi Parameter Terbaik

<i>Layer 1</i>	<i>Layer 2</i>	<i>Dense</i>	<i>Batch Size</i>	<i>Epochs</i>	<i>Dropout</i>	<i>LR</i>	<i>MAPE</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>
150	100	50	32	400	0.1	0.001	1.42%	94.16	70.26
150	75	50	32	350	0.2	0.0005	1.44%	94.73	70.52
200	150	64	32	400	0.1	0.0003	1.45%	96.30	71.34

Dari ketiga kombinasi parameter diatas, kombinasi yang menghasilkan nilai metrik evaluasi terendah ada pada konfigurasi dengan jumlah *batch size* sebesar 32, *epochs* 400, *dropout* 0.1, dan *learning rate* 0.001, yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 1.42%, RMSE sebesar 94.16, dan MAE sebesar 70.26. Grafik *training* dan *validation loss* dari konfigurasi dengan parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Grafik *Training & Validation Loss*

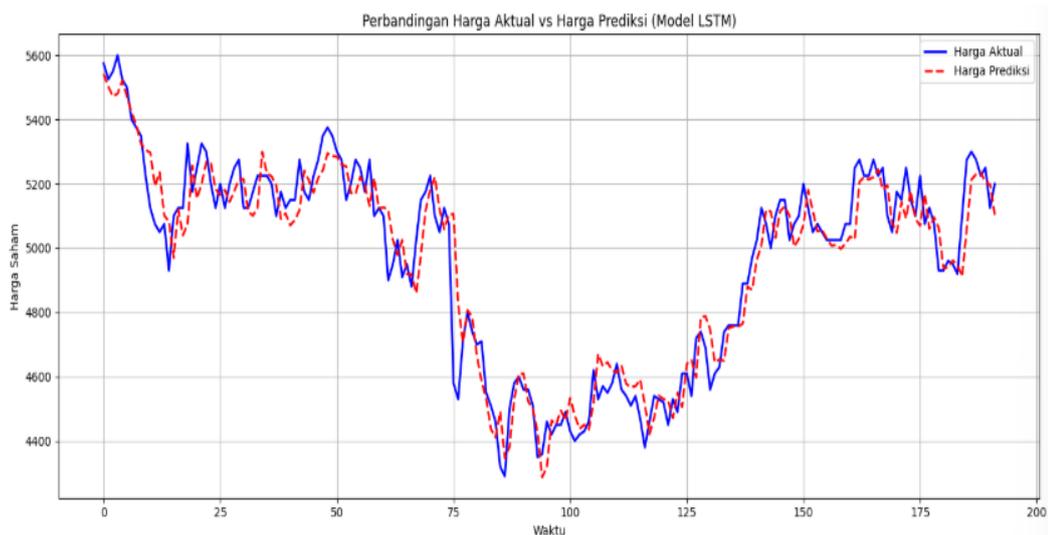
Grafik diatas menunjukkan bahwa proses pelatihan model cukup baik dan stabil tanpa adanya indikasi *overfitting* maupun *underfitting*. Hal ini terlihat dari nilai *loss* yang terus menurun secara signifikan pada awal pelatihan dan kemudian menjadi stabil seiring bertambahnya *epoch*. Secara keseluruhan, performa model mencerminkan hasil pelatihan yang optimal dan konsisten.

Untuk memvalidasi modelnya, dilakukan perbandingan antara harga prediksi dan harga aktual yang disajikan pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10 Perbandingan Harga Prediksi & Harga Aktual Model

No	Tanggal	Harga Prediksi	Harga Aktual
1	09/01/2024	5542.061896	5575.0
2	10/01/2024	5502.436891	5525.0
3	11/01/2024	5472.231477	5550.0
4	12/01/2024	5480.703605	5600.0
5	15/01/2024	5520.892839	5525.0
...
188	24/10/2024	5229.736830	5275.0
189	25/10/2024	5235.455402	5225.0
190	28/10/2024	5205.323076	5250.0
191	29/10/2024	5198.236302	5125.0
192	30/10/2024	5103.738943	5200.0

Dari data yang disajikan pada tabel diatas, terlihat bahwa harga prediksi memiliki selisih yang relatif kecil terhadap harga aktual. Hal ini didukung oleh grafik perbandingan yang ditampilkan pada Gambar 21.



Gambar 21 Grafik Perbandingan Harga Prediksi & Aktual Hasil Pengujian Model

Dari grafik diatas terlihat bahwa arah pergerakan (naik atau turun) maupun titik-titik perubahan tren pada garis prediksi (merah) memiliki tren yang sangat mirip dengan garis aktual (biru). Ini mengindikasikan bahwa model dapat menangkap pola historis harga dengan akurat, meskipun terdapat sedikit perbedaan nilai di beberapa titik. Model juga mampu memprediksi titik-titik penting seperti penurunan tajam di sekitar waktu ke-75 dan kenaikan signifikan setelah waktu ke-125 dengan cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa model LSTM yang digunakan memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam mempelajari pola waktu pada data harga saham.

4.5 Evaluasi dan Analisis Hasil Pemodelan

Berdasarkan hasil prediksi harga saham ASII.JK dari proses pemodelan, model LSTM yang telah dibangun menunjukkan kinerja yang memadai dalam melakukan prediksi harga saham ASII.JK dengan nilai MAPE, RMSE, dan MAE yang tergolong rendah. Nilai-nilai tersebut diperoleh dari perhitungan menggunakan rumus MAPE pada persamaan 8, RMSE pada persamaan 9, dan MAE pada persamaan 10 sebagai berikut :

1. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{\text{test}} - \text{predictions}}{y_{\text{test}}} \right| \times 100 \\ &= \frac{1}{192} \cdot 2.7357 \cdot 100 = 1,42\% \end{aligned}$$

2. *Root Mean Squared Error* (RMSE)

$$\begin{aligned} \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{\text{test}} - \text{predictions})^2} \\ &= \sqrt{\frac{1702212}{192}} = \sqrt{8865.686} = 94.16 \end{aligned}$$

3. *Mean Absolute Error* (MAE)

$$\begin{aligned} \text{MAE} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{\text{test}} - \text{predictions}| \\ &= \frac{13490.30815}{192} = 70.26 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai MAPE yang diperoleh sebesar 1,42%, yang mana jika mengacu pada Tabel 2, nilai tersebut berada pada kategori “sangat baik” karena berada di bawah 10%. Selain itu, RMSE sebesar 94.16 (IDR) tergolong baik, karena menurut Normah et al. (2022), semakin rendah nilai RMSE maka prediksi model dianggap semakin akurat [30]. Nilai MAE sebesar 70.26 (IDR) juga tergolong baik karena menurut Suryanto (2019), semakin kecil nilai MAE, maka kemampuan model dalam melakukan prediksi juga semakin baik [30]. Hasil perhitungan MAPE, RMSE, dan MAE tersebut menunjukkan bahwa model LSTM ini cukup handal dalam melakukan prediksi harga saham ASII.JK karena kesalahan prediksi relatif kecil. Jika dalam proses pelatihannya model belum menghasilkan performa yang baik, maka *hyperparameter tuning* akan terus dilakukan dengan mengkombinasikan jumlah parameter lainnya guna meningkatkan kinerja model secara keseluruhan.

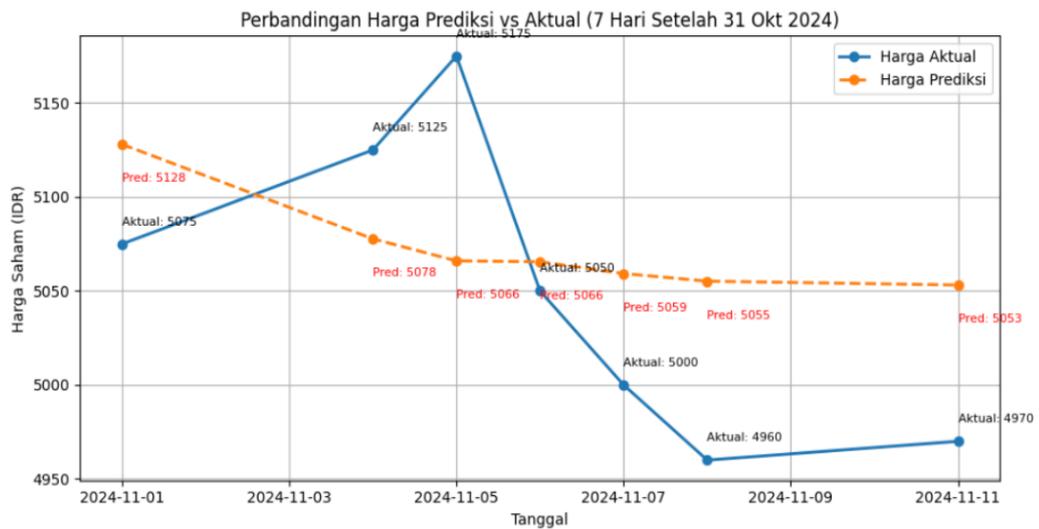
4.6 Prediksi Harga Saham

Prediksi Harga Penutupan Saham ASII.JK 7 hari ke depan sejak tanggal 31 Oktober 2024 disajikan pada Tabel 11 yang juga berisikan harga aktualnya.

Tabel 11 Perbandingan Harga Saham Prediksi dan Aktual selama 7 Hari

Tanggal	Harga Prediksi	Harga Aktual
2024-11-01	5128.050680	5075
2024-11-04	5077.753721	5125
2024-11-05	5066.036000	5175
2024-11-06	5065.541788	5050
2024-11-07	5059.259116	5000
2024-11-08	5055.221197	4960
2024-11-11	5053.151422	4970

Berdasarkan Tabel 11, hasil prediksi menunjukkan pola yang relatif stabil dengan fluktuasi kecil di sekitar rentang 5053 hingga 5128. Jika dibandingkan dengan harga aktualnya, harga prediksi cenderung sedikit lebih tinggi pada sebagian besar tanggal, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Untuk memvisualisasikan perbandingan dari harga prediksi dan harga aktual saham ASII.JK diatas, disajikan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Grafik Perbandingan Harga Prediksi dan Aktual selama 7 Hari

Hasil perbandingan diatas menunjukkan bahwa model mampu menangkap arah tren penurunan, namun tidak sepenuhnya mengikuti fluktuasi jangka pendek yang terjadi pada data aktual. Terlihat dari garis berwarna oranye (harga prediksi) yang perubahannya lebih halus dibandingkan garis berwarna biru (harga aktual) yang naik-turunnya lebih tajam. Hal itu menunjukkan bahwa model lebih andal dalam memproyeksikan tren jangka pendek yang stabil, namun kurang responsif terhadap pergerakan pasar yang bersifat tiba-tiba dan fluktuatif.

4.7 Evaluasi dan Analisis Hasil Prediksi

Perbandingan harga prediksi dan harga aktual harga saham ASII.JK selama 7 hari setelah tanggal 31 Oktober 2024 dievaluasi menggunakan metrik evaluasi yang sama yaitu MAPE, RMSE, dan MAE. Perhitungan metrik evaluasi tersebut dilakukan dengan rumus MAPE pada persamaan 8, RMSE pada persamaan 9, dan MAE pada persamaan 10 sebagai berikut :

1. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{\text{test}} - \text{predictions}}{y_{\text{test}}} \right| \times 100 \\ &= \frac{1}{7} \cdot 0.0917 \cdot 100 = 1,31\% \end{aligned}$$

2. *Root Mean Squared Error* (RMSE)

$$\begin{aligned} \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{ytest} - \text{predictions})^2} \\ &= \sqrt{\frac{36656.47}{7}} = \sqrt{5236.64} = 72.36 \end{aligned}$$

3. Mean Absolute Error (MAE)

$$\begin{aligned} \text{MAE} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\text{ytest} - \text{predictions}| \\ &= \frac{462.43}{7} = 66.06 \end{aligned}$$

Perhitungan metrik evaluasi menghasilkan nilai MAPE sebesar 1.31%, RMSE sebesar 72.36 (IDR), dan MAE sebesar 66.06 (IDR). Hasil ini menunjukkan bahwa model prediksi yang digunakan cukup efektif dalam memberikan prediksi harga penutupan saham ASII.JK dengan tingkat kesalahan terhadap nilai aktual yang rendah (< 10%), yang mana nilai ini termasuk dalam kategori “sangat baik”. Selain itu nilai RMSE dan MAE juga tergolong rendah, sehingga memperkuat bahwa model mampu menghasilkan prediksi dengan baik. Karena menurut Normah et al. (2022) dan Suryanto (2019), semakin kecil nilai RMSE dan MAE, semakin baik pula model dalam menghasilkan prediksi.