



Analisis Kinerja Model ARIMA dan LSTM dalam Memprediksi Jakarta Interbank Spot Dollar Rate (JISDOR)

Ariska Fitriyana Ningrum¹, Zahra Aura Hisani²

^{1,2}Program Studi Sains Data, Universitas Muhammadiyah Semarang

¹ariskafitriyana@unimus.ac.id

²zahraaurahisani9@gmail.com

Corresponding author email: ariskafitriyana@unimus.ac.id

Abstract: *JISDOR exchange rate data is a collection of time series data with certain patterns, such as trend, seasonal, horizontal, and cyclical. One of the time series forecasting techniques is based on statistical mathematical models. As technology develops, forecasting methods are becoming more sophisticated and diverse. This research compares two main methods, namely Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Long Short-Term Memory (LSTM). ARIMA, a classic method of time series analysis, is used to forecast trends and seasonal patterns. LSTM, a subset of artificial neural networks, promises a solution to long-term dependencies and complex patterns in data. In this study, the stationarity of the data was checked, which showed that the data was not stationary, so differencing was performed. Based on the ACF and PACF plots, the parameter values of p, d, q are $(2, 1, 0)$. Both ARIMA and LSTM models were tested to get the best model based on RMSE and MAPE. The ARIMA model has RMSE 82.537 and MAPE 0.4193, while the LSTM has RMSE 75.807 and MAPE 0.4152. These results show that LSTM is better than ARIMA because the RMSE and MAPE values are lower. Therefore, JISDOR exchange rate forecasting is carried out using the LSTM model.*

Keywords: *Time Series, ARIMA, LSTM, Jakarta Interbank Spot Dollar Rate*

Abstrak: Data kurs JISDOR adalah kumpulan data deret waktu dengan pola tertentu, seperti trend, musiman, horizontal, dan siklis. Salah satu teknik peramalan deret waktu didasarkan pada model matematika statistik. Seiring perkembangan teknologi, metode peramalan semakin canggih dan beragam. Penelitian ini membandingkan dua metode utama, yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM). ARIMA, metode klasik analisis deret waktu, digunakan untuk meramalkan tren dan pola musiman. LSTM, bagian dari jaringan saraf tiruan, menjanjikan solusi untuk ketergantungan jangka panjang dan pola kompleks dalam data. Pada penelitian ini, dilakukan pengecekan stasioneritas data yang menunjukkan data tidak stasioner, sehingga dilakukan differencing. Berdasarkan plot ACF dan PACF, nilai parameter p, d, q adalah $(2, 1, 0)$. Kedua model ARIMA dan LSTM diuji untuk mendapatkan model terbaik berdasarkan RMSE dan MAPE. Model ARIMA memiliki RMSE 82.537 dan MAPE 0.4193, sedangkan LSTM memiliki RMSE 75.807 dan MAPE 0.4152. Hasil ini menunjukkan bahwa LSTM lebih baik dibandingkan ARIMA karena nilai RMSE dan MAPE lebih rendah. Oleh karena itu, peramalan kurs JISDOR dilakukan dengan menggunakan model LSTM.

Kata kunci: Time Series Model, ARIMA, LSTM, Jakarta Interbank Spot Dollar Rate

I. PENDAHULUAN

Kurs mata uang merupakan indikator vital dalam dinamika perekonomian global, dan peramalan nilai tukar mata uang menjadi elemen kunci dalam pengambilan keputusan ekonomi. Dalam konteks Indonesia, Jakarta Interbank Spot Dollar Rate (JISDOR) menjadi acuan kurs dolar Amerika Serikat (USD) terhadap rupiah (IDR) di pasar interbank [1]. Bank Indonesia menjelaskan bahwa JISDOR adalah harga spot USD/IDR yang disusun berdasarkan kurs transaksi USD/IDR terhadap rupiah antar bank di pasar valuta asing Indonesia, melalui Sistem Monitoring Transaksi Valuta Asing Terhadap Rupiah (SISMONTAVAR) di Bank Indonesia secara real time. JISDOR dimaksudkan untuk memberikan referensi harga pasar yang representatif untuk transaksi spot USD/IDR pasar valuta asing Indonesia. JISDOR mulai diterbitkan sejak 20 Mei 2013. *Jakarta Interbank Spot Dollar Rate* (JISDOR) menjadi acuan kurs dolar Amerika Serikat (USD) terhadap rupiah (IDR) di pasar interbank Indonesia. *Jakarta Interbank Spot Dollar Rate* (JISDOR) adalah harga spot USD/IDR yang bermanfaat untuk memberikan referensi harga pasar yang representatif di pasar valuta asing Indonesia. Perubahan nilai JISDOR dapat mempengaruhi sektor ekonomi, perdagangan internasional, dan investasi [2]. Bank Indonesia (BI) menjelaskan bahwa data kurs referensi JISDOR menunjukkan rupiah terkoreksi dan



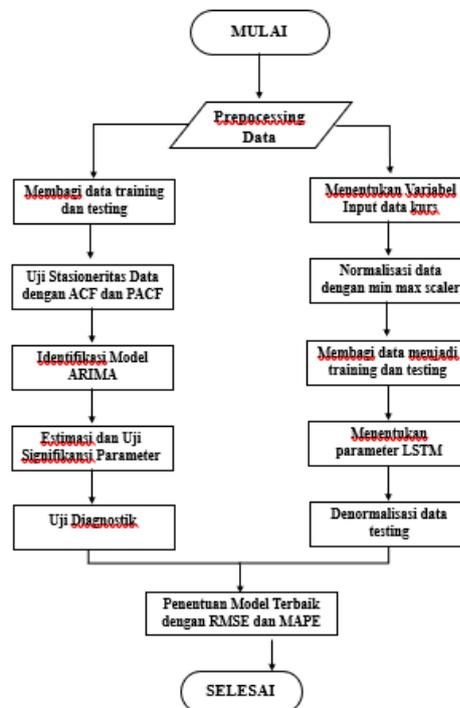
sejak 2 Januari 2020 melemah sampai 3,7%. Direktur Eksekutif Departemen Komunikasi BI menjelaskan awal Februari 2020 rupiah melemah karena sentiment COVID-19 [3]. COVID-19 merupakan infeksi virus yang menginfeksi sistem pernafasan. Kementerian Kesehatan Indonesia memaparkan mulai muncul pada 30 Desember 2019 di Wuhan. Virus ini juga sampai ke Indonesia yang berdampak pada sektor ekonomi khususnya terkait pada nilai tukar (kurs) yang semakin melemah [4]. Data kurs JISDOR merupakan suatu kumpulan data deret waktu atau memiliki urutan waktu pengambilan dan memiliki pola. Empat pola dalam data deret waktu yaitu pola trend, musiman, horizontal, dan siklis [5]. Pada data masa lalu, dapat digunakan untuk analisis peramalan pada deret waktu.

Teknik peramalan deret waktu salah satunya menggunakan model matematika statistik [6]. Beberapa penelitian terdahulu dimana peramalan kurs sering menggunakan model ARIMA dan karena di setiap titik waktu data kurs memiliki keragaman tidak konstan serta memiliki heteroskedastisitas maka untuk mengatasi hal tersebut diperlukan juga model GARCH [7]. Selain itu, penelitian oleh Tasya Noor Octa Melana dkk melakukan penelitian peramalan JISDOR menggunakan Hybrid ARIMA-GARCH dimana metode ini memberikan model terbaik dibandingkan model ARIMA [8]. Seiring dengan kemajuan teknologi, metode peramalan menjadi semakin canggih dan beragam. Dalam penelitian ini, kami akan memfokuskan pada perbandingan dua metode peramalan utama, yaitu AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Long Short-Term Memory (LSTM). ARIMA, sebagai metode klasik dalam analisis deret waktu, telah lama digunakan untuk meramalkan tren dan pola musiman dalam data. Sementara itu, LSTM, sebagai representasi dari jaringan saraf tiruan, muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk menangani ketergantungan jangka panjang dan pola kompleks yang mungkin tersembunyi dalam data. Penelitian ini bermaksud untuk mengisi kesenjangan pengetahuan dalam literatur terkait peramalan nilai tukar mata uang khususnya JISDOR dengan membandingkan performa ARIMA dan LSTM.

Dengan memahami kelebihan dan kelemahan masing-masing metode, diharapkan dapat memberikan panduan yang lebih baik dalam penggunaan metode peramalan yang optimal dalam konteks kebijakan ekonomi dan bisnis. Analisis peramalan JISDOR menggunakan ARIMA dan LSTM akan melibatkan penggunaan data historis JISDOR sebagai dataset. Penelitian ini akan mempertimbangkan karakteristik khusus data keuangan, termasuk volatilitas yang mungkin diakibatkan oleh faktor-faktor eksternal dan peristiwa global. Dengan merinci proses peramalan menggunakan kedua metode ini, diharapkan dapat terungkap sejauh mana masing-masing metode dapat memberikan hasil yang dapat diandalkan dalam konteks peramalan JISDOR. pada perbandingan ARIMA dan LSTM dalam konteks JISDOR di Indonesia.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Proses prediksi menggunakan ARIMA dan LSTM dilakukan secara bertahap dan sistematis. Berikut adalah tahapan-tahapan penelitian ini, yang dijabarkan dalam Gambar 1 dibawah:



Gambar 1. Alur Penelitian Prediksi Menggunakan ARIMA dan LSTM

2.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder. Data yang digunakan adalah data kurs JISDOR Bank Indonesia periode Januari 2018 hingga September 2023 sebanyak 1397 data. Variabel penelitian terdiri dari variabel respon Y yang digunakan untuk peramalan menggunakan metode ARIMA sedangkan pada LSTM dilakukan penambahan data yang diperoleh dari lag dari hasil ARIMA. Berikut merupakan variabel penelitian yang digunakan.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Variabel	Keterangan
1	Y_1	Kurs JISDOR

2.2. Preprocessing Data

Pada tahap penelitian dilakukan proses seperti menghapus data yang nilainya null, kemudian dilanjutkan dengan sebuah tahapan yaitu normalisasi. Normalisasi adalah sebuah variabel berupa angka diposisikan dalam skal jangkauan yang lebih kecil [9]. Pada data awal, dilakukan tahapan preprocessing dengan teknik normalisasi data min max scaling range (0,1) dengan persamaan sebagai berikut.

$$y_t^* = \frac{y_t - \min(y)}{\max(y) - \min(y)} \quad (1)$$

Keterangan

y_t^* : data yang telah dinormalisasikan

y_t : data yang belum normalisasi

$\min(y)$: nilai minimum dari keseluruhan data

$\max(y)$: nilai maksimum dari keseluruhan data



2.3. Analisis Data

Setelah dilakukan *preprocessing data*, dilakukan analisis penelitian dengan membuat plot time series ACF dan PACF pada data kurs jisdor. Kemudian, langkah kedua dilakukan analisis terhadap data berdasarkan hasil visualisasi plot time series yang telah dibuat. Data dibagi menjadi dua kategori yaitu data training atau bisa disebut data latih dan data test atau data uji. Setiap kategori data masing-masing dibagi sesuai komposisi yang pas untuk mendapatkan nilai akurasi yang tinggi. Langkah ketiga adalah memodelkan dengan metode ARIMA dan LSTM. Dari hasil pemodelan kemudian dilakukan proses membandingkan hasil pemodelan antara metode ARIMA dan LSTM dengan menghitung nilai RMSE dan MAPE yang dihasilkan oleh masing-masing metode. Nilai RMSE dan MAPE yang terkecil menunjukkan metode yang terbaik dan proses yang terakhir adalah menarik kesimpulan.

2.4. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model yang umum digunakan dalam ARIMA Box-Jenkins adalah model AR (*autoregressive*), MA (*moving average*), dan ARMA (*autoregressive-moving average*). Menurut Box-Jenkins, model time series yang tidak stasioner dapat dikatakan sebagai proses *Autoregressive Integrated Moving Average order* (p,d,q) atau disingkat ARIMA (p,d,q) dimana p adalah orde dari parameter *autoregressive* (AR), d adalah besaran yang menyatakan berapa kali dilakukan differencing sehingga proses menjadi stasioner dan q adalah orde dari parameter *moving average* (MA). Secara umum model ARIMA (p,d,q) dapat ditulis sebagai berikut [10].

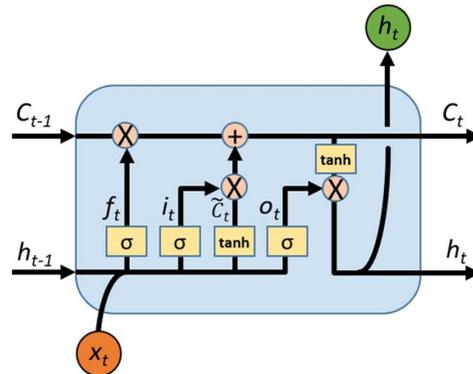
$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t \quad (2)$$

- ϕ_p : Koefisien komponen AR dengan orde p
- θ_q : Koefisien komponen MA dengan orde q
- d : Order Differencing
- B : Operator backward
- Y_t : Data *time series* ke-t
- a_t : Residual ke-t

2.5. Long Short Term Memory (LSTM)

Long short term memory (LSTM) merupakan salah satu metode dalam *neural network* yang pertama kali ditemukan oleh Sepp Hochreiter dan Jurgen Schmiduber pada tahun 1997. *Long short term memory* merupakan pengembangan dari metode *recurrent neural network* (RNN), hal ini dikarenakan terdapat banyak kelemahan pada metode RNN yaitu kelambatan jangka panjang tidak dapat diakses dalam sebuah arsitektur (Hochreiter dan Schumiduber, 1997). Perbedaan utama antara RNN dan LSTM adalah bahwa LSTM dapat menyimpan informasi tentang ketergantungan waktu jarak jauh dan dapat memetakan dengan sesuai antara data input dan output [11]

Arsitektur LSTM memungkinkan untuk menambah atau menghapus informasi dari cell state. Hal ini disebut sebagai gates yang merupakan pengatur apakah informasi akan diteruskan atau dihentikan. Gates terdiri dari lapisan sigmoid dan pointwise multiplication operation, yang mana output dari lapisan sigmoid adalah angka 1 atau 0 yang menunjukkan apakah informasi tersebut akan diteruskan atau dihentikan. Lebih lanjut bahwa jika bernilai 0 menunjukkan tidak ada informasi yang akan diteruskan, sebaliknya jika bernilai 1 maka informasi akan diteruskan. Dalam arsitektur LSTM terdapat tiga gate utama yang mengatur alur informasi, gate tersebut telah tersedia pada gambar sebagai berikut [12].



Gambar 2. Sel LSTM

2.6. Denormalisasi

Sebelum menentukan keakuratan hasil prediksi, langkah denormalisasi harus dilakukan setelah menerima hasil prediksi menggunakan pendekatan LSTM. Data prediksi yang masih berbentuk data range interval $[0,1]$ karena sebelumnya dilakukan proses normalisasi data. Denormalisasi merupakan data yang akan diubah menjadi hasil asli kembali [13]

$$\hat{y}_t = (\hat{y}_t^* \cdot (\max(y) - \min(y))) + \min(y) \quad (3)$$

2.7. Evaluasi Model Terbaik

1. Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE biasanya digunakan untuk mengevaluasi kinerja model dalam hal kesesuaian dengan data atau meramalkan data. RMSE menghitung selisih antara nilai yang diprediksi oleh model dan nilai sebenarnya [14].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2}{T}} \quad (4)$$

2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE menunjukkan akurasi peramalan dalam bentuk persentase.

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \right) \times 100 \quad (5)$$

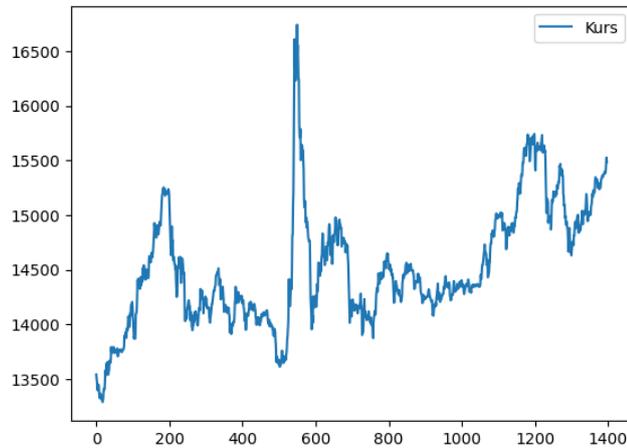
Keterangan:

- t : waktu ke- t
- y_t : data actual ke- t ,
- \hat{y}_t : data hasil ramalan ke- t
- T : jumlah data *out-sample*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

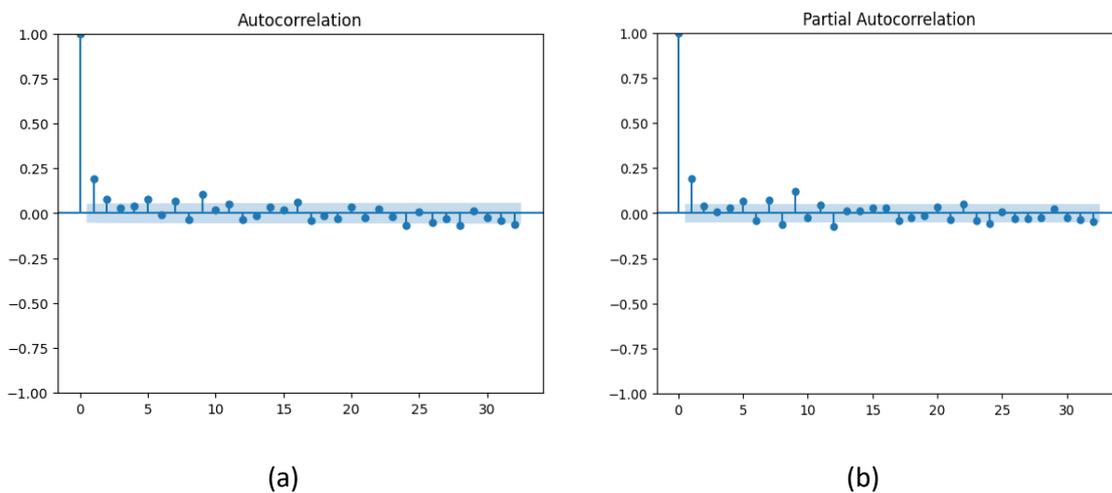
3.1. Prediksi Menggunakan ARIMA

Berikut ini merupakan plot time series pada data kurs JISDOR Bank Indonesia periode Januari 2018 hingga September 2023.



Gambar 3. Plot Time Series Kurs JSDOR

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa pola time series pada waktu tertentu mengalami kenaikan yang cukup signifikan, sehingga polanya menjadi tidak stasioner. Pada penelitian ini juga dilakukan tahap pengecekan stasioneritas menggunakan plot ACF dan PACF untuk memastikan bahwa data tersebut tidak stasioner. Setelah dilakukan pengecekan stasioneritas data, dan ditemukan bahwa data tersebut ternyata tidak stasioner maka, sebelum dilakukan pemodelan menggunakan ARIMA dilakukan tahapan *differencing* terlebih dahulu. Berikut adalah plot ACF dan PACF setelah dilakukan tahapan *differencing*.



Gambar 4. Plot ACF (a) dan PACF (b)

Berdasarkan plot tersebut maka selanjutnya dilakukan pemodelan ARIMA dengan penentuan parameter p,d,q adalah 2, 1, 0 dengan hasil pemodelan ARIMA adalah sebagai berikut.

$$Y_{kurs} = 3744.9874 + 0.1844(t-1) + 0.0429(t-2)$$

Setelah dilakukan pemodelan pada ARIMA selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter untuk mengetahui parameter apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap model. Pengujian signifikansi parameter bisa digunakan uji t dengan hipotesis:

H_0 : parameter tidak signifikan berpengaruh terhadap model



H_1 : parameter signifikan berpengaruh terhadap model

Dalam penelitian digunakan taraf signifikansi α sebesar 5%, dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Uji Signifikansi

Prediktor	<i>p-value</i>	Keterangan
AR (1)	0.000	Signifikan
AR (2)	0.005	Signifikan

Berdasarkan tabel diatas uji signifikansi dilakukan untuk melihat pengaruh variabel terhadap model. Dari hasil tersebut didapatkan nilai *p-value* yang signifikan 0.000 pada variabel kurs lag 1 dan 0.005 variabel kurs lag 2 . Sehingga variabel ini lah yang berpengaruh terhadap model.

3.2. Prediksi Menggunakan *Long Short Term Memory*

Setelah dilakukan prediksi menggunakan ARIMA maka dilakukan pula menggunakan LSTM, guna menentukan model terbaik dari kedua model tersebut. Sebelum dilakukan prediksi menggunakan LSTM, dilakukan terlebih dahulu penentuan training dan testing, normalisasi data, penentuan *neuron*, *batch size* dan *epoch* untuk model LSTM, dan evaluasi model menggunakan nilai RMSE dan MAPE. Data yang dihasilkan oleh analisis peramalan memiliki nilai yang bervariasi, oleh sebab itu untuk meminimalisir error maka dilakukan normalisasi data. Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam normalisasi data adalah metode *min-max scaler*. Proses normalisasi data ini merupakan proses mengubah data aktual menjadi nilai yang berada pada rentang 0 hingga 1 menggunakan rumus *min-max scaler*. Berikut merupakan contoh perhitungan *min max scaler* pada data pertama variabel kurs jisdor. Misal data pertama variabel kurs jidor adalah y_1 .

Diketahui :

y_1 : 13542

y_{max} : 112

y_{min} : 20

Maka hasil normalisasi data menggunakan rumus *min-max scaler* adalah sebagai berikut.

$$y_t^* = \frac{y_t - \min(y)}{\max(y) - \min(y)} = \frac{13542 - 13290}{16741 - 13290} = \frac{252}{3451} = 0.0730$$

Berikut merupakan hasil normalisasi dari data observasi kurs JISDOR.

Tabel 3. Hasil Normalisasi Kurs JISDOR

Tanggal	Data Aktual Kurs JISDOR	Hasil Normalisasi
02/01/2018	13542	0.07302231
03/01/2018	13498	0.06027238
03/01/2018	13474	0.05331788
⋮		
⋮		
28/09/2023	15526	0.64792814
29/09/2023	15487	0.63662706

Selanjutnya dilakukan penentuan parameter jumlah epoch dan batch size. Dalam hal ini, tidak ada aturan yang mengatur banyaknya jumlah epoch dan batch size yang akan digunakan, sehingga peneliti melakukan percobaan dengan beberapa jumlah epoch dan batch size berdasarkan penelitian terdahulu hingga mendapatkan hasil yang paling optimal. Jumlah epoch yang digunakan adalah sebesar 50 dengan batch size adalah 32.



Setelah dilakukan pengujian dengan kedua model maka dilakukan evaluasi model antara ARIMA dan LSTM.

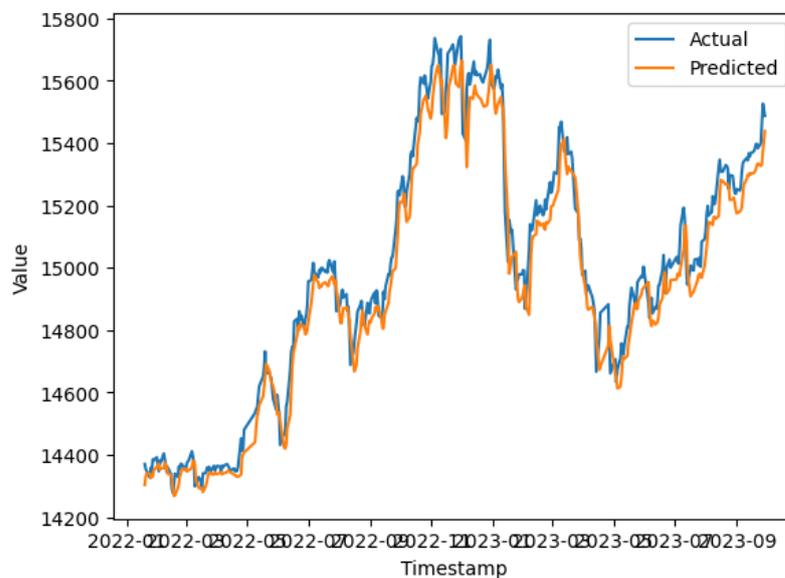
3.3. Evaluasi Model

Berdasarkan kedua model yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Autoregressive Integrated Moving Average dan Long Short Term Memory, selanjutnya dilakukan penghitungan akurasi hasil prediksi dan evaluasi model dengan melihat nilai RMSE dan MAPE. Pemodelan yang terbaik adalah model dengan masing-masing nilai RMSE dan MAPE terkecil.

Tabel 4. Nilai RMSE dan MAPE untuk Model ARIMA dan LSTM

Model	Hasil Evaluasi Model	
	RMSE	MAPE
ARIMA	82.537	0.4193
LSTM	75.807	0.4152

Nilai rangkuman dari RMSE dan MAPE dari kedua model tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Dari kedua model dapat dilihat bahwa model LSTM memiliki nilai terkecil pada nilai RMSE dan MAPE. Jika dilihat dari plot hasil prediksi pada gambar 5 juga terlihat bahwa model LSTM adalah model yang paling baik dan mendekati plot antara nilai data aktual dan prediksinya.



Gambar 5. Hasil Prediksi Kurs JISDOR Menggunakan Model LSTM

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa, analisis kinerja model ARIMA yang merupakan model konvensional dalam sebuah peramalan dengan LSTM yang merupakan perkembangan model dari sebuah machine learning menghasilkan bahwa metode LSTM memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan model ARIMA. Hal ini dapat dilihat berdasarkan nilai RMSE dan MAPE terkecil dari kedua model tersebut. Metode yang terbaik untuk prediksi kurs JISDOR yaitu dengan menggunakan model LSTM yang menghasilkan nilai RMSE terkecil dari data testing yaitu sebesar **75.807** dan nilai MAPE yaitu **0.4152**.



REFERENSI

1. D. Rakhmawati, S. Fajarwati, T. Astuti and P. Arsi, "Model ARIMA-GARCH pada Data Kurs JISDOR selama Masa Pandemi COVID-19," *Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 4, pp. 129-138, 2022.
2. R. U. B. Ginting and A. Pujadi, "Pengaruh Inflasi dan Nilai Kurs Terhadap Harga Saham PT. Bank Rakyat Indonesia," *Manajemen Diversitas*, vol. 2, pp. 8-16, 2022.
3. N. Priyanto and Lisandri, "Analisis Pengaruh Inflasi, Suku Bunga, Nilai Tukar dan Jumlah Uang Beredar Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) pada Perusahaan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2017-2019," *Jurnal Manajemen dan Akuntansi*, pp. 1-13, 2022.
4. P. Hastuti, L. Ane and M. Yahya, "Fenomena Kurs Rupiah Sebelum dan Selama COVID-19," *NIAGAWAN*, vol. 9, pp. 197-207, 2020.
5. M. H. Asnawi, S. A. Hasanah, V. M. Gizela, A. Esa and T. Toharudin, "Aplikasi ARCH/GARCH dalam Prediksi Harga Saham PT Kimia Farma (Persero) Tbk.," *Seminar Nasional Statistik*, 2021.
6. I. K. Hasan and I. Djakaria, "Perbandingan Model Hybrid ARIMA-NN dan Hybrid ARIMA-GARCH untuk Peramalan Data Nilai Tukar Petani di Provinsi Gorontalo.," pp. 155-165, 2021.
7. R. Arianti, S. Sahrman and L. P. Talangko, "Model ARIMA dengan variabel Eksogen dan GARCH pada Data Kurs Rupiah," pp. 41-48, 022.
8. T. . N. O. Melana and Suwanda, "Peramalan Data Kurs Jakarta Interbank Spot Dollar Rate (JISDOR)," vol. 3, pp. 681-688 , 2023.
9. U. Hong and M. N, "Comparison of ARIMA model and artificial neural network in forecasting gold price," *Journal of Quality Measurement and Analysis*, vol. 17, no. 2, pp. 31 - 39, 2021.
10. W. Wei, *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods.*, USA: Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
11. K. Greff, . R. K. Srivastava, J. Koutnik, B. R. Steunebrink and . J. Schmidhuber, "LSTM: A Search Space Odyssey," *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 28, pp. 2222-2232, 2017.
12. D. Arifoglu and A. Bouchachia, "Activity Recognition and Abnormal Behaviour Detection with Recurrent Neural Networks," *International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing*, pp. 86-97, 2017.
13. L. Rowan and I. Cholissodin, "Peramalan kasus Positif COVID-19 di Jawa Timur menggunakan metode Hybrid ARIMA-LSTM," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, p. 2548, 2019.
14. M. Voulgaraki, "Forecasting sales and intervention analysis of durable products in the Greek market.," 2013.
15. A. Azzouni and G. Pujolle, "A long short term memory recurrent neural network framework for network traffic matrix prediction," *arXiv preprint arXiv preprint* , 2017.