

**PREDIKSI HARGA SAHAM BANK SYARIAH INDONESIA MENGGUNAKAN  
METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY***

**SKRIPSI**

**Oleh:**  
**SALMA NABILA AMANY**  
**NIM. 200605110060**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**PREDIKSI HARGA SAHAM BANK SYARIAH INDONESIA MENGGUNAKAN  
METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY***

**SKRIPSI**

Diajukan kepada  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :  
**SALMA NABILA AMANY**  
**NIM. 200605110060**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**


**PREDIKSI HARGA SAHAM BANK SYARIAH INDONESIA MENGGUNAKAN  
METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY***

**SKRIPSI**


**Oleh:**  
**SALMA NABILA AMANY**  
**NIM. 200605110060**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:  
Tanggal: 8 November 2024

Pembimbing I,


  
Dr. Muhammad Faisal, M.T  
NIP. 19740510 200501 1 007

Pembimbing II,

  
Hani Nurhayati, M.T  
NIP. 19780625 200801 2 006

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Indah Puji Kurniawan, M.MT, IPU  
NIP. 19771020 200912 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN





### PREDIKSI HARGA SAHAM BANK SYARIAH INDONESIA MENGGUNAKAN METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY*

#### SKRIPSI

Oleh:  
**SALMA NABILA AMANY**  
**NIM. 200605110060**


Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal: 20 November 2024

#### Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>Fajar Rohman Hariri, M. Kom</u> NIP. 19890515 201801 1 001	(  )
Anggota Penguji I	: <u>Dr. Agung Teguh Wibowo Almais, MT</u> NIP. 1986031 202321 1 016	(  )
Anggota Penguji II	: <u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	(  )
Anggota Penguji III	: <u>Hani Nurhayati, M.T</u> NIP. 19780625 200801 2 006	(  )

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPU  
NIP. 19771020 200912 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salma Nabila Amany  
NIM : 200605110060  
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Prediksi Harga Saham Bank Syariah Indonesia  
Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 20 November 2024  
Yang membuat pernyataan,



METERAI  
TEMPEL  
Rp. 10.000  
S. D4BALX061092814

Salma Nabila Amany  
NIM. 200605110060

## **MOTTO**

*To be, or not to be; that is the question.*

*(Shakespeare, from Hamlet)*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Segala puji Syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*, penulis  
mempersembahkan karya tulis ini kepada:

Kedua orang tua yang sangat saya cintai dan sayangi, Mama Sri Yuliati dan Ayah  
Rifan Dwi Wahyono yang senantiasa memberikan dukungan, kasih sayang, dan  
do'a dalam perjalanan menyelesaikan tugas akhir ini. Serta seluruh keluarga,  
termasuk kakak saya, nenek saya dan semua pihak yang terlibat dalam  
mendukung penulis.

Terima kasih yang tak terhingga untuk segala usaha, do'a, dan kasih sayang  
yang tidak pernah terputus selama ini.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum wr wb.*

Segala puji bagi kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala* karena atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini hingga selesai yang berjudul “Prediksi Harga Saham Bank Syariah Indonesia Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory*”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak motivasi, saran, serta dukungan dari semua pihak yang terlibat. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA., rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Muhammad Faisal, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Hani Nurhayati, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan membantu memberikan arahan serta motivasi selama proses penulisan skripsi ini.
5. Fajar Rohman Hariri, M. Kom selaku Ketua Penguji dan Dr. Agung Teguh Wibowo Almais, MT selaku Dosen Penguji II yang telah menguji dan memberikan arahan serta saran dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini.
6. Segenap dosen dan jajaran staf program studi Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat.



7. Kedua orang tua penulis yang sangat penulis sayangi. Bapak Rifan Dwi Wahyono dan Ibu Sri Yuliati yang telah memberikan banyak dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Keluarga saya terkhusus kakak dan nenek saya yang memberikan semangat selama proses penelitian dan penulisan skripsi saya dari awal hingga akhir.
9. Sahabat saya yang senantiasa menemani dan membantu mulai dari kegiatan perkuliahan hingga melakukan penelitian dan penulisan skripsi, Fahrendra, Yoga, dan Zul Iflah.
10. Teman-teman jauh saya yang selalu menemani dan memberikan penulis semangat, Fadel, Luthfia, dan Duhan.
11. Teman-teman Angkatan 2020 Teknik Informatika "INTEGER" yang telah memberikan bantuan dan semangat selama kuliah dan mengerjakan skripsi.
12. Seluruh pihak dan teman-teman penulis lainnya yang terlibat dan tidak dapat penulis sebutkan, yang secara tidak langsung juga turut serta memberi dukungan dalam pengerjaan karya tulis ini,

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih memiliki sejumlah keterbatasan. Namun, penulis berharap apa yang disampaikan dalam skripsi ini dapat memberikan wawasan baru dan menjadi kontribusi yang bermanfaat bagi penulis sendiri dan pembaca.

Malang, 11 Desember 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGAJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>مستخلص البحث .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Saham Syariah.....	9
2.3 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i> .....	11
2.4 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> .....	17
2.5 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....	17
<b>BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI .....</b>	<b>19</b>
3.1 Desain Sistem.....	19
3.2 Pengumpulan Data .....	19
3.3 <i>Preprocessing</i> .....	20
3.4 Permodelan <i>Long Short-Term Memory</i> .....	22
3.5 Proses <i>Training</i> .....	23
3.6 Proses <i>Testing</i> .....	24
3.7 Skenario Uji Coba .....	25
<b>BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Uji Coba Model.....	27
4.2 Hasil Uji Coba.....	28
4.2.1 Model A .....	28
4.2.1.1 Model A Dengan Rasio 90:10 .....	29
4.2.1.2 Model A Dengan Rasio 80:20 .....	31
4.2.1.3 Model A Dengan Rasio 70:30 .....	32
4.2.2 Model B .....	34
4.2.2.1 Model B Dengan Rasio 90:10.....	35
4.2.2.2 Model B Dengan Rasio 80:20.....	37
4.2.2.3 Model B Dengan Rasio 70:30.....	38
4.2.3 Model C .....	40
4.2.3.1 Model C Dengan Rasio 90:10.....	41
4.2.3.2 Model C Dengan Rasio 80:20.....	43

4.2.3.3 Model C Dengan Rasio 70:30.....	45
4.2.4 Model D.....	47
4.2.4.1 Model D Dengan Rasio 90:10.....	47
4.2.4.2 Model D Dengan Rasio 80:20.....	49
4.2.4.3 Model D Dengan Rasio 70:30.....	51
4.2.5 Model E.....	53
4.2.5.1 Model E Dengan Rasio 90:10.....	53
4.2.5.2 Model E Dengan Rasio 80:20.....	55
4.2.5.3 Model E Dengan Rasio 70:30.....	57
4.2.6 Model F.....	59
4.2.6.1 Model F Dengan Rasio 90:10.....	60
4.2.6.2 Model F Dengan Rasio 80:20.....	62
4.2.6.3 Model F Dengan Rasio 70:30.....	63
4.2.7 Model G.....	65
4.2.7.1 Model G Dengan Rasio 90:10.....	66
4.2.7.2 Model G Dengan Rasio 80:20.....	68
4.2.7.3 Model G Dengan Rasio 70:30.....	69
4.2.8 Model H.....	71
4.2.8.1 Model H Dengan Rasio 90:10.....	72
4.2.8.2 Model H Dengan Rasio 80:20.....	74
4.2.8.3 Model H Dengan Rasio 70:30.....	75
4.3 Pembahasan.....	77
4.4 Integrasi Islam.....	83
4.4.1 Muamalah Mu'allah.....	84
4.4.2 Muamalah Ma'annas.....	85
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>87</b>
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran.....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Penerapan Long Short-Term Memory .....	8
Tabel 3. 1 Pembagian Dataset.....	21
Tabel 3. 2 Model dan Rasio Split Data .....	26
Tabel 4. 1 Groundtruth Harga Saham .....	27
Tabel 4. 2 Hasil Prediksi Model A dengan Rasio 90:10 .....	30
Tabel 4. 3 Hasil Prediksi Model A dengan Rasio 80:20 .....	31
Tabel 4. 4 Hasil Prediksi Model A dengan Rasio 70:30 .....	33
Tabel 4. 5 Hasil Prediksi Model B dengan Rasio 90:10 .....	36
Tabel 4. 6 Hasil Prediksi Model B dengan Rasio 80:20 .....	37
Tabel 4. 7 Hasil Prediksi Model B dengan Rasio 70:30 .....	39
Tabel 4. 8 Hasil Prediksi Model C Dengan Rasio 90:10 .....	42
Tabel 4. 9 Hasil Prediksi Model C dengan Rasio 80:20 .....	43
Tabel 4. 10 Hasil Prediksi Model C dengan Rasio 70:30 .....	45
Tabel 4. 11 Hasil Prediksi Model D dengan Rasio 90:10 .....	48
Tabel 4. 12 Hasil Prediksi Model D dengan Rasio 80:20 .....	50
Tabel 4. 13 Hasil Prediksi Model D dengan Rasio 70:30 .....	52
Tabel 4. 14 Hasil Prediksi Model E dengan Rasio 90:10 .....	54
Tabel 4. 15 Hasil Prediksi Model E dengan Rasio 80:20 .....	56
Tabel 4. 16 Hasil Prediksi Model E dengan Rasio 70:30 .....	58
Tabel 4. 17 Hasil Prediksi Model F dengan Rasio 90:10.....	61
Tabel 4. 18 Hasil Prediksi Model F dengan Rasio 80:20.....	62
Tabel 4. 19 Hasil Prediksi Model F dengan Rasio 70:30.....	64
Tabel 4. 20 Hasil Prediksi Model G dengan Rasio 90:10.....	67
Tabel 4. 21 Hasil Prediksi Model G dengan Rasio 80:20.....	68
Tabel 4. 22 Hasil Prediksi Model G dengan Rasio 70:30.....	70
Tabel 4. 23 Hasil Prediksi Model H dengan Rasio 90:10.....	73
Tabel 4. 24 Hasil Prediksi Model H dengan Rasio 80:20.....	74
Tabel 4. 25 Hasil Prediksi Model H dengan Rasio 70:30.....	76
Tabel 4. 26 Hasil <i>Error</i> Setiap Skenario Model .....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Sel Jaringan LSTM .....	13
Gambar 2. 2 Forget Gate pada Jaringan LSTM .....	14
Gambar 2. 3 Input Gate pada Jaringan LSTM .....	15
Gambar 2. 4 Output Gate pada Jaringan LSTM .....	16
Gambar 3. 1 Desain Sistem.....	19
Gambar 3. 2 Dataset Harga Saham BRIS .....	20
Gambar 3. 3 Arsitektur Model LSTM .....	22
Gambar 3. 4 Flowchart Proses Training Model.....	24
Gambar 3. 5 Flowchart Proses Testing Model.....	25
Gambar 4. 1 Hasil Training Model A Dengan Rasio 90:10.....	29
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Testing Model A dengan Rasio 90:10 .....	30
Gambar 4. 3 Hasil Training Model A dengan Rasio 80:20.....	31
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Testing Model A dengan Rasio 80:20 .....	32
Gambar 4. 5 Hasil Training Model A dengan Rasio 70:30.....	33
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Testing Model A dengan Rasio 70:30 .....	34
Gambar 4. 7 Hasil Training Model B dengan Rasio 90:10.....	35
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Testing Model B dengan Rasio 90:10 .....	36
Gambar 4. 9 Hasil Training Model B dengan Rasio 80:20.....	37
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Testing Model B dengan Rasio 80:20 .....	38
Gambar 4. 11 Hasil Training Model B dengan Rasio 70:30.....	39
Gambar 4. 12 Grafik Hasil Testing Model B dengan Rasio 70:30 .....	40
Gambar 4. 13 Hasil Training Model C dengan Rasio 90:10.....	41
Gambar 4. 14 Grafik Hasil Testing Model C dengan Rasio 90:10 .....	42
Gambar 4. 15 Hasil Training Model C dengan Rasio 80:20.....	43
Gambar 4. 16 Grafik Hasil Testing Model C dengan Rasio 80:20 .....	44
Gambar 4. 17 Hasil Training Model C dengan Rasio 70:30.....	45
Gambar 4. 18 Grafik Hasil Testing Model C dengan Rasio 70:30 .....	46
Gambar 4. 19 Hasil Training Model D dengan Rasio 90:10.....	47
Gambar 4. 20 Grafik Hasil Testing Model D dengan Rasio 90:10 .....	49
Gambar 4. 21 Hasil Training Model D dengan Rasio 80:20.....	49
Gambar 4. 22 Grafik Hasil Testing Model D dengan Rasio 80:20 .....	51
Gambar 4. 23 Hasil Training Model D dengan Rasio 70:30.....	51
Gambar 4. 24 Grafik Hasil Testing Model D dengan Rasio 70:30 .....	53
Gambar 4. 25 Hasil Training Model E dengan Rasio 90:10 .....	54
Gambar 4. 26 Grafik Hasil Testing Model E dengan Rasio 90:10 .....	55
Gambar 4. 27 Hasil Training Model E dengan Rasio 80:20 .....	56
Gambar 4. 28 Grafik Hasil Testing Model E dengan Rasio 80:20 .....	57
Gambar 4. 29 Hasil Training Model E dengan Rasio 70:30 .....	58
Gambar 4. 30 Grafik Hasil Testing Model E dengan Rasio 70:30 .....	59
Gambar 4. 31 Hasil Training Model F dengan Rasio 90:10 .....	60
Gambar 4. 32 Grafik Hasil Testing Model F dengan Rasio 90:10.....	61
Gambar 4. 33 Hasil Training Model F dengan Rasio 80:20 .....	62
Gambar 4. 34 Grafik Hasil Testing Model E dengan Rasio 80:20 .....	63
Gambar 4. 35 Hasil Training Model F dengan Rasio 70:30 .....	64

Gambar 4. 36 Grafik Hasil Testing Model F dengan Rasio 70:30.....	65
Gambar 4. 37 Hasil Training Model G dengan Rasio 90:10.....	66
Gambar 4. 38 Grafik Hasil Testing Model G dengan Rasio 90:10 .....	67
Gambar 4. 39 Hasil Training Model G dengan Rasio 80:20.....	68
Gambar 4. 40 Grafik Hasil Testing Model G dengan Rasio 80:20 .....	69
Gambar 4. 41 Hasil Training Model G dengan Rasio 70:30.....	70
Gambar 4. 42 Grafik Hasil Testing Model G dengan Rasio 70:30 .....	71
Gambar 4. 43 Hasil Training Model H dengan Rasio 90:10.....	72
Gambar 4. 44 Grafik Hasil Testing Model H dengan Rasio 90:10 .....	73
Gambar 4. 45 Hasil Training Model H dengan Rasio 80:20.....	74
Gambar 4. 46 Grafik Hasil Testing Model H dengan Rasio 80:20 .....	75
Gambar 4. 47 Hasil Training Model H dengan Rasio 70:30.....	76
Gambar 4. 48 Grafik Hasil Testing Model H dengan Rasio 70:30 .....	77
Gambar 4. 49 Hasil Root Mean Square Error Tiap Model .....	80
Gambar 4. 50 Hasil Mean Absolute Percentage Error Tiap Model .....	80

## ABSTRAK

Amany, Salma Nabila. 2024. **Prediksi Harga Saham Bank Syariah Indonesia Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T. (II) Hani Nurhayati, M.T.

**Kata kunci:** Prediksi harga saham, Bank Syariah Indonesia, *Long Short-Term Memory*.

Saham merupakan salah satu efek yang banyak diminati masyarakat sebagai sumber pendapatan pasif. Namun, karena sifat harga saham yang fluktuatif bahkan dalam waktu yang singkat, maka prediksi harga saham memiliki peran penting dalam memaksimalkan potensi keuntungan investasi. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga penutupan saham BSI dan memprediksi arah pergerakan harga tersebut menggunakan metode *Long Short-Term Memory* untuk memberikan referensi bagi para calon investor. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga saham BSI sebanyak 734 baris data. Penelitian ini menggunakan 8 model yang masing-masing diuji coba dengan tiga skenario pembagian data. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah kombinasi parameter terbaik dengan parameter 32 *unit LSTM*, 25 *neuron dense*, *batch size* 32, dan 1000 *epoch*, menggunakan rasio data 70:30, menghasilkan RMSE sebesar 36,91 dan MAPE 1,50%. Model ini juga mampu memprediksi arah pergerakan saham dengan akurasi rata-rata 46,79%. Kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah kombinasi parameter dan rasio pembagian data memainkan peran signifikan dalam menentukan performa model LSTM untuk prediksi harga saham, di samping itu penelitian ini juga dapat menyimpulkan bahwa metode LSTM dapat menangani masalah prediksi harga saham khususnya untuk harga saham BSI.

## ABSTRACT

Amany, Salma Nabila. 2024. **The Prediction of Bank Syariah Indonesia Stock Prices Using the Long Short-Term Memory Method.** Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Department Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T. (II) Hani Nurhayati, M.T.

Stocks are one of the most popular securities as a source of passive income. However, due to the volatile nature of stock prices even in a short time, stock price prediction has an important role in maximizing potential investment returns. This study aims to predict the closing price of BSI shares and predict the direction of the price movement using the Long Short-Term Memory method to provide a reference for potential investors. The data used in this study are BSI stock price data totaling 734 rows of data. This research uses 8 models, each of which is tested with three data sharing scenarios. The results obtained in this study are the best parameter combination with 32 LSTM units, 25 dense neurons, batch size 32, and 1000 epochs, using a data ratio of 70:30, resulting in an RMSE of 36.91 and a MAPE of 1.50%. This model is also able to predict the direction of stock movement with an average accuracy of 46.79%. The conclusion based on the results obtained from this research is that the combination of parameters and data division ratio plays a significant role in determining the performance of the LSTM model for stock price prediction, in addition this research can also conclude that the LSTM method can handle stock price prediction problems, especially for BSI stock prices.

**Key words:** Stock price prediction, Bank Syariah Indonesia, Long Short-Term Memory.



## مستخلص البحث

أما، سلمى نبيلة 2024. التنبؤ بأسعار أسهم بنك الشريعة الإندونيسي باستخدام طريقة الذاكرة طويلة وقصيرة الأجل. رسالة جامعية. قسم هندسة المعلوماتية جامعة إسلام نيجيري مولانا مالك إبراهيم مالانج. المستشار: (الأول) د. محمد فيصل، ماجستير في الهندسة المعلوماتية (الثاني) هاني نورهاياتي، ماجستير في الهندسة المعلوماتية .

**الكلمات الرئيسية:** التنبؤ بأسعار الأسهم، بنك الشريعة الإندونيسي، الذاكرة طويلة وقصيرة الأجل.

السهم هي واحدة من أكثر الأوراق المالية شيوعًا كمصدر للدخل السلي. ومع ذلك، ونظرًا لطبيعة أسعار الأسهم المتقلبة حتى في وقت قصير، فإن التنبؤ بأسعار الأسهم له دور مهم في تعظيم عوائد الاستثمار المحتملة. تهدف هذه الدراسة إلى التنبؤ بسعر إغلاق والتنبؤ باتجاه حركة السعر باستخدام طريقة الذاكرة قصيرة الأجل وطويلة الأجل لتوفير مرجع للمستثمرين المحتملين. البيانات BSI سهم المستخدمة في هذه الدراسة هي بيانات سعر سهم البنك السعودي للاستثمار بإجمالي 734 صفًا من البيانات. يستخدم هذا البحث 8 نماذج، تم اختبار كل منها مع ثلاثة سيناريوهات لمشاركة البيانات. النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة هي أفضل مجموعة ، و 25 خلية عصبية كثيفة، وحجم الدفعة 32، و 1000 حقبة باستخدام نسبة بيانات 70:30، مما LSTM مع 32 قدره 1.50%. يمكن للنموذج أيضًا التنبؤ باتجاه حركة السهم بمتوسط دقة MAPE قدره 36.91 و RMSE أدى إلى معدل 46.79%. الاستنتاج الذي تم التوصل إليه بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها من هذا البحث هو أن مجموعة المعلمات ونسبة للتنبؤ بأسعار الأسهم، بالإضافة إلى ذلك، يمكن لهذا البحث أيضًا LSTM تقسيم البيانات تلعب دورًا مهمًا في تحديد أداء نموذج BSI. يمكنها التعامل مع مشكلات التنبؤ بأسعار الأسهم، خاصةً بالنسبة لأسعار أسهم LSTM أن يستنتج أن طريقة

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pasar modal adalah sebuah tempat untuk berbagai instrumen keuangan jangka panjang yang dapat diperdagangkan, salah satunya adalah saham. Transaksi perdagangan harga saham merupakan bentuk investasi yang cukup diminati oleh masyarakat, salah satu alasan berinvestasi dengan saham ini menjadi pilihan masyarakat adalah karena dapat menjadi sumber pendapatan lain yang biasa disebut dengan pendapatan pasif atau *passive income* (Midesia, 2020). Harga saham adalah salah satu indikator pembelian yang digunakan oleh para investor, hal ini dikarenakan tinggi atau rendahnya harga saham dapat menjadi pertimbangan sebelum mengambil keputusan dalam menjual atau menanamkan saham yang bertujuan untuk mendapatkan *return* yang tinggi (Warouw et al., 2022). Maka dari itu, dalam melakukan investasi saham kita perlu melakukan analisis serta mempelajari bagaimana cara memprediksi harga saham berdasarkan data historis dengan menerapkan sebuah metode atau cara tertentu untuk mendapatkan *capital gain* atau keuntungan (Puspita & Yuliari, 2019).

Melakukan investasi dengan saham juga perlu dilakukan dengan cermat, yakni dalam memilih emiten apa yang akan dibeli karena tidak semua saham yang dijual oleh suatu emiten menerapkan syariah-syariah Islam. Allah *Subhanahu wa ta'ala* berfirman dalam Q.S an-Nisa ayat 29 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا

“Wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu memakan harta sesamamu dengan cara yang batil (tidak benar), kecuali berupa perniagaan atas dasar suka sama suka di antara kamu. Janganlah kamu membunuh dirimu. Sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu.” (Q.S an-Nisa: 29).

Dalam ayat tersebut, dijelaskan bahwa Allah *Subhanahu wa ta'ala* melarang untuk mengambil harta dengan cara yang batil. Maka dari itu, pemilihan saham secara bijak berdasarkan industrinya juga perlu diperhatikan. Hal ini dilakukan karena mengingat adanya prinsip syariah yang perlu diikuti dalam melakukan investasi melalui saham agar terhindar dari *maisyr*, *gharar* dan *riba* (Yustati, 2017).

Bursa Efek Indonesia (BEI) adalah sebuah lembaga pasar modal terpercaya di Indonesia yang menawarkan investasi bagi para investor yang tertarik untuk melakukan investasi pada perusahaan yang dipercayai. *Jakarta Islamic Index* (JII) adalah indeks saham yang menganut pedoman syariah paling likuid yang tercatat di BEI. Salah satu saham syariah yang terindeks oleh JII adalah BRIS yakni milik PT Bank Syariah Indonesia Tbk yang merupakan industri perbankan berbasis syariah. Potensi yang dimiliki emiten syariah BRIS cukup prospektif, hal ini ditunjukkan dengan menguatnya harga penutupan saham tersebut. Namun, perlu diingat bahwa saham masih tetap memiliki sifat yang fluktuatif atau tidak menentu setiap harinya. Maka dari itu, salah satu permasalahan yang muncul dalam melakukan investasi dengan saham adalah bagaimana cara para investor dapat mengetahui perubahan harga. Harga saham sendiri memiliki data historis harian yang meliputi harga pembukaan (*open price*), saat sedang tinggi maupun saat

berada di nilai terendah (*high and low*), hingga harga penutupan (*close price*) (Stiawan, 2021). Dengan adanya data ini, maka melakukan prediksi terhadap harga saham dapat dilakukan untuk membantu para investor dalam membuat keputusan melakukan transaksi saham.

Dalam melakukan penelitian ini, metode pendekatan yang dilakukan adalah mengenali pola dengan mempelajarinya dari contoh yang telah dicoba sebelumnya agar sistem dapat menemukan hasil yang diinginkan (Hasanati & Dwiny Meidelfi, 2020). *Recurrent Neural Network* (RNN) merupakan metode jaringan saraf tiruan yang dirancang dengan arsitektur pemrosesan yang berulang. Data yang digunakan dalam RNN berbentuk data sekuensial yang diproses dengan melalui beberapa lapisan (*layer*) secara bertahap, metode ini termasuk dalam kategori *deep learning* (Faishol dkk., 2020). *Long Short-Term Memory* (LSTM) adalah salah satu dari banyak jenis RNN yang mampu menyimpan informasi data dari tahap sebelumnya dan menggunakannya untuk prediksi di masa depan. Pada metode LSTM, data diseleksi untuk menentukan mana yang akan digunakan dalam proses berikutnya dan mana yang perlu dilupakan agar tidak diproses lebih lanjut. Proses ini dijalankan oleh arsitektur LSTM yang memiliki tiga jenis gerbang (*gate*): *input gate*, *forget gate*, dan *output gate*. Ketiga gerbang ini berfungsi untuk memutuskan kapan data harus dibuang, disimpan, atau dihasilkan sebagai *output* (Khalil et al., 2019).

Kemampuan metode LSTM dalam memprediksi data *time series* ditunjukkan dalam penelitian yang pernah dilakukan oleh (Prasetyo et al., 2022) yakni prediksi harga emas menggunakan LSTM, data yang digunakan dalam sistem prediksi ini

adalah data sekuensial *time series* harga emas dengan durasi sekitar 48 minggu. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode LSTM mampu melakukan prediksi harga emas dengan akurasi yang cukup baik yakni 87.84%. Dengan begitu, dapat disimpulkan bahwa algoritma jaringan LSTM lebih baik dalam menangani prediksi data yang bersifat *time series* (Sen et al., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, maka keputusan dalam penelitian ini untuk menggunakan metode LSTM terhadap prediksi harga saham BRIS sebagai saham syariah didasari karena kelebihan yang dimiliki oleh metode tersebut yakni kemampuannya dalam melakukan prediksi terhadap data yang bersifat *time series*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana performa yang dilakukan oleh metode *Long Short-Term Memory* dalam memprediksi harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk berdasarkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) serta performa model tersebut dalam memprediksi arah pergerakan harga saham?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian berdasarkan masalah yang disebutkan adalah mengetahui performa dengan mengukur tingkat *error* dari implementasi metode *Long Short-Term Memory* dalam memprediksi harga saham PT Bank Syariah Indonesia Tbk dan mengetahui akurasi dalam memprediksi arah pergerakannya.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, selain mengharapkan tujuan penelitian tercapai, penulis juga berharap hasil akhir dari penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk pembaca. Adapun manfaat yang diinginkan antara lain:

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dengan menerapkan metode *Long Short-Term Memory* dalam melakukan prediksi pada bidang ekonomi.
2. Mengetahui performansi prediksi berdasarkan nilai *error* yang didapatkan pada penerapan metode *Long Short-Term Memory* untuk memprediksi harga saham syariah.

#### 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka ditetapkan batasan permasalahan untuk melakukan penelitian ini antara lain:

1. Data yang digunakan adalah data saham syariah milik PT Bank Syariah Indonesia Tbk (BRIS) yang bersumber dari Yahoo Finance dengan periode mulai dari 1 Maret 2021 – 1 Maret 2024.
2. Parameter data yang akan digunakan adalah data harga penutup harian saham (*close price*).
3. Pengukuran tingkat *error* pada program menggunakan perhitungan *Root Mean Square Error* dan *Mean Absolute Percentage Error*.

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh (Sabar Sautomo & Hilman Ferdinandus Pardede, 2021) yakni membuat rancangan atau desain metodologi untuk melakukan prediksi terhadap pengeluaran belanja pemerintah Indonesia. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Kementrian Keuangan Republik Indonesia yang berikutnya akan diproses menggunakan dua model yakni *Long Short-Term Memory* dan ARIMA. Penelitian ini menghasilkan permodelan LSTM dengan performa *Root Mean Square Error* sebesar 0.4820, sementara untuk permodelan ARIMA menghasilkan performa *Root Mean Square Error* sebesar 0.7134. Dengan begitu, dapat disimpulkan bahwa permodelan prediksi menggunakan LSTM menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan pemodelan *Auto Regressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

Penelitian yang dilakukan oleh (Bathla, 2020) tentang prediksi harga saham menggunakan metode LSTM dan SVR, permodelan yang digunakan pada algoritma LSTM menggunakan 7 *hidden layer*. Data yang digunakan sebagai *input* pada penelitian ini adalah *close price* dari tujuh indeks saham dengan periode Januari 2015 hingga Juni 2019 sebagai data *training* dan Juli 2019 hingga Januari 2020 digunakan sebagai data *testing* dan validasi. Hasil dari penelitian ini adalah perhitungan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pada salah satu hasil prediksi indeks saham yakni Dow Jones Industrial Average, permodelan LSTM

mendapatkan nilai MAPE sebesar 1.09, sementara untuk permodelan SVR mendapatkan nilai MAPE sebesar 1.78. Eksperimen tersebut membuktikan bahwa performa LSTM mengungguli SVR dan menghasilkan akurasi prediksi yang lebih baik terhadap harga saham.

Penelitian yang dilakukan oleh (Agusta et al., 2021) adalah sebuah penelitian yang bertujuan untuk memprediksi harga saham pada sektor farmasi dengan menggunakan metode LSTM. Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data harga saham milik perusahaan Kalbe Farma mulai Januari 2018 sampai dengan Desember 2020. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah LSTM dengan 2 *hidden layer*, hasil dari penelitian ini berupa model dengan kombinasi paramater terbaik dengan *epoch* sebanyak 200, *batch size* sebesar 10 dan jumlah unit sebanyak 50. Model tersebut menghasilkan *average* RMSE dengan nilai 27.310, nilai loss 0.0029 dan waktu komputasi selama 322.28 detik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Rosyd et al., 2024) tentang prediksi saham dengan LSTM, data yang digunakan sebagai objek adalah harga saham PT Bank Central Asia dengan rentang waktu 1 Januari 2020 hingga 30 Oktober 2023. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah LSTM dengan 2 *hidden layer* dan setiap lapisan memiliki unit sebanyak 50, selain itu *dense layer* juga memiliki neuron sebanyak 25. Hasil penelitian ini mneunjukkan nilai *error* model LSTM dengan metriks RMSE sebesar 40.85, MAPE sebesar 0.71%, dan MSE sebesar 6662.7.

Penelitian tentang prediksi saham dilakukan oleh (Ho et al., 2021) menggunakan metode ARIMA, *Neural Network*, dan LSTM untuk



membandingkan setiap metode tersebut dan mengukur tingkat *error*-nya berdasarkan nilai MAPE serta RMSE. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga penutupan harian FTSE Bursa Malaysia selama periode satu tahun mulai dari Januari 2020 hingga Januari 2021, pembagian data untuk *testing* dan *training* dalam penelitian ini adalah 70:30. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model LSTM dengan 3 *hidden layer* memiliki performa terbaik dalam prediksi harga saham Bursa Malaysia karena memiliki nilai MAPE dan RMSE yang paling kecil yakni MAPE untuk *testing* sebesar 0.8184 dan RMSE sebesar 16.8410.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah disebutkan mengenai penerapan metode *Long Short-Term Memory*, diperoleh hasil studi pustaka seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Penerapan Long Short-Term Memory

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Sabar, S. & Pardede, H. F. (2021)	Prediksi Belanja Pemerintah Indonesia Menggunakan <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	<i>Long Short-Term Memory</i> dan ARIMA	Penelitian ini menghasilkan permodelan LSTM dengan performa RMSE sebesar 0.4820, sementara untuk ARIMA menghasilkan performa RMSE sebesar 0.7134. Permodelan dengan LSTM menghasilkan performa lebih baik dibandingkan dengan ARIMA.
Bathla, G. (2020)	Stock Price prediction using LSTM and SVR	<i>Long Short-Term Memory</i> dan SVR	Pada salah satu hasil prediksi indeks saham, permodelan LSTM mendapatkan nilai MAPE sebesar 1.09, sementara untuk permodelan SVR mendapatkan nilai MAPE sebesar 1.78. Penelitian ini membuktikan bahwa

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
			performa LSTM mengungguli SVR dalam melakukan prediksi terhadap saham.
Agusta, A., Ernawati, I., & Muliawati, A. (2021).	Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Sektor Farmasi Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory	<i>Long Short-Term Memory</i>	Penelitian untuk memprediksi harga ini menghasilkan performa LSTM dengan nilai <i>average</i> RMSE sebesar 27.310, nilai loss 0.0029 dan waktu komputasi selama 322.28 detik.
Rosyd, A., Irma Purnamasari, A., & Ali, I. (2024).	Penerapan Metode Long Short-Term Memory (LSTM) Dalam Memprediksi Harga Saham PT Bank Central Asia	<i>Long Short-Term Memory</i>	Hasil dari penelitian tentang prediksi saham dengan menerapkan metode LSTM ini berupa nilai metrik RMSE sebesar 40.85, MAPE sebesar 0.71%, dan MSE sebesar 6662.7.
Ho, M K., Darman, H., & Musa, S. (2021).	Stock Price Prediction Using ARIMA, Neural Network and LSTM Models	ARIMA, NN, <i>Long Short-Term Memory</i>	Hasil dari penelitian ini berupa nilai MAPE dan RMSE dari model dengan metode terbaik yakni LSTM dengan 3 <i>hidden layer</i> . Model tersebut menghasilkan MAPE untuk <i>testing</i> sebesar 0.8184 dan RMSE sebesar 16.8410.

## 2.2 Saham Syariah

Perkembangan ekonomi syariah menghasilkan adanya kemajuan dalam pasar modal di Indonesia, salah satu buktinya adalah munculnya saham syariah dalam pasar modal. Saham syariah adalah efek yang berbentuk saham dan tidak bertentangan dengan prinsip-prinsip syariah dalam pasar modal. Saham syariah

yang tercatat dalam pasar modal syariah di Indonesia masuk ke dalam Daftar Efek Syariah (DES) yang diterbitkan oleh OJK secara berkala (IDX, 2024). Saham yang sesuai dengan prinsip syariah akan melalui seleksi yang dilakukan oleh Bursa Efek Indonesia, ketentuan seleksi saham syariah ini diatur dalam Peraturan OJK Nomor 35 /POJK.04/2017 tentang kriteria dan penerbitan daftar efek syariah. Setelah saham melalui seleksi, selanjutnya akan terdaftar dalam indeks saham syariah. Salah satu indeks saham berbasis syariah pertama adalah *Jakarta Islamic Index* (JII) yang diresmikan oleh Bursa Efek Indonesia pada 3 Juli 2000 (Hartati, 2021).

Konsep berinvestasi terhadap saham syariah didasarkan dengan prinsip moralitas dan keadilan sehingga investasi syariah ini dilakukan agar terhindar dari yang *maisyr*, *gharar* dan *riba*. Prinsip islam yang terdapat dalam pasar modal syariah Indonesia mengarah pada peraturan yang dibuat oleh OJK No.15/POJK.04/2015 mengenai prinsip berdasarkan hukum Islam dalam kegiatan yang dilakukan pada pasar modal, peraturan ini juga didasarkan dengan fatwa DSN-MUI. Fatwa DSN-MUI merupakan salah satu rujukan utama dalam pelaksanaan kegiatan pasar modal syariah di Indonesia (Suhendar, 2019).

Salah satu emiten syariah yang terdaftar dalam indeks JII adalah saham yang dimiliki oleh PT. Bank Syariah Indonesia Tbk dengan nama BRIS. Saham ini terindeks oleh Bursa Efek Indonesia setelah melalui seleksi dengan kriteria yang ditentukan oleh OJK, beberapa kriteria yang membuat emiten ini lolos dari kriteria tersebut yakni:

- a. Tidak melakukan kegiatan usaha perjudian;

- b. Tidak melakukan perdagangan yang dilarang menurut syariah, seperti penawaran palsu dan perdagangan tanpa menjual barang atau jasa;
- c. Bukan termasuk jasa keuangan yang ribawi;
- d. Tidak melakukan jual beli resiko yang *gharar* dan/atau *maisir*;
- e. Tidak memproduksi, mendistribusikan, dan/atau memperjualbelikan barang atau jasa yang haram (baik *haram li-dzatihi* maupun *haram lighairi*) yang ditetapkan oleh;
- f. Tidak melakukan segala bentuk transaksi yang melibatkan suap;
- g. Total utang berbasis bunga yang dimiliki emiten tidak melebihi 45% dari total aset, atau total pendapatan bunga dan pendapatan tidak halal lainnya tidak melebihi dari 10% dari total pendapatan usaha.

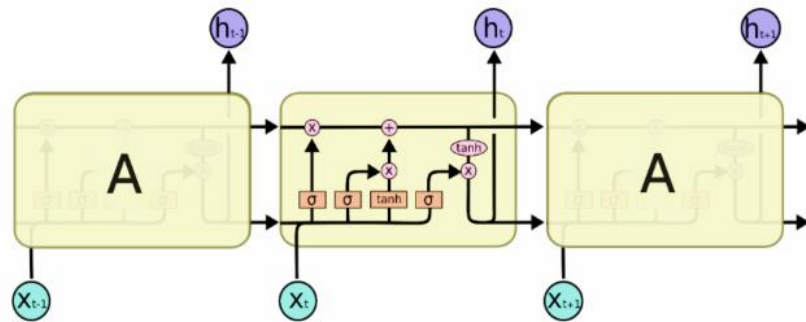
Berdasarkan kriteria yang disebutkan, maka saham BRIS termasuk dalam saham syariah yang diakui oleh OJK dan didasarkan dengan fatwa DSN-MUI. Hal ini dikarenakan emiten tersebut adalah bank yang beroperasi dengan prinsip-prinsip syariah dan bekerja di bawah BUMN.

### **2.3 Long Short-Term Memory (LSTM)**

*Long Short-Term Memory* (LSTM) adalah sebuah metode yang menerapkan arsitektur *Recurrent Neural Network* (RNN), pengembangan metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Hochreiter dan Schmidhuber pada tahun 1997. Jaringan saraf tiruan yang berulang atau RNN sangat sulit untuk dilatih dalam mengatasi masalah *vanishing gradient*, maka dari itu pendekatan ini dikembangkan untuk mengatasi kekurangan dari RNN dalam mempelajari data yang memiliki ketergantungan jangka panjang (Van Houdt et al., 2020).

Jaringan LSTM memiliki unit nonlinier dengan struktur unik yang memungkinkan jaringan untuk mempelajari kapan harus membuka atau menutup gerbang, sehingga dapat mengatur aliran error secara stabil. Maka dari itu, jaringan LSTM dapat memperkirakan informasi jangka panjang dengan penundaan yang signifikan dengan mempercepat algoritma dari RNN konvensional (Sagheer & Kotb, 2019). Arsitektur LSTM sendiri juga berbeda jika dibandingkan dengan jaringan RNN konvensional yang hanya menggunakan satu jaringan syaraf tunggal, LSTM memiliki empat lapisan yang terdiri atas tiga gerbang atau gates yang saling berperan untuk melindungi *cell state*. Lapisan tersebut adalah *forget gate*, *input gate*, *cell state*, dan *output gate*.

Kunci utama dalam struktur LSTM adalah *cell state* atau *memory cell* yang berjalan secara lurus melalui rantai jaringan dan memiliki kemampuan untuk menambah atau menghapus informasi, proses tersebut diatur dengan hati-hati oleh *gates* atau gerbang. *Gates* ini merupakan sebuah metode yang digunakan dalam jaringan LSTM yang berfungsi untuk melakukan proses seleksi pada setiap informasi yang didapatkan ke dalam *cell*. Unit model jaringan LSTM memiliki bentuk arsitektur yang mirip seperti rantai, hampir menyerupai bentuk RNN konvensional namun setiap gerbang yang terdapat dalam jaringan LSTM tersebut saling berinteraksi dengan cara yang unik.

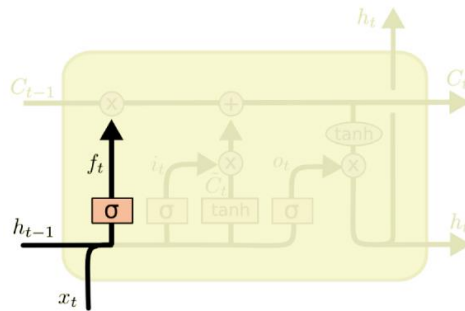


Gambar 2. 1 Struktur Sel Jaringan LSTM  
Sumber: (Olah, 2015)

Dalam struktur LSTM, seperti yang telah disebutkan, terdapat sel-sel serta gerbang yang saling berkomunikasi. Setiap bagian dari LSTM memiliki perannya masing masing, berikut ini adalah proses setiap tahapan yang dilakukan pada setiap gerbang yang menyusun LSTM:

a. *Forget Gate*

*Forget gate* adalah salah satu gerbang yang terdapat dalam jaringan LSTM sekaligus sebagai gerbang yang dijalankan dalam tahapan pertama, gerbang ini memiliki fungsi untuk memutuskan informasi yang akan digunakan atau yang akan dibuang dalam *cell state*. Dalam gerbang ini,  $h_{t-1}$  dan  $x_t$  akan diproses oleh lapisan *sigmoid* sehingga nilai  $f_t$  yang dihasilkan berupa nilai dengan *range*  $[0,1]$ . Angka 1 menunjukkan bahwa informasi akan disimpan, sementara angka 0 menunjukan bahwa informasi akan dibuang.



Gambar 2. 2 *Forget Gate* pada Jaringan LSTM  
Sumber: (Olah, 2015)

Persamaan yang digunakan untuk *forget gate* adalah sebagai berikut:

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (2.1)$$

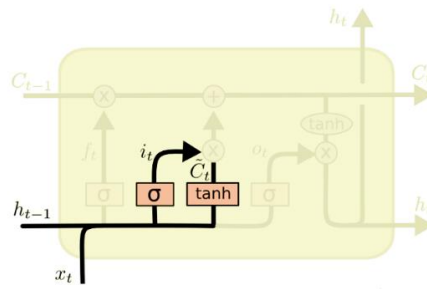
Keterangan:

- $f_t$  = Nilai *forget gate* pada *timestep* t
- $\sigma$  = Fungsi *sigmoid*
- $W_f$  = Bobot *forget gate*
- $h_{t-1}$  = Nilai *output* pada time step t-1.
- $x_t$  = Nilai *input* pada time step t.
- $b_f$  = Bias *forget gate*

Setelah perhitungan selesai dan mendapatkan hasil *output* dari proses yang dilakukan oleh *forget gate*, maka tahapan selanjutnya informasi akan masuk dalam gerbang *input*.

#### b. *Input Gate*

*Input gate* berperan dalam membuat keputusan apakah informasi akan disimpan dalam *cell state*. Dalam melakukan proses tersebut, *input gate* dibagi menjadi dua bagian yakni fungsi *sigmoid* yang berperan untuk menentukan nilai mana yang akan diperbarui dan fungsi *tanh* yang berperan untuk membuat sebuah vektor dari nilai-nilai yang didapatkan oleh persamaan  $C'_t$  yang dapat ditambahkan dalam *cell state*.



Gambar 2. 3 *Input Gate* pada Jaringan LSTM  
Sumber: (Olah, 2015)

Ada dua persamaan yang digunakan untuk *input gate*, yakni persamaan yang ditunjukkan pada (2.2) dan (2.3) sebagai berikut:

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (2.2)$$

$$C'_t = \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c) \quad (2.3)$$

Keterangan:

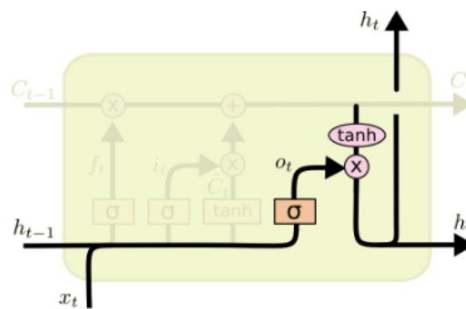
- $i_t$  = Nilai *input gate* pada *timestep* t
- $\sigma$  = Fungsi *sigmoid*
- $W_i$  = Bobot *forget gate*
- $h_{t-1}$  = Nilai *output* pada time step t-1.
- $x_t$  = Nilai *input* pada time step t.
- $b_i$  = Bias *forget gate*
- $C'_t$  = Nilai yang akan masuk dalam *cell state* baru
- $\tanh$  = Fungsi *tanh*
- $W_c$  = Bobot pada operasi *cell state* yang diperbarui
- $b_c$  = Bias operasi *cell state* yang diperbarui

Setelah mendapatkan hasil *output* dari operasi *forget gate* dan *input gate*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perkalian dari nilai  $f_t$  dengan nilai *state* sebelumnya yakni  $C_{t-1}$ . Berikutnya, hasil perkalian tersebut ditambahkan dengan  $i_t * C_t$ . Operasi ini dilakukan untuk melakukan *update* atau pembaruan dalam *cell state* yang merupakan sebuah sel yang bekerja sebagai memori tambahan yang berada di dalam jaringan LSTM. Kemudian tahap selanjutnya yang merupakan tahap terakhir setelah operasi ini selesai adalah menjalankan *output gate*.



c. *Output Gate*

Pada gerbang *output*, keluaran yang dihasilkan berdasarkan pada *cell state* namun dalam versi yang telah difilter. Dalam gerbang ini, sebuah lapisan pertama yakni *sigmoid* layer akan dijalankan untuk menentukan bagian dari *cell state* yang akan menjadi hasil *output*. Setelah itu, *cell state* akan diproses dengan fungsi *tanh* yang memiliki tujuan agar nilai yang didapatkan berada pada *range* -1 dan 1. Berikutnya hasil tersebut akan dikalikan dengan *output* dari *sigmoid layer* yang telah didapatkan sebelumnya. Proses pada *output gate* ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 *Output Gate* pada Jaringan LSTM  
Sumber: (Olah, 2015)

Terdapat dua persamaan yang digunakan dalam *output gate*, yakni persamaan (2.4) dan (2.5) yang masing-masingnya adalah persamaan yang digunakan dalam operasi *sigmoid layer* dan fungsi *tanh*.

$$o_t = \sigma(W_o \cdot x_t + W_o \cdot h_{t-1} + b_o) \quad (2.4)$$

$$h_t = o_t \cdot \tanh(C_t) \quad (2.5)$$

Keterangan:

- $o_t$  = Nilai *output gate* pada *timestep* t
- $\sigma$  = Fungsi *sigmoid*
- $W_o$  = Bobot *output gate*
- $h_{t-1}$  = Nilai *output* pada *timestep* t-1.
- $x_t$  = Nilai *input* pada *timestep* t.
- $b_o$  = Bias *forget gate*

$h_t$  = Output pada *timestep* t  
 $\tanh$  = Fungsi *tanh*  
 $C_t$  = Cell state pada *timestep* t

#### 2.4 Root Mean Square Error (RMSE)

*Root Mean Square Error* atau disingkat menjadi RMSE adalah akar kuadrat dari kesalahan kuadrat rata-rata, perhitungan RMSE dilakukan dengan menghitung selisih antara semua data asli dan dikurangi dengan data hasil prediksi yang dikuadratkan. Lalu kemudian hasil tersebut dijumlahkan secara keseluruhan kemudian membaginya dengan jumlah waktu peramalan, setelah itu nilainya diakarkan. Perhitungan dengan RMSE ini sering digunakan sebagai metrik statistik standar untuk mengukur kinerja model dalam penelitian meteorologi, kualitas udara, dan iklim (Hodson, 2022). Persamaan yang digunakan dalam RMSE ditunjukkan dalam persamaan (2.6) berikut ini:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$Y_i$  = Data aktual pada periode t  
 $\bar{Y}_i$  = Peramalan pada periode t  
 $n$  = Jumlah periode peramalan yang terlibat

#### 2.5 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

*Mean Absolute Percentage Error* atau disingkat menjadi MAPE merupakan salah satu metrik pengukuran yang menyajikan akurasi sebagai persentase dari kesalahan antara nilai aktual dan nilai prediksi. Metrik ini biasanya digunakan dalam model regresi, karena sangat intuitif untuk menjelaskan *relative error*. Nilai perhitungan MAPE memiliki sifat yang sensitif terhadap skala, hal ini disebabkan

karena MAPE akan mendapatkan nilai ekstrem jika nilai aktualnya cukup kecil (Jierula et al., 2021). Persamaan yang digunakan pada perhitungan MAPE ditunjukkan dalam persamaan (2.7) berikut ini:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \bar{Y}_i}{Y_i} \right| \cdot 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan:

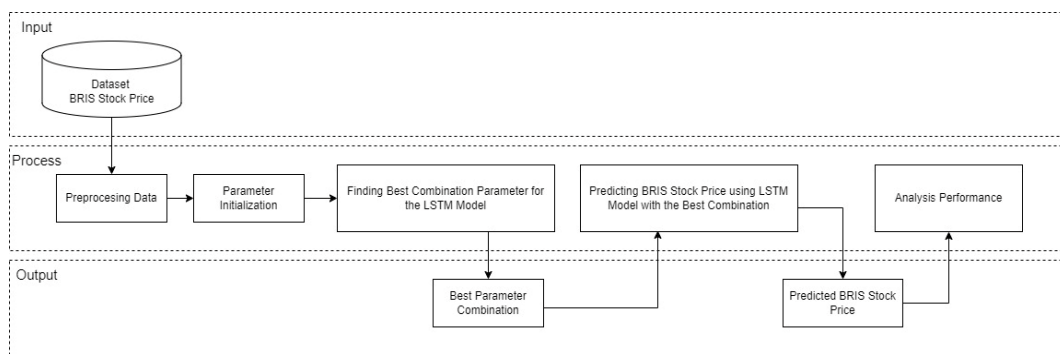
$Y_i$  = Data aktual  
 $\bar{Y}_i$  = Data hasil prediksi  
 $n$  = Jumlah nilai data

## BAB III

### DESAIN DAN IMPLEMENTASI

#### 3.1 Desain Sistem

Desain sistem yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan oleh *flowchart* pada Gambar 3.1. Dalam diagram tersebut terdapat alur proses sistem mulai dari *preprocessing*, proses *learning* oleh model hingga hasil prediksi dari metode LSTM.

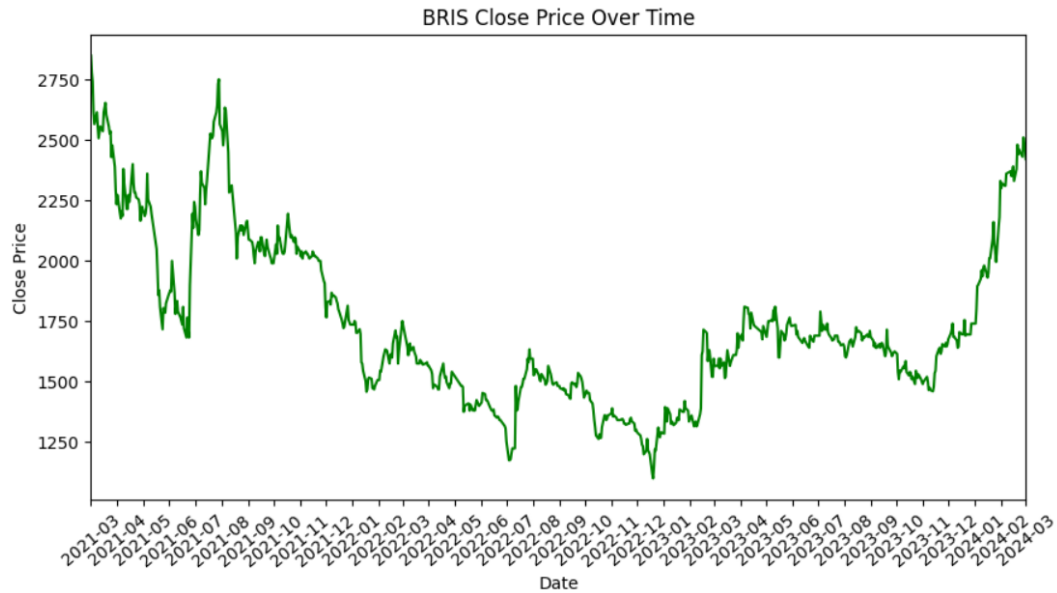


Gambar 3. 1 Desain Sistem

#### 3.2 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang berisi data historis harga saham milik PT Bank Syariah Indonesia Tbk dengan kode emiten BRIS. Data ini diambil melalui situs website Yahoo Finance dengan rentang waktu harga saham mulai dari 1 Maret 2021 – 1 Maret 2024. Penelitian ini dilakukan untuk memprediksi harga penutupan saham atau *closing price*, sehingga dataset ini terdiri dari 734 baris data dengan dua atribut yang dipilih yakni “Date” dan “Close” dengan tipe data masing-masingnya adalah *datetime* dan *float*.

Persiapan data yang akan digunakan ini menggunakan format .csv, berikut ini adalah *plot* untuk data harga saham syariah yang digunakan.



Gambar 3. 2 Dataset Harga Saham BRIS

### 3.3 Preprocessing

*Preprocessing* merupakan sebuah tahapan yang dilakukan dengan tujuan memeriksa data sebelum digunakan dalam sistem, dalam tahapan *preprocessing* ini dilakukan dua tahapan terhadap data yakni melakukan normalisasi data dan *splitting* data. Dalam tahapan pertama dilakukan proses untuk normalisasi data menggunakan *minmax normalization* yang bertujuan untuk mentransformasikan data agar dapat diolah dalam sistem sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal. Teknik normalisasi dengan *minmax normalization* dilakukan dengan menggunakan rumus yang ditunjukkan dalam persamaan (3.1), hasil dari normalisasi menggunakan persamaan tersebut adalah elemen data yang berada dalam rentang [0,1].

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

$x'$  = data setelah normalisasi  
 $x$  = data sebelum normalisasi  
 $x_{min}$  = nilai minimum dari dataset  
 $x_{max}$  = nilai maksimum dari dataset

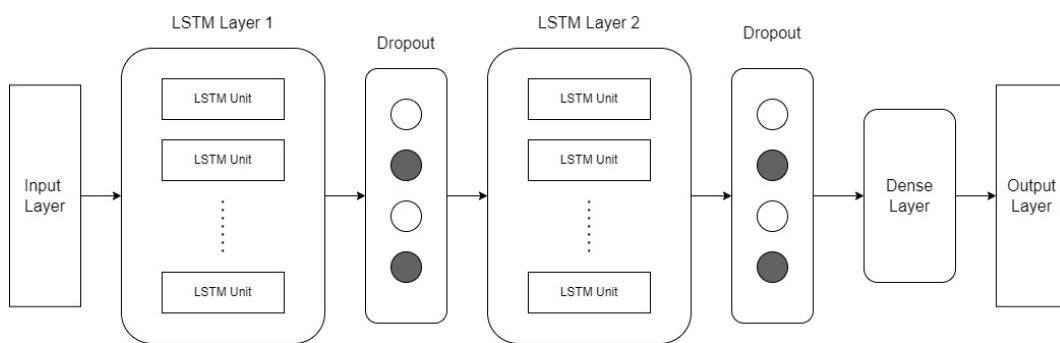
Tahapan *preprocessing* yang berikutnya adalah *splitting data* yang dilakukan untuk membagi dataset menjadi data *training* dan data *testing* (Amal et al., 2021). Pembagian dataset dalam kasus data yang bersifat *time series* tidak dapat dilakukan secara acak. Maka dari itu pembagian data *time series* dilakukan berdasarkan urutan waktu agar dapat mempertahankan urutannya sehingga model dapat belajar dari data sebelumnya dan kemudian diuji pada data masa depan yang belum pernah dilihat. Dalam penelitian ini, dataset akan dibagi dengan rasio 90:10, 80:20, dan 70:30 lalu dilakukan teknik *lookback* untuk membuat urutan data sesuai dengan jumlah periode waktu sebelumnya yang digunakan untuk memprediksi nilai masa depan, data ini berurutan sepanjang *sequence* yang ditentukan. Dalam penelitian ini, panjang *lookback* ditentukan sebanyak 7 sehingga skenario untuk pembagian datasetnya disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Pembagian Dataset

Sub-dataset	Data Test	Data Train
Jumlah data	90% (654 data)	10% (73 data)
	80% (582 data)	20% (145 data)
	70% (509 data)	30% (218 data)

### 3.4 Permodelan *Long Short-Term Memory*

Melakukan permodelan LSTM perlu melewati beberapa tahap sampai mendapatkan model yang sesuai untuk melakukan prediksi terhadap harga saham syariah. Dalam penelitian ini, akan digunakan sebuah arsitektur model dasar untuk LSTM dengan dua *layer* yang masing-masingnya akan memiliki unit sebanyak jumlah yang ditentukan. Dalam membangun model LSTM, jumlah unit dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan (Van Houdt et al., 2020). Arsitektur model dasar LSTM yang akan digunakan ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Arsitektur Model LSTM

Berikutnya dalam tahapan permodelan LSTM adalah melakukan inisialisasi untuk *hyperparameter* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap model dengan beberapa skenario, beberapa parameter penting yang akan ditentukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah *LSTM unit*: Parameter ini menentukan seberapa banyak unit yang ada dalam *layer* LSTM, penentuan unit ini akan menentukan bagaimana kemampuan model serta kompleksitasnya dalam mempelajari data.

2. Jumlah *dense*: Parameter ini menentukan berapa banyak jumlah neuron dalam satu layer *dense* yang berfungsi untuk menentukan tingkat kompleksitas model dan mengurangi potensi *overfitting*,
3. Jumlah *batch size*: Parameter ini menentukan seberapa banyak jumlah sampel data yang akan diproses oleh model dalam waktu yang sama pada saat *training*, sehingga perubahan dalam parameter ini dapat memengaruhi kecepatan dan akurasi saat *training* model.
4. Jumlah *epochs*: Parameter ini menentukan berapa kali sebuah model belajar melalui seluruh data *training* sehingga model dapat mencapai keseimbangan yang baik (tidak *underfitting* atau *overfitting*).

Setelah melakukan inisialisasi terhadap model serta *hyperparameter* yang digunakan, maka model yang telah dibentuk berikutnya akan memasuki proses *training* dan *testing*.

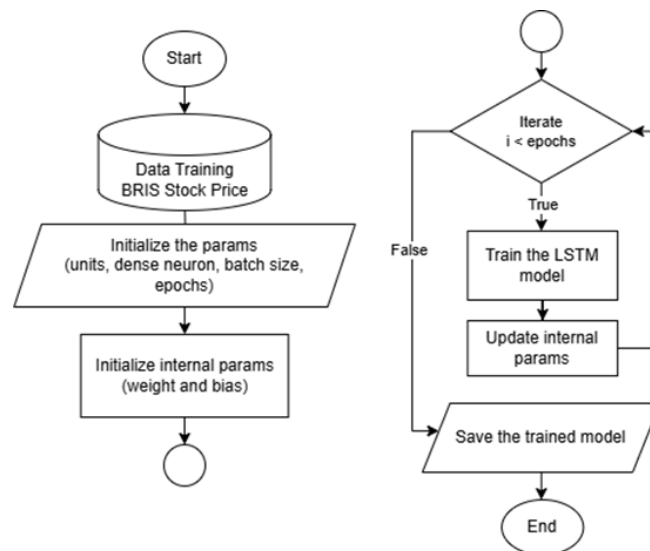
### 3.5 Proses *Training*

Setelah model LSTM telah didapatkan, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah pelatihan terhadap model menggunakan input berupa dataset *training* harga saham syariah BRIS yang telah dinormalisasi. Dalam pelatihan model *Long Short-Term Memory*, langkah pertama yang dilakukan setelah mendapatkan input berupa data *training* yang telah dinormalisasi adalah melakukan inisialisasi bobot dan bias.

Pelatihan model dilakukan dengan menghitung fungsi setiap gates pada tiap *neuron* secara berurutan. Mulai dari menghitung *forget gates*, *input gates*, dan terakhir *output gates*. Jika jumlah iterasi *epochs* telah mencapai jumlah yang telah



ditentukan, maka proses dihentikan dan model yang telah dilatih akan disimpan. Jika belum, akan dilakukan optimisasi menggunakan Adam lalu melakukan *update* pada bobot dan bias lalu iterasi akan berlanjut.



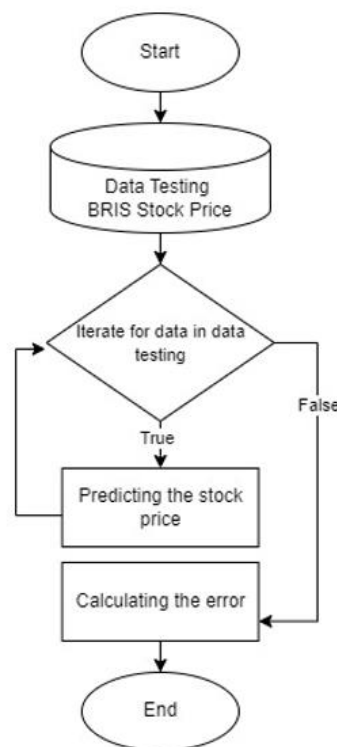
Gambar 3. 4 Flowchart Proses Training Model

### 3.6 Proses Testing

Tahapan berikutnya yang dilakukan setelah model *Long Short-Term Memory* melalui proses pelatihan adalah model akan melalui proses *testing* atau pengujian yang akan dilakukan dengan *input* data *testing* harga saham syariah BRIS yang belum pernah dilihat oleh model pada tahapan-tahapan sebelumnya. Tujuan dilakukannya proses pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kesalahan atau *error* yang nantinya akan digunakan sebagai metrik untuk melihat performansi dari model LSTM yang digunakan untuk prediksi harga saham syariah.

Untuk proses *testing*, langkah pertama yang akan dilakukan adalah mempersiapkan data *testing* yang telah dilakukan *splitting* sebelumnya. Data ini akan digunakan sebagai input, lalu berikutnya akan dilakukan prediksi terhadap

data *testing*. Setelah model selesai melalui proses dan menghasilkan prediksi harga saham syariah, maka selanjutnya hasil tersebut akan dibandingkan dengan data asli atau *groundtruth* untuk mendapatkan nilai *error* berupa *loss* dan *validation loss* yang nantinya akan digunakan untuk mengevaluasi performa model.



Gambar 3. 5 Flowchart Proses Testing Model

### 3.7 Skenario Uji Coba

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian menggunakan skenario dengan masing-masing model yang berbeda untuk mendapatkan kombinasi parameter terbaik. Skenario pengujian ini juga akan dilakukan terhadap *splitting* rasio data yang berbeda, pada Tabel 3.2 disajikan seluruh skenario untuk setiap pengujian yang akan dijalankan.

Tabel 3. 2 Model dan Rasio Split Data

<b>Model</b>	<b><i>Unit LSTM</i></b>	<b><i>Dense</i></b>	<b><i>Batch size</i></b>	<b><i>Rasio Split</i></b>
Model A	64	50	32	90:10 80:20 70:30
Model B	32	50	32	
Model C	64	50	64	
Model D	32	50	64	
Model E	64	25	32	
Model F	32	25	32	
Model G	64	25	64	
Model H	32	25	64	

## BAB IV

### UJI COBA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Uji Coba Model

Dalam tahapan ini, dilakukan uji coba pada setiap model sesuai dengan skenario yang telah disajikan sebelumnya. Pengujian sesuai skenario ini dijalankan oleh model dengan berbagai kombinasi parameter meliputi jumlah unit LSTM, *dense*, *batch size*, dan jumlah *epochs*. Selain itu, pengujian model ini juga akan dilakukan dengan pembagian rasio data antara lain 90:10, 80:20, dan 70:30. Setiap model akan melewati pengujian untuk mengetahui tingkat kesalahan atau *error* yang dihasilkan. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mendapatkan model dengan kombinasi parameter terbaik dari skenario sebelumnya sehingga dapat digunakan untuk memprediksi harga saham Bank Syariah Indonesia.

Tahapan pertama sebelum melakukan proses *testing* adalah mengumpulkan data aktual atau *groundtruth*. Pada penelitian ini, digunakan harga saham Bank Syariah Indonesia. Sampel data harga saham atau *groundtruth* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 *Groundtruth* Harga Saham

Tanggal	Harga
01/03/2021	2847.901855
02/03/2021	2779.630127
03/03/2021	2740.61792
...	...
01/03/2024	2420

Setelah data aktual harga saham telah dikumpulkan, maka model akan melalui tahapan *training*. Berikutnya, jika proses tersebut telah selesai, maka akan dilanjutkan dengan tahapan *testing* yang bertujuan untuk mendapatkan hasil *testing* berupa harga prediksi saham. Hasil prediksi tersebut akan dibandingkan dengan data aktual dan akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *error*. Perhitungan *error* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), sehingga dalam memahami nilai *error* dapat diketahui bahwa semakin rendah nilai RMSE dan MAPE maka semakin tepat hasil prediksi model dengan nilai sebenarnya.

## 4.2 Hasil Uji Coba

Setelah proses pengujian model dilakukan sesuai dengan skenario yang ditentukan yakni sebanyak 24 kali uji coba dengan kombinasi parameter dan rasio pembagian data yang berbeda, maka akan didapatkan hasil berupa prediksi dari harga saham dan perhitungan *error* dengan RMSE dan MAPE. Selain itu, penelitian ini juga akan menampilkan perbandingan prediksi perubahan *movement direction* saham pada data aktual dan hasil prediksi, sehingga dapat diketahui bahwa model juga mampu melakukan prediksi terhadap naik-turunnya saham. Berikut ini adalah pemaparan hasil uji coba dari setiap skenario yang telah dilakukan.

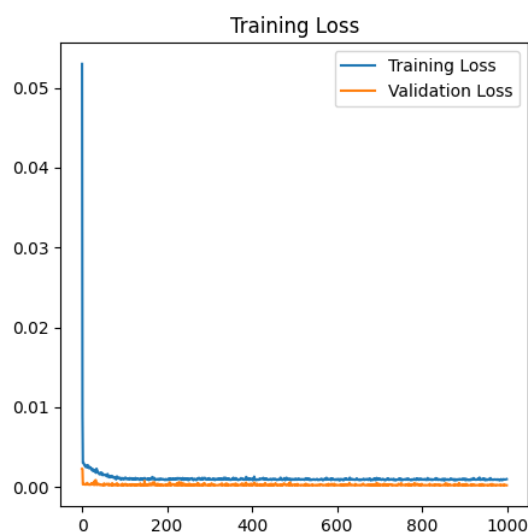
### 4.2.1 Model A

Pada model A dilakukan uji coba dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 64 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 50, *batch size* sebanyak 32, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini

dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam uji coba ini diawali dengan proses *training* pada model A, lalu berikutnya akan dijalankan *testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

#### 4.2.1.1 Model A Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model A dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Hasil *Training* Model A Dengan Rasio 90:10

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham. Perbandingan hasil

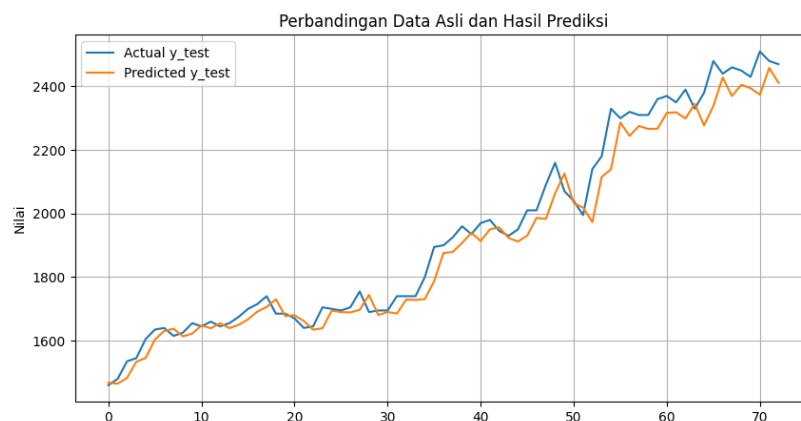
prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.2 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 2 Hasil Prediksi Model A dengan Rasio 90:10

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1460	1467.649	0.523907387	Down	Down	TRUE
1	1480	1464.8079	1.026495856	Down	Up	FALSE
2	1535	1482.7769	3.402159253	Up	Up	TRUE
3	1545	1534.0143	0.711049694	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2411.4573	2.370150794	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang telah dilakukan oleh model A, didapatkan nilai *error* metrik RMSE sebesar 58.85 dan MAPE sebesar 2.13%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 49.32%.

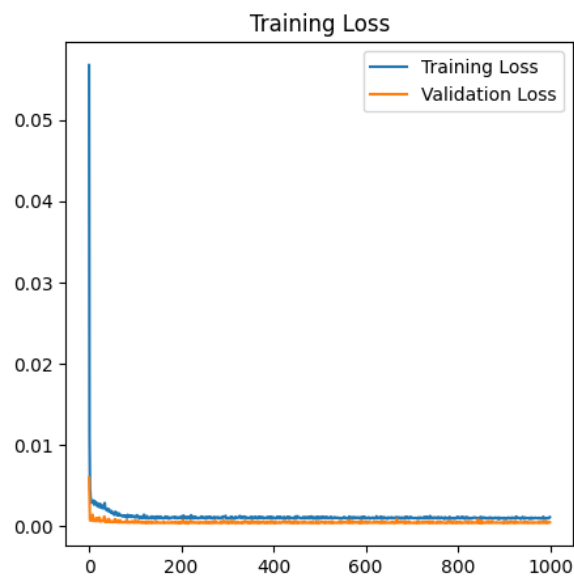
Pada Gambar 4.2 ditampilkan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model A dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 2 Grafik Hasil Testing Model A dengan Rasio 90:10

#### 4.2.1.2 Model A Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model A dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses training model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Hasil *Training* Model A dengan Rasio 80:20

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham. perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada tabel 4.2 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 3 Hasil Prediksi Model A dengan Rasio 80:20

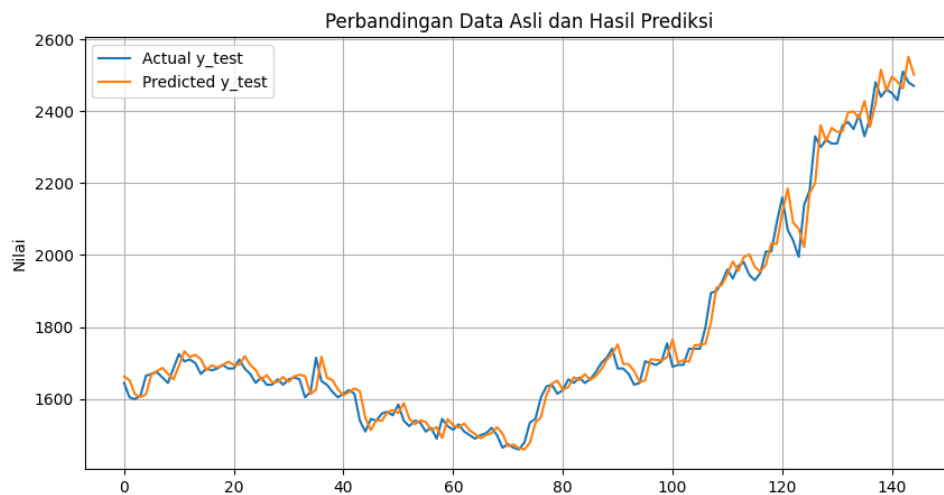
Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1645	1662.6262	1.071502778	Down	Down	TRUE
1	1605	1652.6909	2.971396758	Down	Down	TRUE



Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
2	1600	1613.1467	0.821670532	Down	Down	TRUE
3	1610	1605.8783	0.256006466	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
146	2470	2501.3696	1.270025462	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model A mendapatkan nilai *error* nilai metrik RMSE sebesar 37.64 dan MAPE sebesar 1.52%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 48.28%.

Pada Gambar 4.2 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model A dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

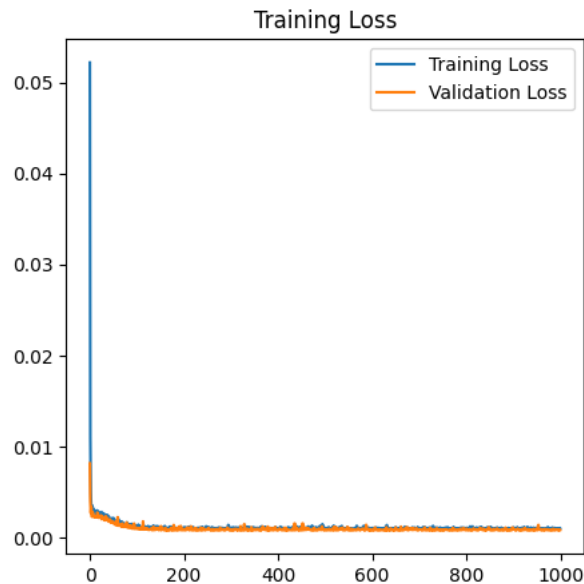


Gambar 4. 4 Grafik Hasil *Testing* Model A dengan Rasio 80:20

#### 4.2.1.3 Model A Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model A dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari

proses training model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hasil *Training* Model A dengan Rasio 70:30

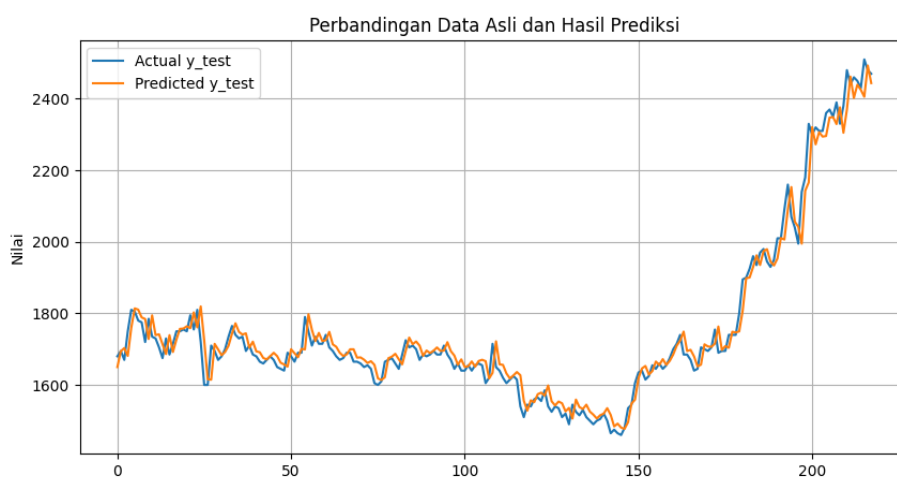
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.4 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 4 Hasil Prediksi Model A dengan Rasio 70:30

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1680	1649.999	1.785772414	Down	Down	TRUE
1	1695	1694.2731	0.04288665	Up	Up	TRUE
2	1670	1703.0482	1.978935196	Up	Down	FALSE
3	1750	1681.063	3.939257813	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2443.7725	1.061843687	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model A mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 39.02 dan perhitungan MAPE sebesar 1.61%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.25%.

Pada Gambar 4.6 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model A dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 6 Grafik Hasil *Testing* Model A dengan Rasio 70:30

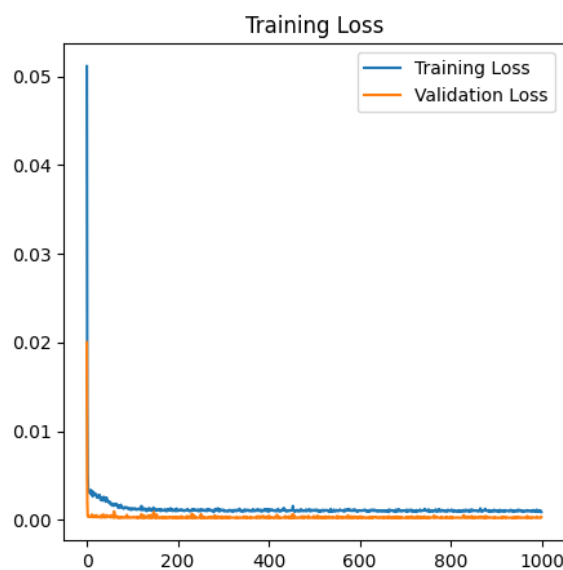
#### 4.2.2 Model B

Selanjutnya, pada model B dilakukan uji coba dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 32 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 50, *batch size* sebanyak 32, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam uji coba ini diawali dengan proses

*training* pada model B, lalu berikutnya akan dijalankan *testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

#### 4.2.2.1 Model B Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model B dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses training model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Hasil *Training* Model B dengan Rasio 90:10

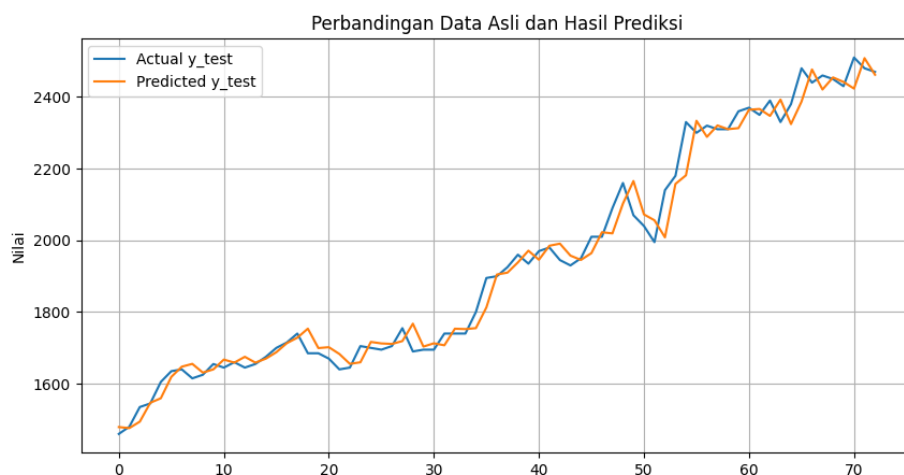
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.5 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 5 Hasil Prediksi Model B dengan Rasio 90:10

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1460	1479.1323	1.310433166	Down	Down	TRUE
1	1480	1476.1941	0.25715596	Down	Up	FALSE
2	1535	1494.2356	2.655661518	Up	Up	TRUE
3	1545	1546.8755	0.121390827	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2461.9639	0.325349507	Down	Down	TRUE

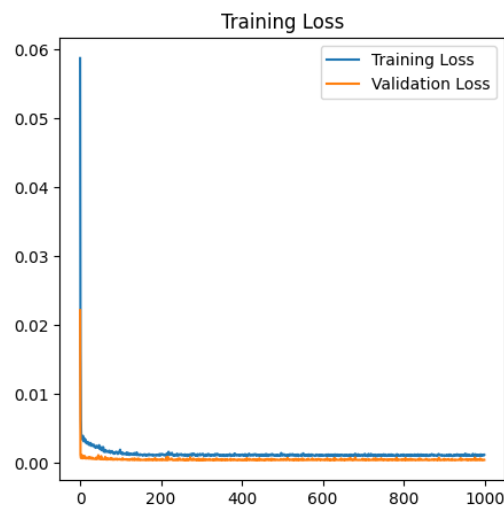
Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model B mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 43.79 dan perhitungan MAPE sebesar 1.61%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 49.32%.

Pada Gambar 4.8 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model B dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

Gambar 4. 8 Grafik Hasil *Testing* Model B dengan Rasio 90:10

#### 4.2.2.2 Model B Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model B dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses training model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Hasil Training Model B dengan Rasio 80:20

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.6 dengan presentase *error* tiap prediksi.

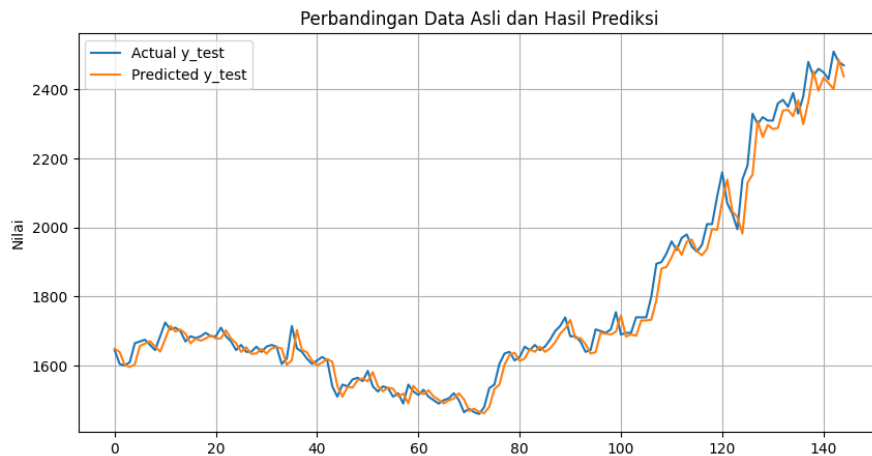
Tabel 4. 6 Hasil Prediksi Model B dengan Rasio 80:20

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1645	1649.061	0.246871438	Down	Down	TRUE
1	1605	1639.4803	2.148308204	Down	Down	TRUE
2	1600	1602.0387	0.127418518	Down	Down	TRUE
3	1610	1596.016	0.868571974	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
144	2470	2437.9277	1.298472293	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model B mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 41.09 dan perhitungan MAPE sebesar 1.55%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.59%.

Pada Gambar 4.10 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model B dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

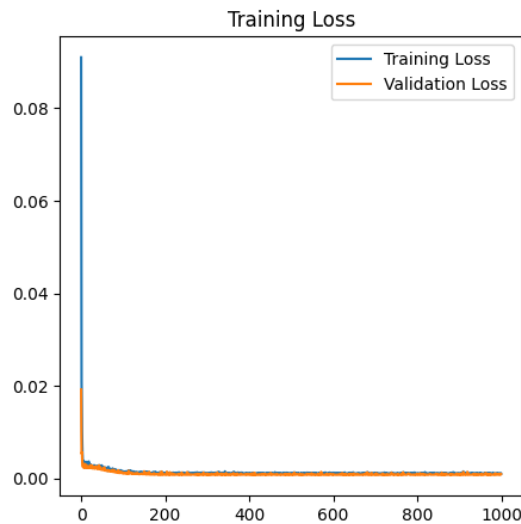


Gambar 4. 10 Grafik Hasil *Testing* Model B dengan Rasio 80:20

#### 4.2.2.3 Model B Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model B dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari

proses training model ini berupa training loss dan validation loss disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4. 11 Hasil *Training* Model B dengan Rasio 70:30

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.7 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 7 Hasil Prediksi Model B dengan Rasio 70:30

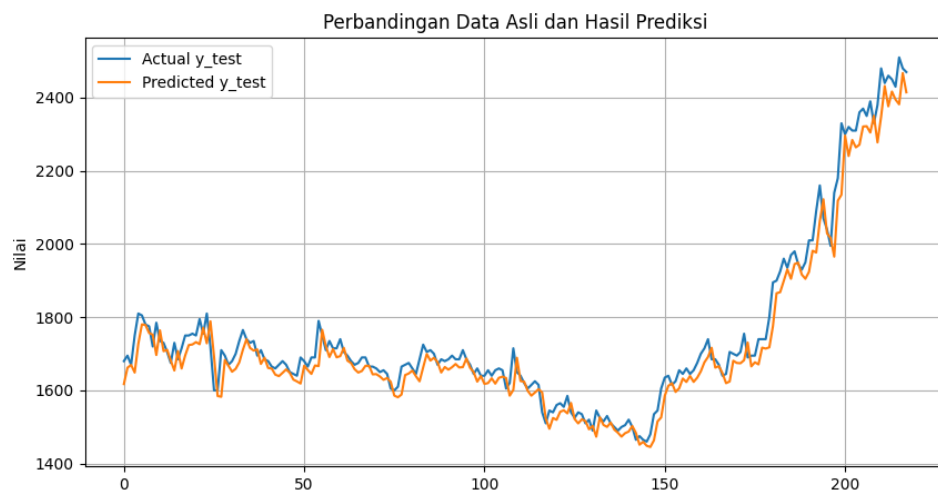
Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1680	1617.345	3.72946603	Down	Down	TRUE
1	1695	1661.9681	1.948782322	Up	Up	TRUE
2	1670	1669.5991	0.024004725	Up	Down	FALSE
3	1750	1648.7518	5.785609654	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2414.6323	2.241606307	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model B mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 47.38 dan perhitungan MAPE



sebesar 1.93%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.71%.

Pada Gambar 4.2 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model B dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 12 Grafik Hasil *Testing* Model B dengan Rasio 70:30

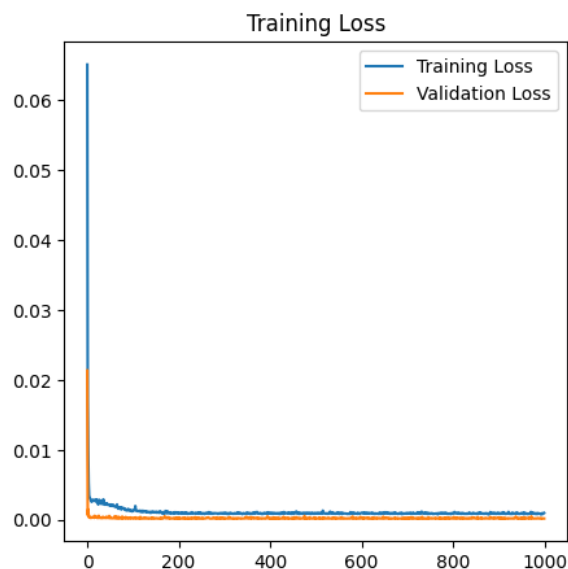
#### 4.2.3 Model C

Pada skenario berikutnya dengan model C, dilakukan uji coba dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 64 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 50, *batch size* sebanyak 64, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam uji coba ini diawali dengan proses *training* pada model C, lalu berikutnya akan dijalankan

*testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

#### 4.2.3.1 Model C Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model C dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses training model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.13



Gambar 4. 13 Hasil *Training* Model C dengan Rasio 90:10

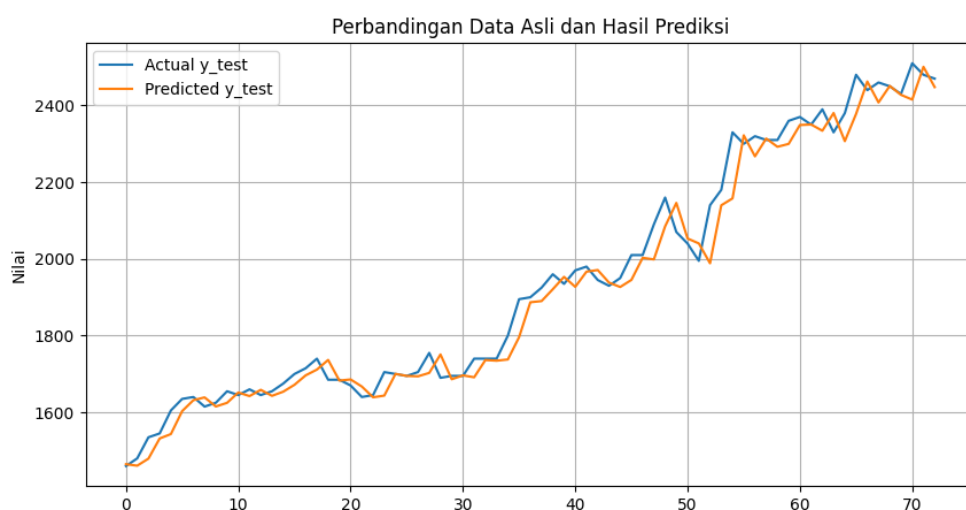
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.8 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 8 Hasil Prediksi Model C Dengan Rasio 90:10

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1460	1464.832	0.330961045	Down	Down	TRUE
1	1480	1460.939	1.287907781	Down	Up	FALSE
2	1535	1479.367	3.624303364	Up	Up	TRUE
3	1545	1531.9177	0.846749216	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2447.831	0.89752815	Down	Down	TRUE

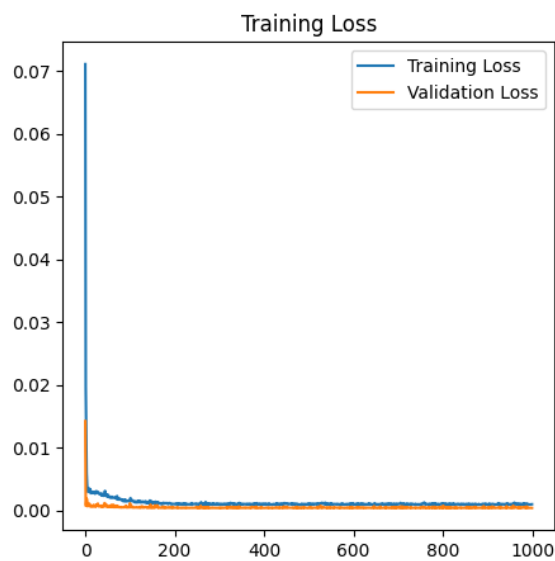
Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model C mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 48.62 dan perhitungan MAPE sebesar 1.75%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 49.32%.

Pada Gambar 4.14 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model C dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

Gambar 4. 14 Grafik Hasil *Testing* Model C dengan Rasio 90:10

#### 4.2.3.2 Model C Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model C dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Hasil *Training* Model C dengan Rasio 80:20

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.2 dengan presentase *error* tiap prediksi.

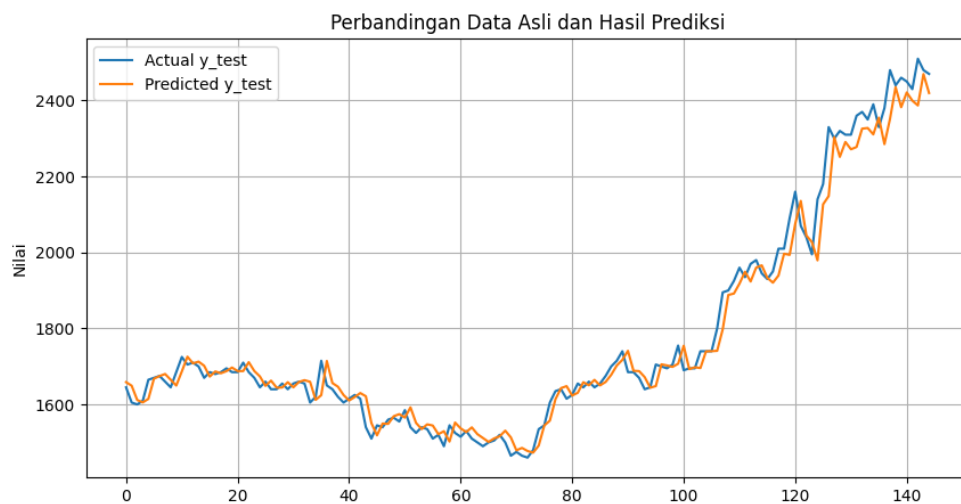
Tabel 4. 9 Hasil Prediksi Model C dengan Rasio 80:20

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1645	1658.6332	0.828764663	Down	Down	TRUE
1	1605	1649.3608	2.763915255	Down	Down	TRUE
2	1600	1611.5869	0.724182129	Down	Down	TRUE
3	1610	1605.4376	0.283377511	Down	Up	FALSE

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
...	...	...	...	...	...	...
144	2470	2419.7554	2.034195502	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model C mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 42.62 dan perhitungan MAPE sebesar 1.58%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.59%.

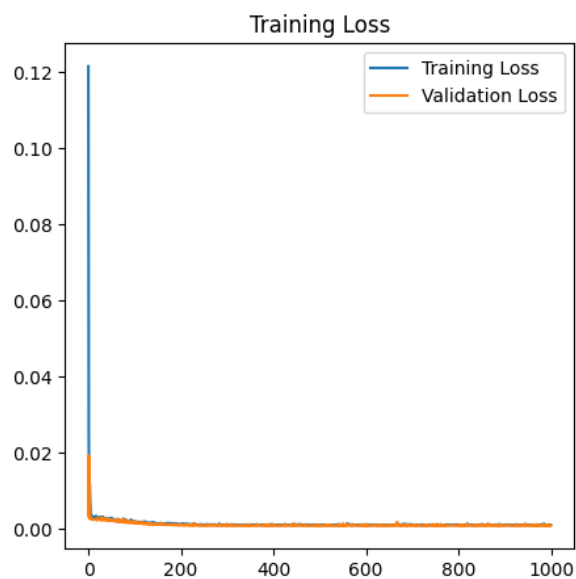
Pada Gambar 4.16 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model C dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 16 Grafik Hasil *Testing* Model C dengan Rasio 80:20

#### 4.2.3.3 Model C Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model C dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Hasil *Training* Model C dengan Rasio 70:30

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.10 dengan presentase *error* tiap prediksi.

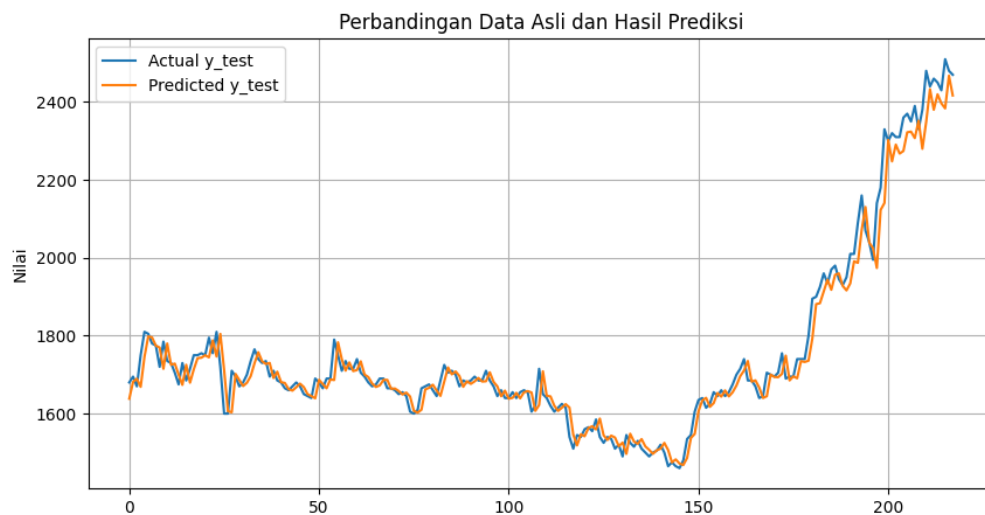
Tabel 4. 10 Hasil Prediksi Model C dengan Rasio 70:30

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1680	1638.2534	2.484915597	Down	Down	TRUE
1	1695	1681.5221	0.795156653	Up	Up	TRUE
2	1670	1689.692	1.179162671	Up	Down	FALSE

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
3	1750	1668.6306	4.649679129	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2416.7437	2.156127435	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model C mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 41.42 dan perhitungan MAPE sebesar 1.56%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.25%.

Pada Gambar 4.2 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model C dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



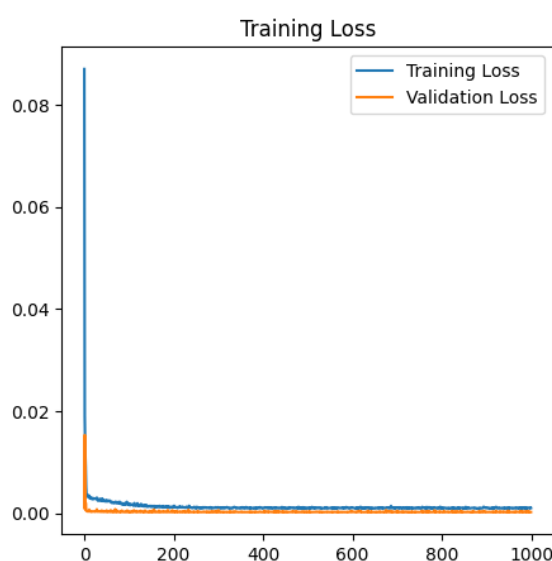
Gambar 4. 18 Grafik Hasil Testing Model C dengan Rasio 70:30

#### 4.2.4 Model D

Skenario uji coba berikutnya menggunakan model D, dilakukan dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 32 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 50, *batch size* sebanyak 64, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam uji coba ini diawali dengan proses *training* pada model D, lalu berikutnya akan dijalankan *testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

##### 4.2.4.1 Model D Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model D dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.19.



Gambar 4. 19 Hasil *Training* Model D dengan Rasio 90:10



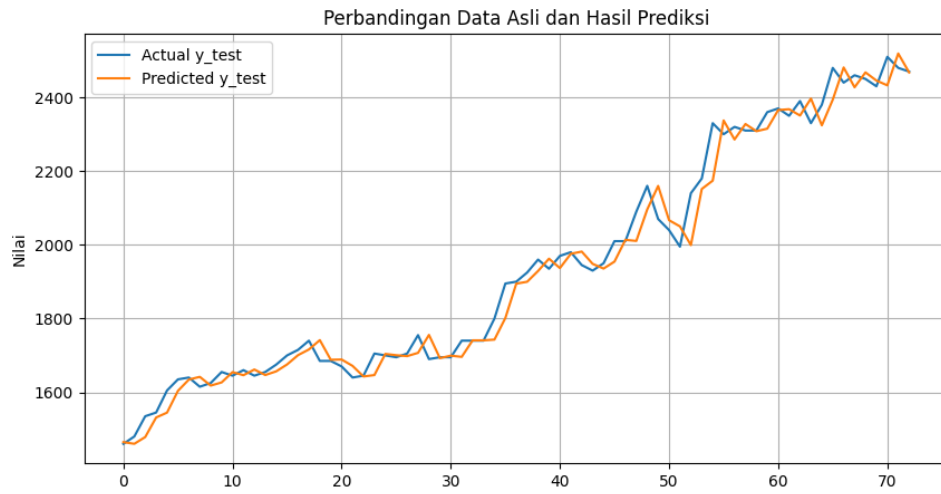
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.11 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 11 Hasil Prediksi Model D dengan Rasio 90:10

<b>Data ke-</b>	<b>Aktual</b>	<b>Prediksi</b>	<b>Percentage Error</b>	<b>Predicted Direction</b>	<b>Actual Direction</b>	<b>Value</b>
0	1460	1464.6641	0.319456336	Down	Down	TRUE
1	1480	1460.1936	1.338270033	Down	Up	FALSE
2	1535	1478.5123	3.67997856	Up	Up	TRUE
3	1545	1531.6113	0.866580704	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2467.606	0.096924817	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model D mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 45.21 dan perhitungan MAPE sebesar 1.66%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 49.32%.

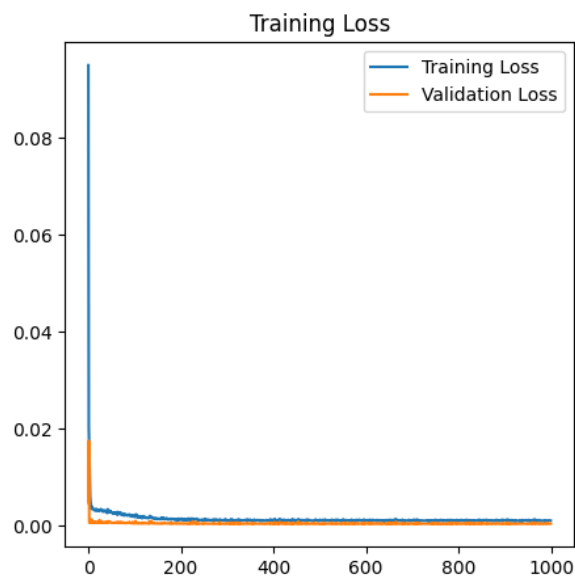
Pada Gambar 4.20 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model D dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 20 Grafik Hasil *Testing* Model D dengan Rasio 90:10

#### 4.2.4.2 Model D Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model D dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 21 Hasil *Training* Model D dengan Rasio 80:20

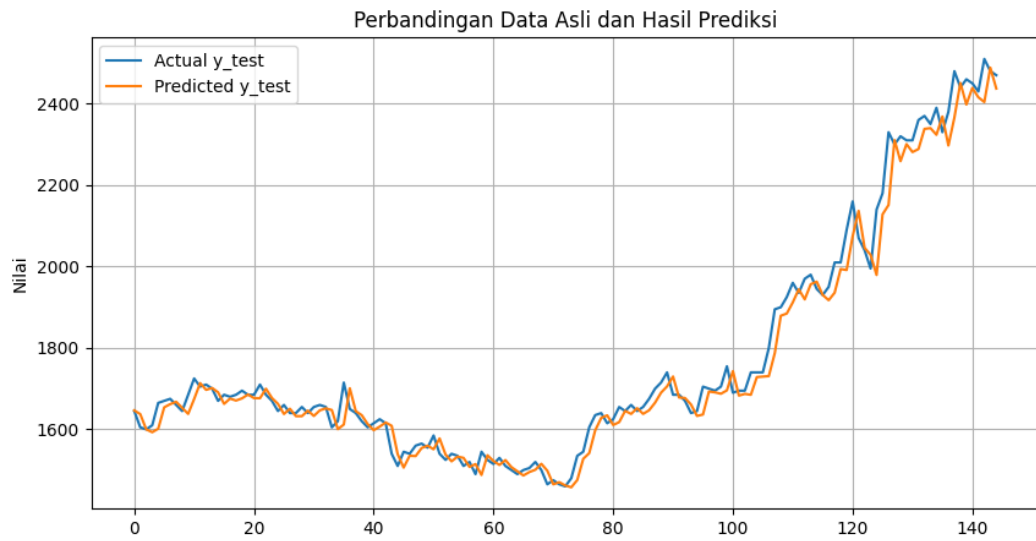
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.12 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 12 Hasil Prediksi Model D dengan Rasio 80:20

<b>Data ke-</b>	<b>Aktual</b>	<b>Prediksi</b>	<b>Percentage Error</b>	<b>Predicted Direction</b>	<b>Actual Direction</b>	<b>Value</b>
0	1645	1646.6196	0.098457684	Down	Down	TRUE
1	1605	1637.3918	2.018183533	Down	Down	TRUE
2	1600	1599.9028	0.006072998	Down	Down	TRUE
3	1610	1593.0153	1.05495287	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
144	2470	2437.1724	1.329054118	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model D mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 41.74 dan perhitungan MAPE sebesar 1.58%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 46.90%.

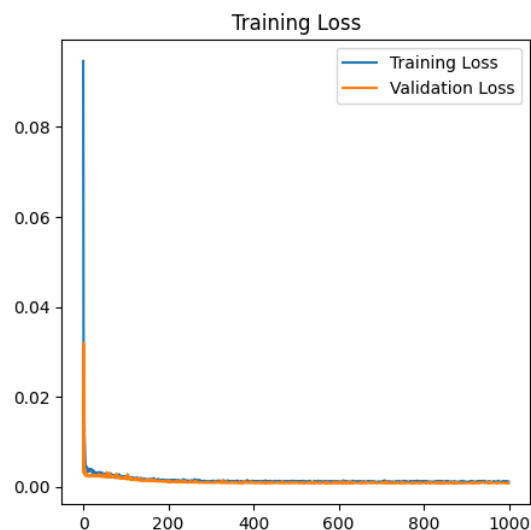
Pada Gambar 4.2 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model D dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 22 Grafik Hasil *Testing* Model D dengan Rasio 80:20

#### 4.2.4.3 Model D Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model D dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Hasil *Training* Model D dengan Rasio 70:30

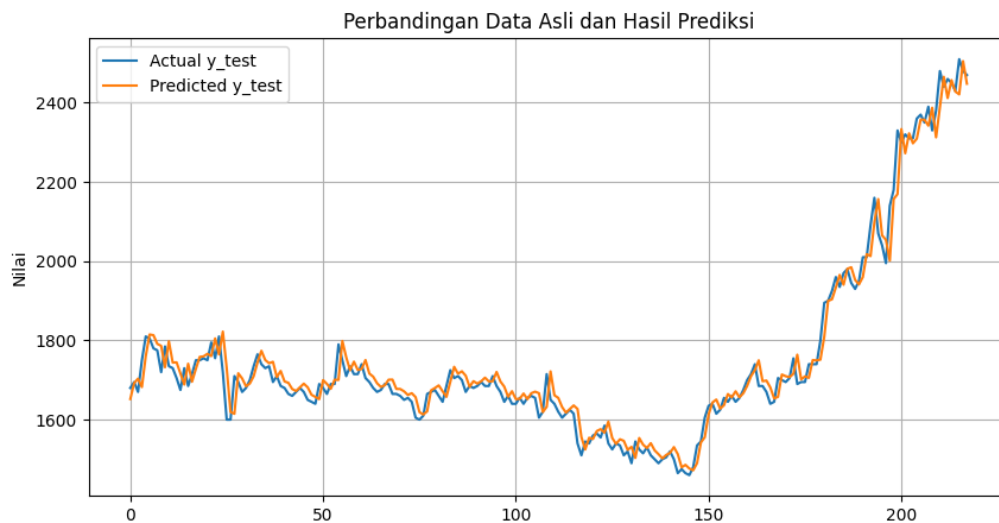
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.13 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 13 Hasil Prediksi Model D dengan Rasio 70:30

<b>Data ke-</b>	<b>Aktual</b>	<b>Prediksi</b>	<b>Percentage Error</b>	<b>Predicted Direction</b>	<b>Actual Direction</b>	<b>Value</b>
0	1680	1652.0698	1.662510463	Down	Down	TRUE
1	1695	1692.4232	0.15202255	Up	Up	TRUE
2	1670	1703.5298	2.007771566	Up	Down	FALSE
3	1750	1682.2506	3.871393694	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2447.9822	0.891409808	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model D mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 38.37 dan perhitungan MAPE sebesar 1.60%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 48.17%.

Pada Gambar 4.24 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model D dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



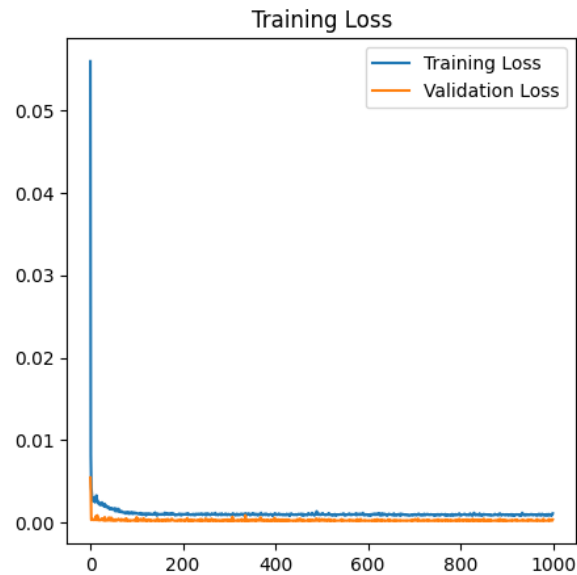
Gambar 4. 24 Grafik Hasil *Testing* Model D dengan Rasio 70:30

#### 4.2.5 Model E

Skenario uji coba berikutnya menggunakan model E, dilakukan dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 64 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 25, *batch size* sebanyak 32, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam uji coba ini diawali dengan proses *training* pada model E, lalu berikutnya akan dijalankan *testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

##### 4.2.5.1 Model E Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model E dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Hasil *Training* Model E dengan Rasio 90:10

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.14 dengan presentase *error* tiap prediksi.

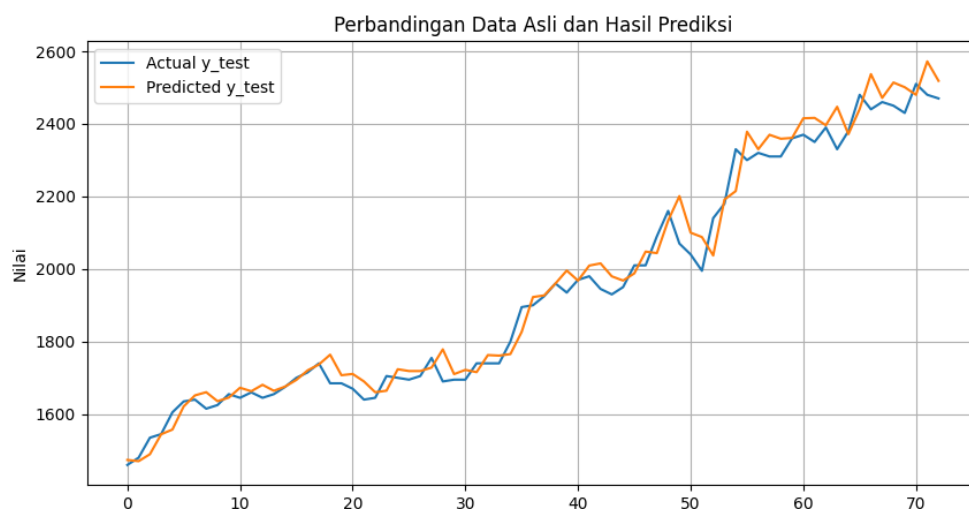
Tabel 4. 14 Hasil Prediksi Model E dengan Rasio 90:10

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1460	1473.7686	0.943051691	Down	Down	TRUE
1	1480	1470.4083	0.648086135	Down	Up	FALSE
2	1535	1489.4602	2.966761884	Up	Up	TRUE
3	1545	1544.552	0.028996637	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2518.4587	1.961892317	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model E mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 49.07 dan perhitungan MAPE sebesar 1.88%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya

harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 50.68%.

Pada Gambar 4.26 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model E dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

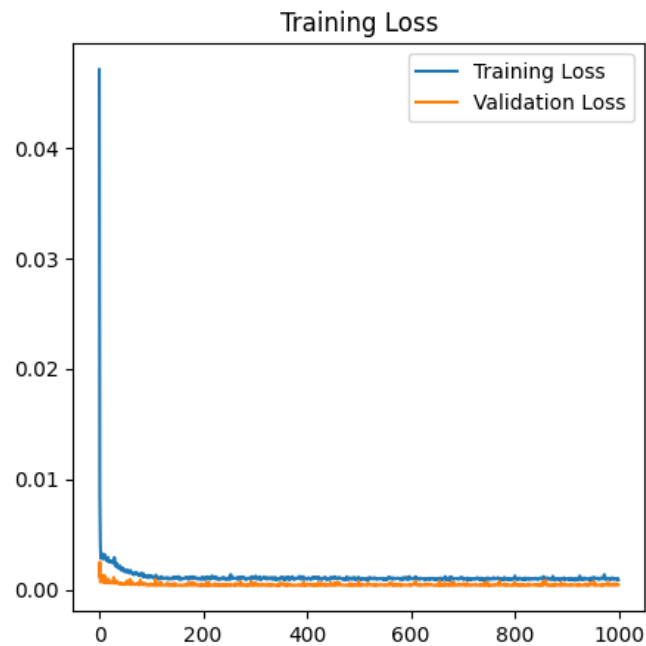


Gambar 4. 26 Grafik Hasil *Testing* Model E dengan Rasio 90:10

#### 4.2.5.2 Model E Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model E dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.27.





Gambar 4. 27 Hasil *Training* Model E dengan Rasio 80:20

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.15 dengan presentase *error* tiap prediksi.

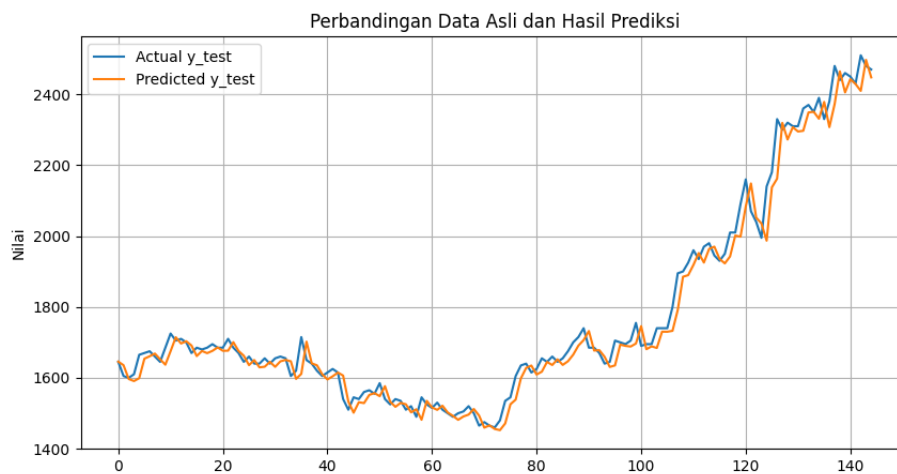
Tabel 4. 15 Hasil Prediksi Model E dengan Rasio 80:20

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1645	1645.6262	0.038068128	Down	Down	TRUE
1	1605	1635.6294	1.908373491	Down	Down	TRUE
2	1600	1596.6448	0.209701538	Down	Down	TRUE
3	1610	1590.822	1.19117879	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
144	2470	2447.714	0.902262699	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model E mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 40.37 dan perhitungan MAPE

sebesar 1.55%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 48.28%.

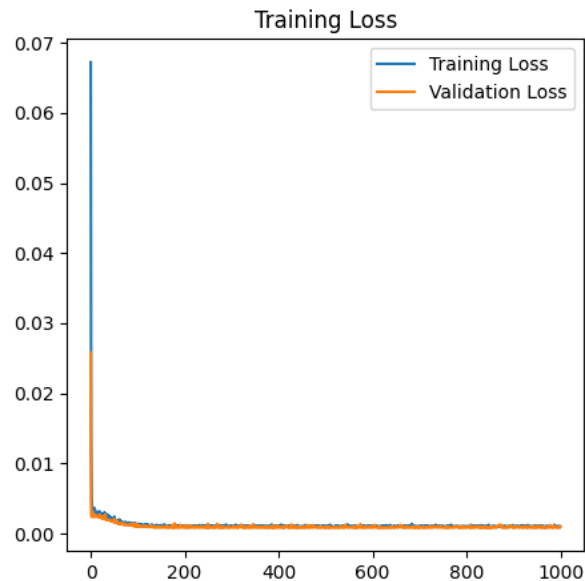
Pada Gambar 4.28 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model E dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 28 Grafik Hasil *Testing* Model E dengan Rasio 80:20

#### 4.2.5.3 Model E Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model E dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Hasil *Training* Model E dengan Rasio 70:30

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.16 dengan presentase *error* tiap prediksi.

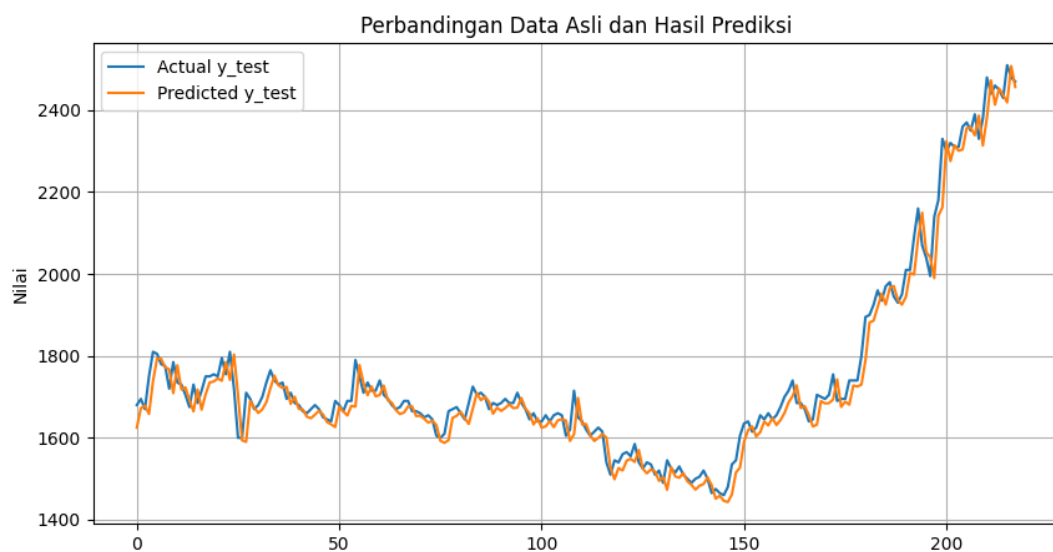
Tabel 4. 16 Hasil Prediksi Model E dengan Rasio 70:30

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1680	1624.8948	3.280072893	Down	Down	TRUE
1	1695	1672.465	1.329500542	Up	Up	TRUE
2	1670	1678.9146	0.533805436	Up	Down	FALSE
3	1750	1658.1635	5.247802734	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2456.5889	0.542960843	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model E mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 40.48 dan perhitungan MAPE sebesar 1.64%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya

harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.25%.

Pada Gambar 4.30 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model E dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 30 Grafik Hasil *Testing* Model E dengan Rasio 70:30

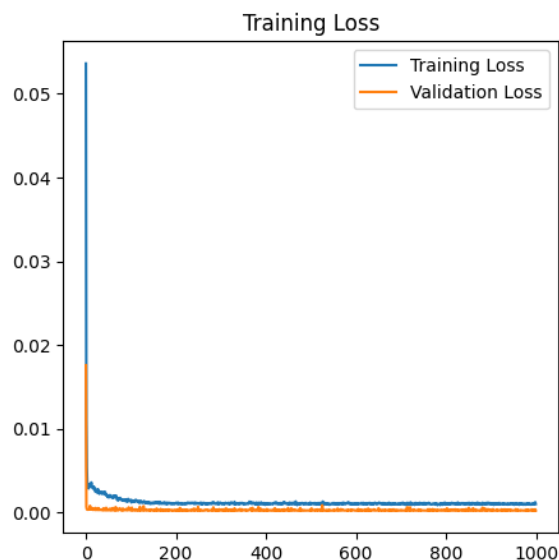
#### 4.2.6 Model F

Skenario uji coba berikutnya menggunakan model F, dilakukan dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 32 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 25, *batch size* sebanyak 32, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam uji coba ini diawali dengan proses *training* pada model F, lalu berikutnya akan dijalankan

*testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

#### 4.2.6.1 Model F Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model F dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.31.



Gambar 4. 31 Hasil *Training* Model F dengan Rasio 90:10

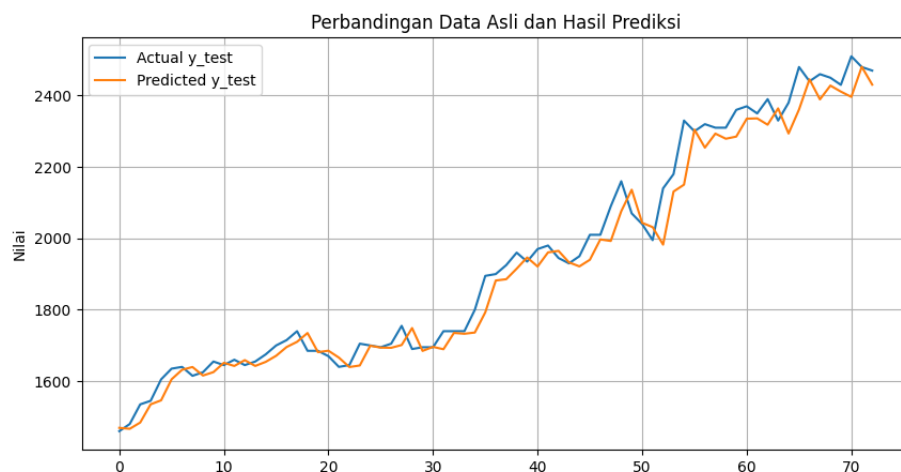
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.17 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 17 Hasil Prediksi Model F dengan Rasio 90:10

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1460	1469.2118	0.630944657	Down	Down	TRUE
1	1480	1466.5723	0.90727935	Down	Up	FALSE
2	1535	1484.08	3.317266707	Up	Up	TRUE
3	1545	1535.1266	0.639055863	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2430.61	1.594732493	Down	Down	TRUE

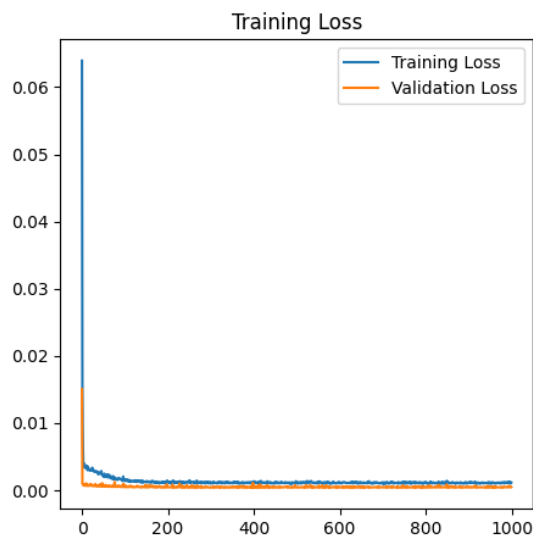
Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model F mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 52.16 dan perhitungan MAPE sebesar 1.86%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 49.32%.

Pada Gambar 4.32 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model F dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

Gambar 4. 32 Grafik Hasil *Testing* Model F dengan Rasio 90:10

#### 4.2.6.2 Model F Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model F dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.33.



Gambar 4. 33 Hasil *Training* Model F dengan Rasio 80:20

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.18 dengan presentase *error* tiap prediksi.

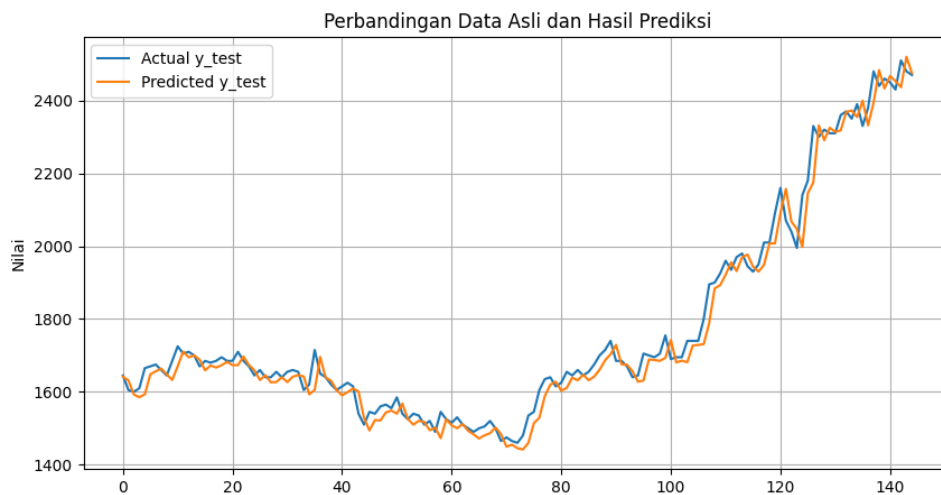
Tabel 4. 18 Hasil Prediksi Model F dengan Rasio 80:20

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1645	1641.4237	0.217403887	Down	Down	TRUE
1	1605	1631.5325	1.653113439	Down	Down	TRUE
2	1600	1592.5708	0.464324951	Down	Down	TRUE
3	1610	1585.2849	1.535098627	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
144	2470	2475.3765	0.217670641	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model F mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 39.94 dan perhitungan MAPE sebesar 1.63%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 48.28%.

Pada Gambar 4.34 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model F dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



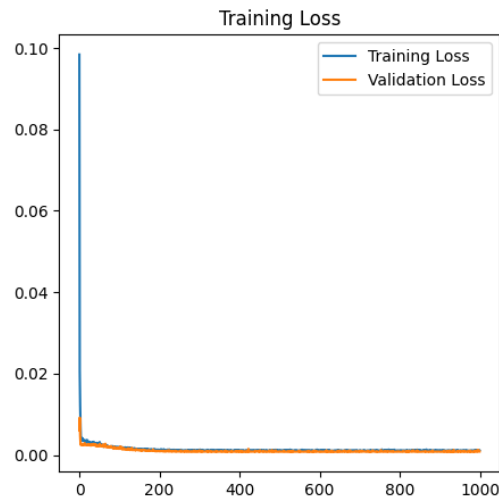
Gambar 4. 34 Grafik Hasil *Testing* Model E dengan Rasio 80:20

#### 4.2.6.3 Model F Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model F dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari



proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.35.



Gambar 4. 35 Hasil Training Model F dengan Rasio 70:30

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.19 dengan presentase *error* tiap prediksi.

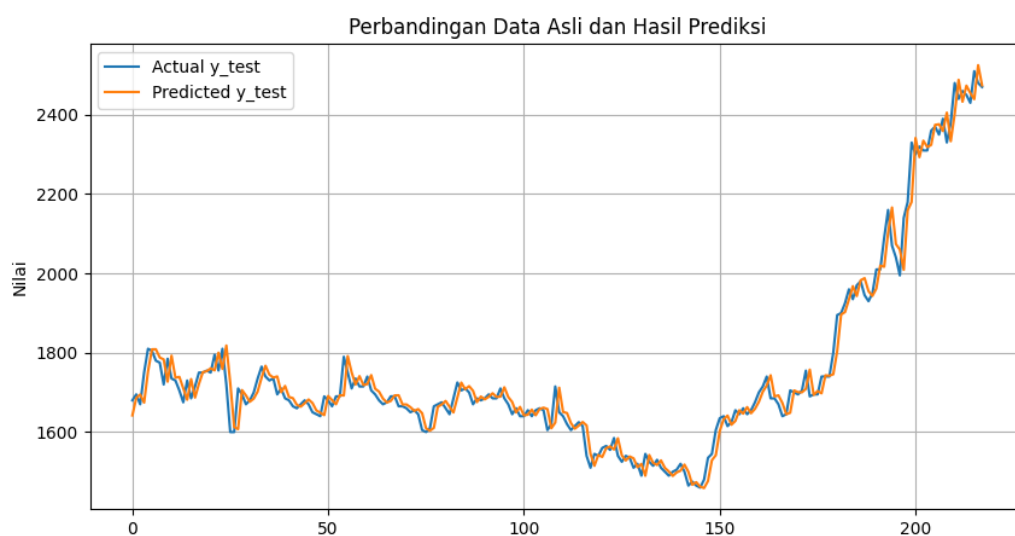
Tabel 4. 19 Hasil Prediksi Model F dengan Rasio 70:30

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1680	1641.9727	2.263532366	Down	Down	TRUE
1	1695	1685.7916	0.543266904	Up	Up	TRUE
2	1670	1694.7775	1.483680588	Up	Down	FALSE
3	1750	1674.223	4.330113002	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2474.1821	0.16931696	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model F mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 36.91 dan perhitungan MAPE

sebesar 1.50%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 46.79%.

Pada Gambar 4.36 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model F dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 36 Grafik Hasil *Testing* Model F dengan Rasio 70:30

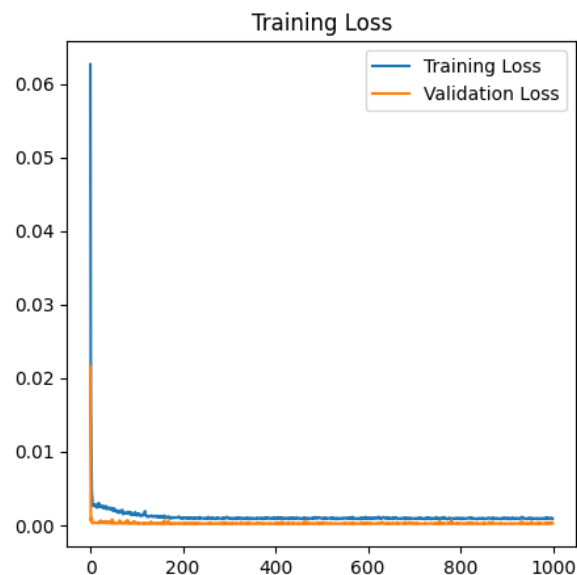
#### 4.2.7 Model G

Skenario uji coba berikutnya menggunakan model G, dilakukan dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 64 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 25, *batch size* sebanyak 64, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam uji coba ini diawali dengan proses *training* pada model G, lalu berikutnya akan dijalankan

*testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

#### 4.2.7.1 Model G Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model G dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.37.



Gambar 4. 37 Hasil *Training* Model G dengan Rasio 90:10

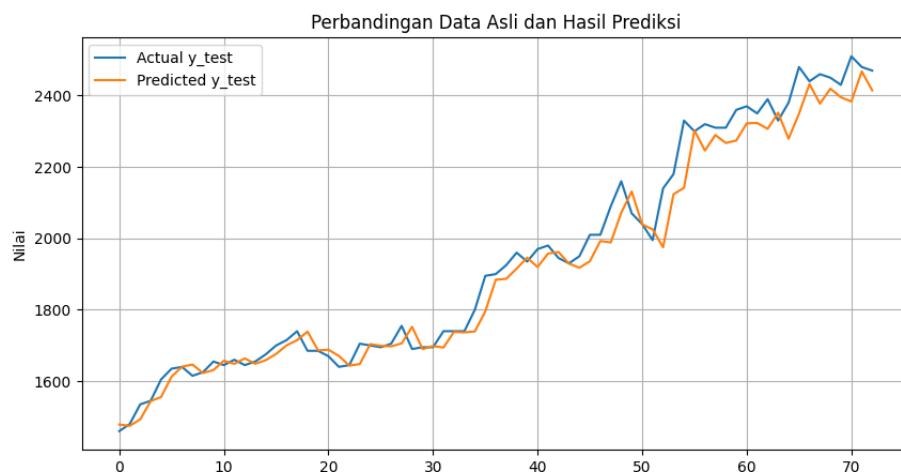
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.20 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 20 Hasil Prediksi Model G dengan Rasio 90:10

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1460	1478.5804	1.272633174	Down	Down	TRUE
1	1480	1474.8347	0.349005622	Down	Up	FALSE
2	1535	1492.8806	2.743933861	Up	Up	TRUE
3	1545	1544.0322	0.062639057	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2414.4536	2.248841568	Down	Down	TRUE

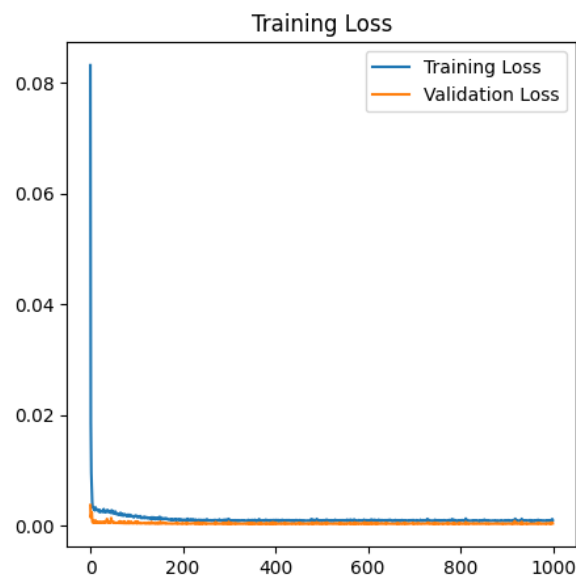
Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model G mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 55.17 dan perhitungan MAPE sebesar 1.90%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 49.32%.

Pada Gambar 4.38 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model G dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

Gambar 4. 38 Grafik Hasil *Testing* Model G dengan Rasio 90:10

#### 4.2.7.2 Model G Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model G dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.39.



Gambar 4. 39 Hasil *Training* Model G dengan Rasio 80:20

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.21 dengan presentase *error* tiap prediksi.

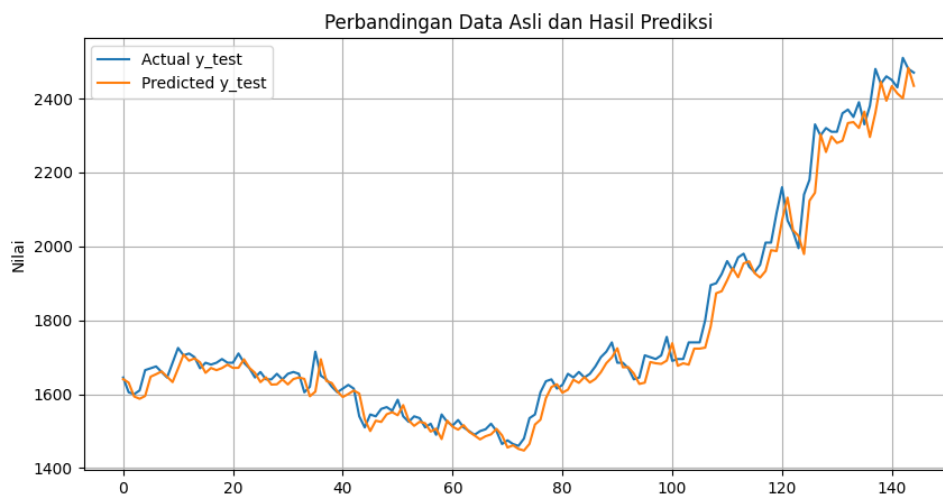
Tabel 4. 21 Hasil Prediksi Model G dengan Rasio 80:20

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1645	1640.7743	0.256881946	Down	Down	TRUE
1	1605	1631.169	1.630463882	Down	Down	TRUE
2	1600	1593.7113	0.393043518	Down	Down	TRUE
3	1610	1587.4333	1.401655304	Down	Up	FALSE

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
...	...	...	...	...	...	...
144	2470	2434.162	1.450926746	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model G mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 44.04 dan perhitungan MAPE sebesar 1.70%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.59%.

Pada Gambar 4.40 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model G dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

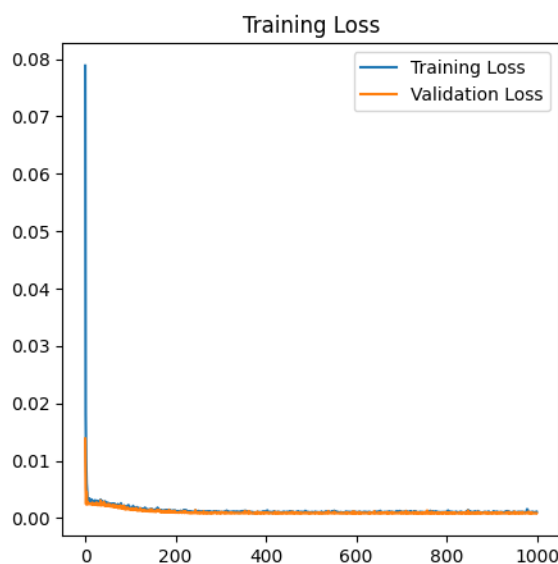


Gambar 4. 40 Grafik Hasil *Testing* Model G dengan Rasio 80:20

#### 4.2.7.3 Model G Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model G dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari

proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.41.



Gambar 4. 41 Hasil Training Model G dengan Rasio 70:30

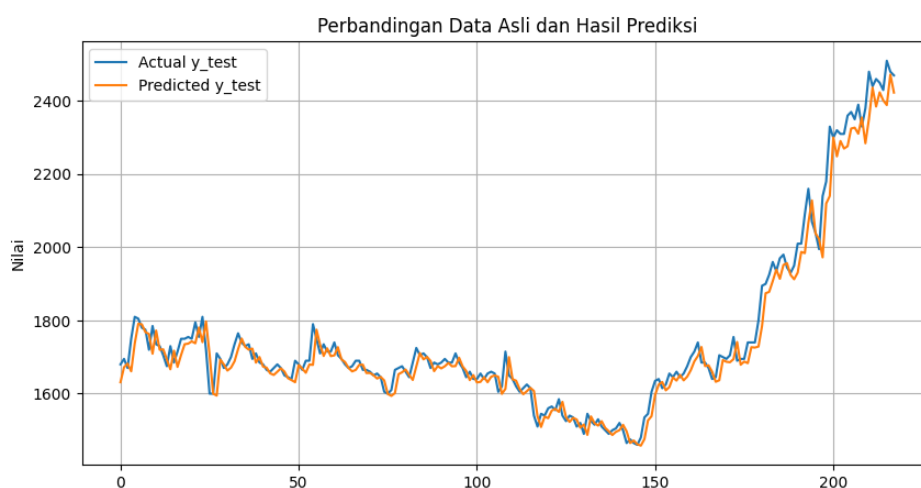
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.22 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 22 Hasil Prediksi Model G dengan Rasio 70:30

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1680	1631.2667	2.90079026	Down	Down	TRUE
1	1695	1672.4285	1.331653876	Up	Up	TRUE
2	1670	1682.1584	0.728050734	Up	Down	FALSE
3	1750	1661.1272	5.078445871	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2422.9387	1.905314951	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model G mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 42.39 dan perhitungan MAPE sebesar 1.61%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.25%.

Pada Gambar 4.42 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model G dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 42 Grafik Hasil *Testing* Model G dengan Rasio 70:30

#### 4.2.8 Model H

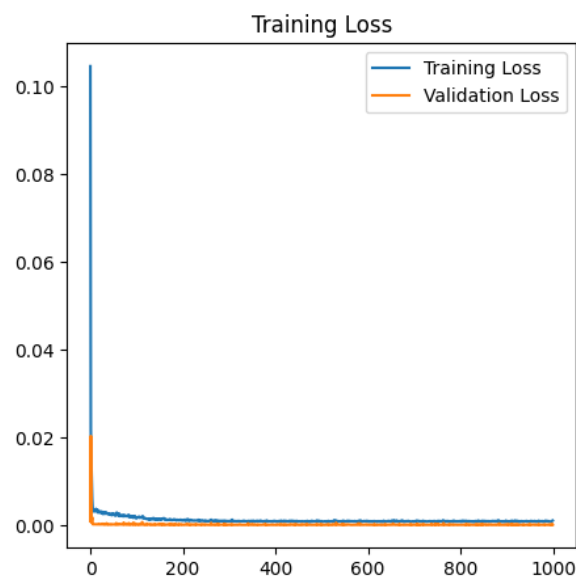
Skenario uji coba yang terakhir yakni menggunakan model H, dilakukan dengan kombinasi parameter jumlah *unit* LSTM sebanyak 32 unit, jumlah *neuron dense* sebanyak 25, *batch size* sebanyak 64, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Selain itu, dalam uji coba model ini dilakukan tiga kali dengan rasio pembagian data yang berbeda yakni 90:10, 80:20, dan 70:30. Tahapan yang dilakukan dalam



uji coba ini diawali dengan proses *training* pada model H, lalu berikutnya akan dijalankan *testing* untuk mengetahui hasil prediksi harga saham serta mendapatkan perhitungan *error* berupa nilai RMSE dan MAPE.

#### 4.2.8.1 Model H Dengan Rasio 90:10

Tahapan proses *training* dijalankan pada model H dengan pembagian rasio data sebanyak 90:10 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.43.



Gambar 4. 43 Hasil *Training* Model H dengan Rasio 90:10

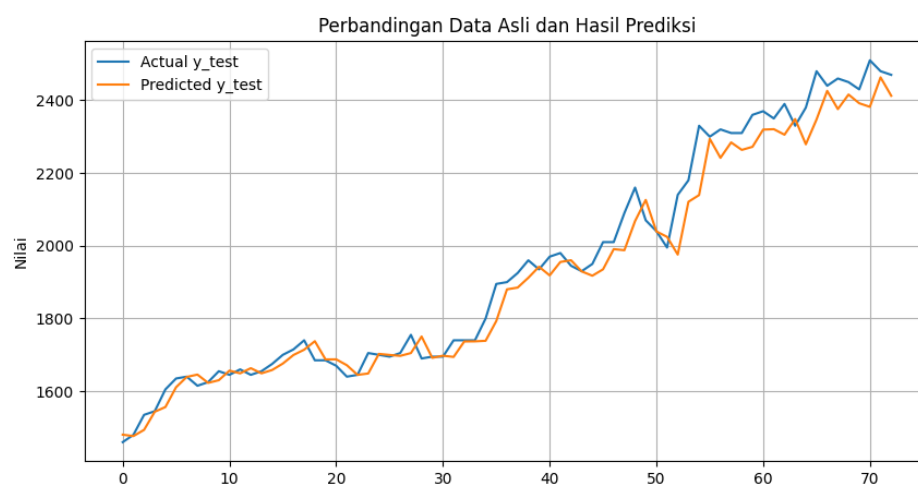
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 73 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.23 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 23 Hasil Prediksi Model H dengan Rasio 90:10

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1460	1480.4792	1.402688222	Down	Down	TRUE
1	1480	1476.5674	0.231933594	Down	Up	FALSE
2	1535	1493.7351	2.688266617	Up	Up	TRUE
3	1545	1543.5345	0.094851398	Up	Up	TRUE
...	...	...	...	...	...	...
72	2470	2412.4526	2.329852764	Down	Down	TRUE

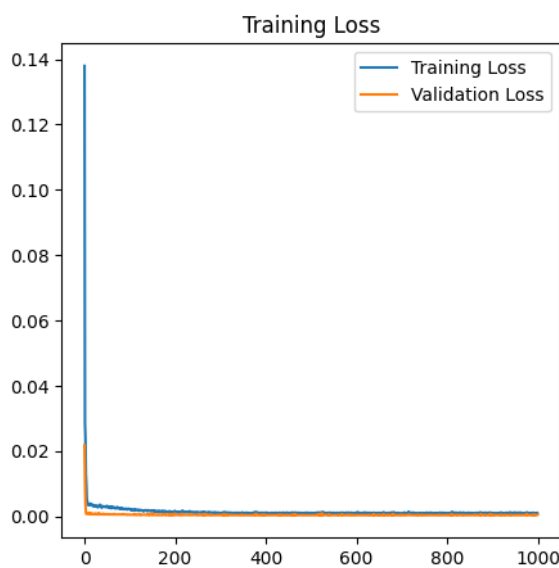
Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model H mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 55.98 dan perhitungan MAPE sebesar 1.93%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.95%.

Pada Gambar 4.44 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model H dengan skenario pembagian rasio data 90:10, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

Gambar 4. 44 Grafik Hasil *Testing* Model H dengan Rasio 90:10

#### 4.2.8.2 Model H Dengan Rasio 80:20

Tahapan proses *training* dijalankan pada model H dengan pembagian rasio data sebanyak 80:20 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.45.



Gambar 4. 45 Hasil *Training* Model H dengan Rasio 80:20

Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 145 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.24 dengan presentase *error* tiap prediksi.

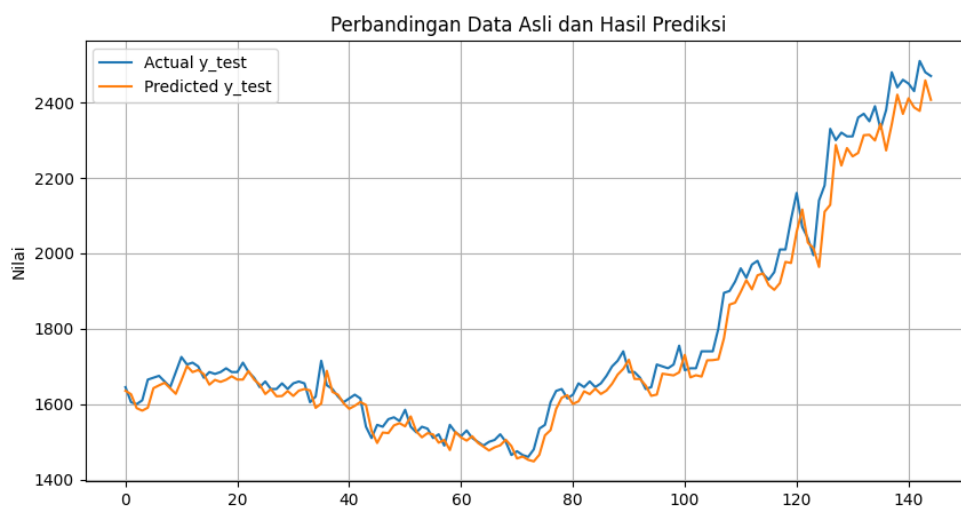
Tabel 4. 24 Hasil Prediksi Model H dengan Rasio 80:20

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1645	1635.344	0.586991238	Down	Down	TRUE
1	1605	1626.1318	1.316625292	Down	Down	TRUE
2	1600	1589.3347	0.6665802	Down	Down	TRUE
3	1610	1582.6743	1.697247428	Down	Up	FALSE

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
...	...	...	...	...	...	...
144	2470	2406.8462	2.556834356	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model H mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 50.04 dan perhitungan MAPE sebesar 1.94%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 48.28%.

Pada Gambar 4.46 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model H dengan skenario pembagian rasio data 80:20, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.

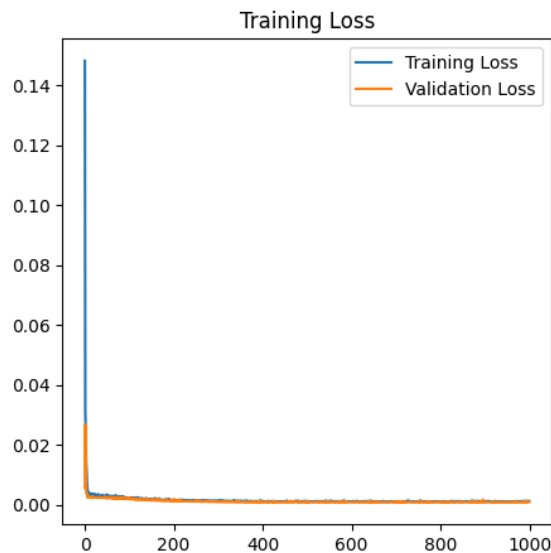


Gambar 4. 46 Grafik Hasil *Testing* Model H dengan Rasio 80:20

#### 4.2.8.3 Model H Dengan Rasio 70:30

Tahapan proses *training* dijalankan pada model H dengan pembagian rasio data sebanyak 70:30 sejumlah iterasi *epochs* yang ditentukan yakni 1000. Hasil dari

proses *training* model ini berupa *training loss* dan *validation loss* disajikan pada Gambar 4.47.



Gambar 4. 47 Hasil Training Model H dengan Rasio 70:30

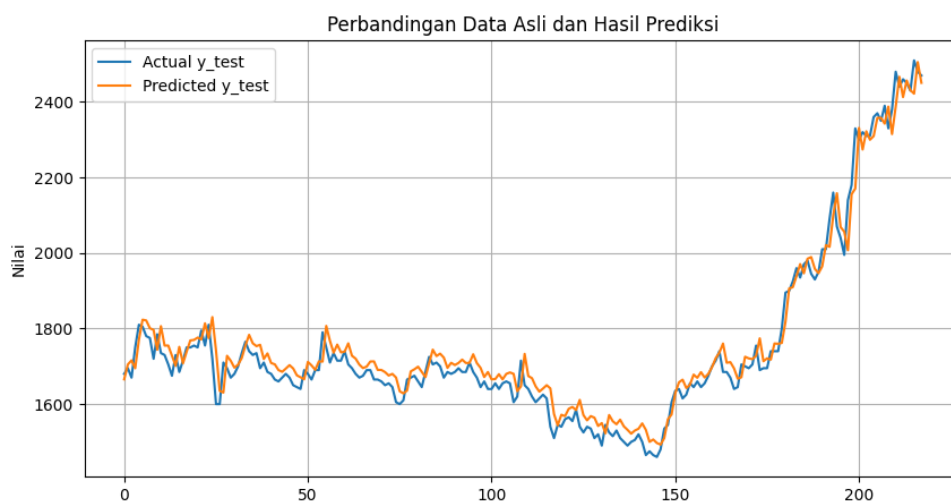
Setelah proses *training* selesai, maka tahapan yang berikutnya dijalankan adalah melakukan pengujian atau *testing* terhadap model. Pengujian yang dilakukan pada skenario ini dilakukan terhadap 218 data harga saham, perbandingan hasil prediksi dan data aktual disajikan pada Tabel 4.25 dengan presentase *error* tiap prediksi.

Tabel 4. 25 Hasil Prediksi Model H dengan Rasio 70:30

Data ke-	Aktual	Prediksi	Percentage Error	Predicted Direction	Actual Direction	Value
0	1680	1665.5332	0.861118862	Down	Down	TRUE
1	1695	1704.9299	0.585836675	Up	Up	TRUE
2	1670	1715.7991	2.742459417	Up	Down	FALSE
3	1750	1694.8884	3.149232701	Down	Up	FALSE
...	...	...	...	...	...	...
217	2470	2450.633	0.784086776	Down	Down	TRUE

Berdasarkan hasil dari prediksi yang dilakukan oleh model H mendapatkan nilai *error* dengan perhitungan RMSE sebesar 42.57 dan perhitungan MAPE sebesar 1.98%, selain itu diketahui juga bahwa arah pergerakan naik atau turunnya harga saham antara nilai aktual dan prediksi mendapatkan akurasi rata-rata untuk seluruh data 47.71%.

Pada Gambar 4.48 disajikan grafik perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi yang didapatkan dari pengujian oleh model H dengan skenario pembagian rasio data 70:30, untuk data aktual atau *groundtruth* digambarkan dengan garis berwarna biru sementara hasil prediksi digambarkan dengan garis berwarna oranye.



Gambar 4. 48 Grafik Hasil *Testing* Model H dengan Rasio 70:30

### 4.3 Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk memprediksi harga saham syariah dengan metode *Long Short-Term Memory* ini, diketahui bahwa penggunaan metode tersebut menghasilkan prediksi dan tingkat *error* yang bervariasi tergantung pada kombinasi parameter model dan pembagian rasio data yang digunakan.

Penggunaan metrik RMSE dan MAPE menunjukkan penggambaran yang lebih jelas tentang tingkat akurasi prediksi.

Setelah seluruh skenario uji coba telah selesai digunakan, didapatkan hasil tingkat *error* berupa RMSE dan MAPE untuk setiap model dan *splitting data* yang berbeda. Berikut ini adalah tabel hasil perbandingan tingkat *error* untuk setiap model serta akurasi prediksi model terhadap arah pergerakan saham.

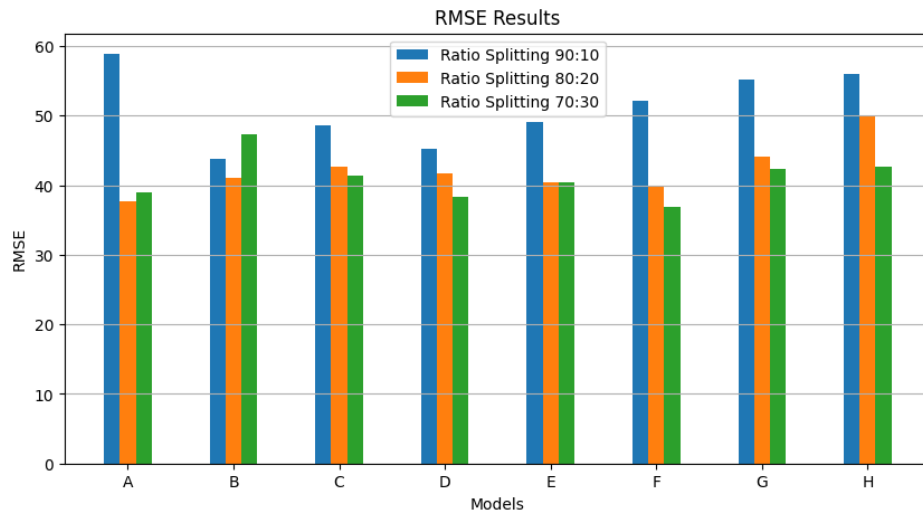
Tabel 4. 26 Hasil *Error* Setiap Skenario Model

Model	<i>Splitting Data</i>	RMSE	MAPE	<i>Accuracy</i>
Model A	90:10	58.85	2.13%	49.32%
	80:20	37.64	1.52%	48.28%
	70:30	39.02	1.61%	47.25%
Model B	90:10	43.79	1.61%	49.32%
	80:20	41.09	1.55%	47.59%
	70:30	47.38	1.93%	47.71%
Model C	90:10	48.62	1.75%	49.32%
	80:20	42.62	1.58%	47.59%
	70:30	41.42	1.56%	47.25%
Model D	90:10	45.21	1.66%	49.32%
	80:20	41.74	1.58%	46.90%
	70:30	38.37	1.60%	48.17%
Model E	90:10	49.07	1.88%	50.68%
	80:20	40.37	1.55%	48.28%
	70:30	40.48	1.64%	47.25%
	90:10	52.16	1.86%	49.32%

Model	<i>Splitting Data</i>	RMSE	MAPE	<i>Accuracy</i>
Model F	80:20	39.94	1.63%	48.28%
	70:30	36.91	1.50%	46.79%
Model G	90:10	55.17	1.0%	49.32%
	80:20	44.04	1.70%	47.59%
	70:30	42.39	1.61%	47.25%
Model H	90:10	55.98	1.93%	47.95%
	80:20	50.04	1.94%	48.28%
	70:30	42.57	1.98%	47.71%

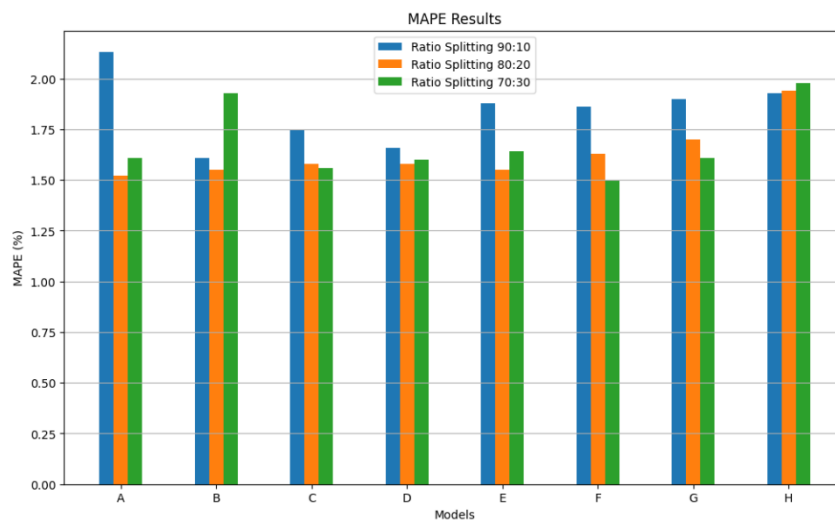
Berdasarkan tabel yang disajikan, dapat dilihat setiap model menghasilkan variasi tingkat *error* yang berbeda, sehingga hasil ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang performa model dalam memprediksi harga saham. Variasi ini juga membantu dalam menentukan konfigurasi model yang optimal untuk meningkatkan akurasi prediksi harga saham syariah menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM). Untuk penggambaran yang lebih mudah dipahami, pada Gambar 4.49 disajikan visualisasi untuk hasil RMSE dari setiap pengujian model dan rasio *splitting data* yang berbeda.





Gambar 4. 49 Hasil *Root Mean Square Error* Tiap Model

Lalu untuk visualisasi hasil dari *Mean Absolute Percentage Error* atau MAPE disajikan pada Gambar 4.50 dari setiap pengujian model dan rasio *splitting data* yang berbeda.



Gambar 4. 50 Hasil *Mean Absolute Percentage Error* Tiap Model

Analisis berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa percobaan dengan pembagian rasio yang berbeda memberikan perubahan yang signifikan. *Splitting data* dengan pembagian data latih yang lebih kecil seperti pada skenario

70:30 cenderung memberikan nilai RMSE yang lebih rendah dan MAPE yang lebih kecil. Hal ini terlihat pada Model F yang memiliki performa terbaik pada splitting data 70:30 dengan nilai RMSE 36.91 dan MAPE 1.50%.

Sementara itu, pada skenario *splitting data* 90:10 yang menyajikan lebih banyak data untuk melatih model malah menghasilkan performa prediksi yang kurang optimal. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh model yang overfitting pada data latih sehingga performanya menurun saat diuji pada data yang berbeda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rasio data 90:10 tidak efektif untuk mengatasi masalah prediksi harga saham ini.

Analisis berikutnya yakni mengenai pengaruh parameter model terhadap performa di antara lain adalah unit LSTM yang menunjukkan bahwa model dengan unit LSTM sebanyak 32 unit seperti Model F dan Model B menghasilkan nilai RMSE dan MAPE yang relatif lebih baik dibandingkan model dengan unit LSTM sebesar 64 unit. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah unit LSTM yang lebih kecil lebih efektif dalam menangkap pola pada data harga saham BSI yang digunakan. Parameter berikutnya adalah *dense layer*, model dengan jumlah *neuron dense layer* bernilai 25 (seperti model F, E, G, dan H) memiliki performa lebih baik pada MAPE dibandingkan model dengan *dense layer* bernilai 50 (seperti model A, B, C, dan D). Pengurangan jumlah *neuron dense layer* kemungkinan membantu mengurangi kompleksitas model sehingga lebih baik dalam generalisasi. Sementara untuk parameter terakhir yakni *batch size*, pada perubahan jumlah nilai *batch size* tidak ada pola tertentu terkait pengaruh jumlahnya terhadap performa.

Berdasarkan hasil RMSE dan MAPE yang didapatkan dapat diketahui bahwa model F merupakan model dengan performa terbaik. Hal ini dipengaruhi oleh kombinasi parameter yang optimal, yaitu unit LSTM 32, dense layer 25, dan batch size 32. Kombinasi parameter ini menghasilkan model dengan kompleksitas yang cukup rendah sehingga mampu menangkap pola data secara efektif tanpa *overfitting*.

Berikutnya, untuk hasil percobaan untuk memprediksi arah pergerakan harga saham diketahui bahwa parameter model mempengaruhi terhadap hasil akurasinya. Hal ini ditunjukkan pada perubahan unit LSTM yakni model dengan unit LSTM sebanyak 32 cenderung memiliki akurasi yang lebih rendah dibandingkan model dengan 64 unit, meskipun nilai RMSE dan MAPE-nya lebih baik. Contohnya, model F dengan unit LSTM 32 memiliki akurasi 46.79%, lebih rendah dibandingkan model E yang memiliki akurasi sebesar 50.68% dengan unit LSTM 64. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan unit LSTM dapat membantu model mengenali pola lebih kompleks untuk meningkatkan akurasi prediksi arah pergerakan saham.

Sementara untuk perubahan parameter *dense layer*, terlihat bahwa dengan jumlah *neuron* 25 hasil prediksi Harga saham yang lebih presisi. Hal ini ditunjukkan oleh RMSE dan MAPE yang cenderung lebih rendah, tetapi akurasinya terhadap arah pergerakan saham sedikit lebih rendah jika dibandingkan model dengan *dense layer* sebanyak 50 pada beberapa model. Berikutnya, pada *batch size* tidak begitu terlihat pola yang signifikan pula terhadap model untuk memprediksi arah pergerakan saham.

Namun, pada percobaan skenario uji *splitting data* yang berbeda, terlihat bahwa performa akurasi model lebih stabil pada *splitting data* 90:10 dibandingkan dengan 80:20 atau 70:30. Hal ini disebabkan karena lebih banyak data latih yang dipelajari model untuk mengenali pola pergerakan arah harga saham, meskipun prediksi presisi seperti RMSE atau MAPE mungkin lebih rendah.

Setelah seluruh uji coba dan analisis telah selesai dilakukan, didapatkan model terbaik dan skenario pembagian rasio data dengan hasil tingkat *error* yang rendah. Maka dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Long Short-Term Memory* dengan pengaturan kombinasi parameter dan pembagian rasio data latih serta data uji yang tepat dapat digunakan untuk memprediksi harga saham syariah dengan studi kasus saham Bank Syariah Indonesia. Hal ini dikarenakan metode LSTM mampu menghasilkan tingkat *error* yang relatif rendah sehingga penerapan sistem prediksi ini dapat membantu para investor yang ingin melakukan investasi halal untuk mengelola hartanya.

#### **4.4 Integrasi Islam**

Pelaksanaan penelitian ini didasari dengan prinsip-prinsip agama yang berlandaskan firman Allah *Subhanahu wa ta'ala* yakni ayat-ayat Al-Qur'an dan hadits, sehingga diharapkan penelitian ini dapat membantu mengetahui tentang pentingnya memiliki etika dalam investasi sesuai prinsip syariah dan meningkatkan kesadaran akan tanggung jawab manusia dalam mengelola hartanya dengan cara yang halal sebagai amanah yang titipkan oleh Allah *Subhanahu wa ta'ala*.

#### 4.4.1 Muamalah Mu'allah

Salah satu ikhtiar dalam mendapatkan ridha-Nya dalam mengelola harta, seorang Muslim harus mempraktikkan prinsip-prinsip syariah sehingga cara yang dilakukan dalam mengatur hartanya sendiri tetap pada jalan yang halal. Dalam upaya mengelola keuangan, seorang muslim harus tetap berlandaskan hukum-hukum Islam yang ditetapkan oleh Allah *Subhanahu wa ta'ala* dan salah satu cara halal yang dapat dilakukan adalah investasi dengan saham syariah. Hal ini sejalan dengan yang disebutkan dalam Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 261.

مَثَلُ الَّذِينَ يُنْفِقُونَ أَمْوَالَهُمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ كَمَثَلِ حَبَّةٍ أُنْبَتَتْ سَبْعَ سَنَابِلَ فِي كُلِّ سُنبُلَةٍ مِائَةُ حَبَّةٍ وَاللَّهُ يُضْعِفُ لِمَنْ يَشَاءُ وَاللَّهُ وَاسِعٌ عَلِيمٌ ﴿٢٦١﴾

*“Perumpamaan orang-orang yang menginfakkan hartanya di jalan Allah adalah seperti (orang-orang yang menabur) sebutir biji (benih) yang menumbuhkan tujuh tangkai, pada setiap tangkai ada seratus biji. Allah melipatgandakan (pahala) bagi siapa yang Dia kehendaki. Allah Mahaluas lagi Maha Mengetahui.” (QS. Al-Baqarah: 261)*

Menurut Ibnu Katsir, ayat ini menjelaskan sebuah perumpamaan yang disebutkan oleh Allah *Subhanahu wa ta'ala* untuk melipatgandakan pahala bagi orang yang menginfakkan harta di jalan-Nya dan mencari keridhaan-Nya. Sesungguhnya kebaikan itu akan dilipatgandakan menjadi sepuluh kali lipat sampai tujuh ratus kali lipat. Melakukan investasi merupakan salah satu cara untuk menjalani amalan ini, karena dalam pelaksanaannya tetap memegang teguh prinsip-prinsip syariah terutama dalam pemilihan saham berdasarkan industri yang bergerak di baliknya.

Namun, dalam pelaksanaan berinvestasi dengan saham dan pemilihan saham syariah juga perlu didasari dengan hadist Nabi Muhammad *Sallallahu 'Alaihi*

*Wasallam* yang telah diriwayatkan oleh Al-Baihaqi dari Ibnu Umar yakni sebagai berikut.

(بيع الغرر (رواه البيهقي عن ابن عمر عن هي رسول الله صلى الله عليه وسلم

“*Rasulullah s.a.w. melarang jual beli (yang mengandung) gharar.*” (HR. Al-Baihaqi dari Ibnu Umar)

Menurut Imam Nawawi, dalam pelaksanaan jual-beli perlu mengenal kaidah gharar karena permasalahan dalam kegiatan tersebut dapat berasal dari ketidakjelasan dan adanya unsur taruhan di dalamnya. Dalam Islam, larangan mengenai gharar merupakan hal yang penting, oleh karena itu Imam Muslim menempatkannya sebagai kaidah utama dalam jual-beli.

Dengan begitu, mengenai jual-beli saham, pelaksanaan transaksi meskipun sudah memilih saham syariah tetap harus dilakukan sesuai dengan prinsip kehati-hatian dan perlu menghindari spekulasi serta manipulasi yang dapat mengarah menuju unsur *gharar* seperti yang diriwayatkan pada hadist di atas. Hal-hal tersebut perlu diterapkan, sehingga dalam usaha untuk mengelola harta dengan berinvestasi ini tidak hanya berorientasi pada keuntungan dunia, tetapi juga keberkahan dan keridhaan Allah *Subhanahu wa ta'ala*

#### **4.4.2 Muamalah Ma'annas**

Dalam melaksanakan amalan muamalah ma'annas, diharapkan penelitian ini dapat membantu bagi para investor dalam mengambil keputusan untuk mengelola keuangannya dengan cara yang halal dan sesuai dengan prinsip-prinsip syariah dengan memanfaatkan teknologi berupa sistem prediksi harga saham syariah menggunakan LSTM. Pengelolaan harta dengan cara yang halal dianjurkan oleh

agama, hal ini sejalan dengan yang disebutkan dalam Al-Qur'an Al-Baqarah ayat 188.

وَلَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ وَتُدْلُوا بِهَا إِلَى الْحُكَّامِ لِتَأْكُلُوا فَرِيقًا مِّنْ أَمْوَالِ النَّاسِ بِالْإِثْمِ وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ ﴿١٨٨﴾

*“Janganlah kamu makan harta di antara kamu dengan jalan yang batil dan (janganlah) kamu membawa (urusan) harta itu kepada para hakim dengan maksud agar kamu dapat memakan sebagian harta orang lain itu dengan jalan dosa, padahal kamu mengetahui.” (QS. Al-Baqarah: 188)*

Menurut tafsir yang disampaikan oleh Ibnu Katsir, jika suatu harta yang didapatkan dengan cara yang bathil yakni cara-cara yang tidak sesuai dengan hukum-hukum Islam, sementara mereka sendiri mengetahui bahwa harta itu bukan menjadi haknya dan mengetahui bahwa ia berdosa, maka dapat dikatakan bahwa orang tersebut memakan barang haram. Dalam tafsir yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan penelitian ini merupakan salah satu ikhtiar dalam mewujudkan amalan *muamalah mu'annas* untuk saling membantu khususnya bagi para investor karena prediksi dilakukan terhadap saham syariah yakni salah satu bentuk investasi yang halal dengan tetap mematuhi prinsip-prinsip syariah. Hal ini sebagaimana yang disebutkan dalam hadist Nabi Muhammad *Sallallahu 'Alaihi Wasallam* yang diriwayatkan oleh Imam Ahmad yang berbunyi,

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

*“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia” (HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni. dihasankan oleh al-Albani di dalam Shahihul Jami' no: 3289).*

Dengan begitu, penelitian ini diharapkan menjadi perwujudan dalam mengamalkan *sunnah* untuk membantu kontribusi dalam memberikan manfaat bagi masyarakat luas berupa pengetahuan kepada sesama manusia.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Long Short-Term Memory* dapat diimplementasikan untuk melakukan prediksi harga saham Bank Syariah Indonesia baik untuk memprediksi harga harian dan memprediksi arah pergerakan saham. Uji coba dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 24 kali percobaan dengan model dan rasio pembagian data yang berbeda. Namun, dari seluruh percobaan yang telah dilakukan, didapatkan model terbaik yakni model F dengan kombinasi parameter jumlah unit LSTM sebanyak 32 unit, *neuron dense* sebanyak 25, *batch size* sebanyak 32, serta iterasi *epochs* sebanyak 1000. Model ini mendapatkan hasil optimal dengan rasio pembagian dataset 70:30 dengan nilai RMSE dan MAPE terendah yakni RMSE sebesar 36.91 dan MAPE sebesar 1.50%. Model ini juga mampu melakukan prediksi terhadap arah pergerakan naik atau turunnya harga saham dengan akurasi rata-rata untuk seluruh data sebesar 46.79%.

Selain mendapatkan kombinasi parameter dan pembagian rasio data yang sesuai, penelitian ini juga menunjukkan bahwa *splitting data* harga saham pada rasio 90:10 tidak mendapatkan hasil yang cukup baik untuk memprediksi harga saham harian karena nilai *error* yang dihasilkan relatif tinggi. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa selain kombinasi parameter, pembagian rasio data juga mempengaruhi hasil prediksi secara signifikan terhadap sistem untuk mempelajari



data lebih baik. Selain prediksi terhadap harga sahamnya, penelitian ini juga menunjukkan bahwa LSTM dapat melakukan prediksi terhadap arah pergerakan saham atau *movement direction* yakni naik atau turunnya harga saham pada hari berikutnya. Dengan begitu, penelitian ini membuktikan bahwa metode LSTM ini dapat digunakan untuk menangani prediksi *data time series* seperti harga saham Bank Syariah Indonesia dan memprediksi arah pergerakan saham dengan hasil yang cukup.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disebutkan sebelumnya, penulis menyadari masih terdapat kekurangan pada penelitian ini. Untuk mengoptimalkan hasil dan memperbaiki kekurangan pada performa yang telah dilakukan pada penelitian ini, berikut ini adalah saran yang perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya:

1. Menggunakan optimasi untuk *tuning hyperparameter* seperti *Grid Search* atau *Randomized Search* agar konfigurasi untuk kombinasi parameter model lebih optimal.
2. Menggunakan data yang lebih banyak dan dengan periode harga saham yang berbeda, dengan catatan bahwa data harga saham yang digunakan bersih dari *missing values*, akurat, dan relevan.
3. Mempertimbangkan penggunaan *ensemble method* pada implementasi LSTM seperti penggabungan *boosting* atau penambahan metode lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A., Ernawati, I., & Muliawati, A. (2021). Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Sektor Farmasi Menggunakan Algoritma Long Short-Term Memory. *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer*, 17(2), 164. <https://doi.org/10.52958/iftk.v17i2.3651>
- Amal, I., Tarno, & Suparti. (2021). Crude palm oil price prediction using multilayer perceptron and long short-term memory. *Journal of Mathematical and Computational Science*. <https://doi.org/10.28919/jmcs/6680>
- Bathla, G. (2020). Stock Price prediction using LSTM and SVR. *2020 Sixth International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC)*, 211–214. <https://doi.org/10.1109/PDGC50313.2020.9315800>
- Hartati, N. (2021). Investasi Saham Syariah di Bursa Efek Indonesia dalam Perspektif Hukum Ekonomi Syariah. *Jurnal Hukum Ekonomi Syariah*, 5(01), 31–48. <https://doi.org/10.26618/j-hes.v5i01.4819>
- Hasanati, Z. & Dwiny Meidelfi. (2020). Kajian Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation Untuk Deteksi Bau. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 1(2), 90–95. <https://doi.org/10.52158/jacost.v1i2.113>
- Ho, M. K., Darman, H., & Musa, S. (2021). Stock Price Prediction Using ARIMA, Neural Network and LSTM Models. *Journal of Physics: Conference Series*, 1988(1), 012041. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1988/1/012041>
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): When to use them or not. *Geoscientific Model Development*, 15(14), 5481–5487. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-5481-2022>
- IDX. (2024). *Produk Syariah*. Produk Syariah - Bursa Efek Indonesia. <https://www.idx.co.id/id/idx-syariah/produk-syariah>
- Jierula, A., Wang, S., Oh, T.-M., & Wang, P. (2021). Study on Accuracy Metrics for Evaluating the Predictions of Damage Locations in Deep Piles Using Artificial Neural Networks with Acoustic Emission Data. *Applied Sciences*, 11(5), 2314. <https://doi.org/10.3390/app11052314>
- Khalil, K., Eldash, O., Kumar, A., & Bayoumi, M. (2019). Economic LSTM Approach for Recurrent Neural Networks. *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, 66(11), 1885–1889. <https://doi.org/10.1109/TCSII.2019.2924663>

- Olah, C. (2015). *Understanding LSTM Networks*.  
<https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- Prasetyo, V. R., Axel, S., Soebroto, J. T., Sugiarto, D., Winatan, S. A., & Njudang, S. D. (2022). Gold Price Prediction Based on Gold.org Data Using the Long Short-Term Memory Method. *SISTEMASI*, 11(3), 623.  
<https://doi.org/10.32520/stmsi.v11i3.1999>
- Puspita, N. V., & Yuliari, K. (2019). Analisis Pengaruh Stock Split Terhadap Harga Saham, Abnormal Return Dan Risiko Sistematis Saham Perusahaan (Studi Pada Perusahaan Yang Terdaftar Di Bei 2016-2018). *Ekonika : Jurnal Ekonomi Universitas Kadiri*, 4(1), 95.  
<https://doi.org/10.30737/ekonika.v4i1.335>
- Rosyd, A., Irma Purnamasari, A., & Ali, I. (2024). Penerapan Metode Long Short-Term Memory (LSTM) Dalam Memprediksi Harga Saham Pt Bank Central Asia. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(1), 501–506.  
<https://doi.org/10.36040/jati.v8i1.8440>
- Sabar Sautomo & Hilman Ferdinandus Pardede. (2021). Prediksi Belanja Pemerintah Indonesia Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM). *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(1), 99–106.  
<https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2815>
- Sagheer, A., & Kotb, M. (2019). Time series forecasting of petroleum production using deep LSTM recurrent networks. *Neurocomputing*, 323, 203–213.  
<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.09.082>
- Sen, S., Sugiarto, D., & Rochman, A. (2020). Prediksi Harga Beras Menggunakan Metode Multilayer Perceptron (MLP) dan Long Short-Term Memory (LSTM). *Ultimatics : Jurnal Teknik Informatika*, 12(1), 35–41.  
<https://doi.org/10.31937/ti.v12i1.1572>
- Shelly Midesia. (2020). Dampak Covid-19 Pada Pasar Saham Syariah di Indonesia. *Jurnal Penelitian Ekonomi Akuntansi (JENSI)*, 4(1), 68–79.  
<https://doi.org/10.33059/jensi.v4i1.2663>
- Stiawan, E. (2021). *Pasar Modal Syariah: Modul Laboratorium*. CV. Sinar Jaya Berseri.
- Suhendar, H. (2019). Arah dan Kebijakan Peraturan Otoritas Jasa Keuangan Nomor 15/POJK.04/2015 Tentang Penerapan Prinsip Syariah Di Pasar Modal. *ADLIYA: Jurnal Hukum dan Kemanusiaan*, 10(2), 135–148.  
<https://doi.org/10.15575/adliya.v10i2.5151>

- Van Houdt, G., Mosquera, C., & Nápoles, G. (2020). A review on the long short-term memory model. *Artificial Intelligence Review*, 53(8), 5929–5955. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09838-1>
- Warouw, V., Pangkey, R., & Fajar, N. (2022). Pengaruh Kebijakan Dividen Dan Keputusan Investasi Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Yang Tergabung Dalam Indeks LQ45 Di BEI Periode 2016-2018: Bursa Efek Indonesia Periode 2016-2018. *Jurnal Akuntansi Manado (JAIM)*, 137–148. <https://doi.org/10.53682/jaim.v3i1.2426>
- Yustati, H. (2017). Efektivitas Pemanfaatan Sistem Online Trading Syariah Dalam Meningkatkan Investor Saham Di Pasar Modal Syariah. *Syi'ar Iqtishadi : Journal of Islamic Economics, Finance and Banking*, 1(2). <https://doi.org/10.35448/jiec.v1i2.2558>