

**SKRIPSI**  
**ANALISIS RISIKO SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAN**  
***VALUE AT RISK (VAR) SIMULASI MONTE CARLO* BERBASIS**  
***MODEL BI-DIRECTIONAL LONG SHORT TERM MEMORY***  
**(BI-LSTM)**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**KATYA ROYHANA DEWI**

**NIM. 22106010076**

**HALAMAN JUDUL**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2026**

**ANALISIS RISIKO SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAN *VALUE AT RISK (VAR)* SIMULASI *MONTE CARLO* BERBASIS MODEL *BI-DIRECTIONAL LONG SHORT TERM MEMORY (BI-LSTM)***

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1  
Program Studi Matematika



diajukan oleh

**KATYA ROYHANA DEWI**

**NIM. 22106010076**

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

2026

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Katya Royhana Dewi

NIM : 22106010076

Judul Skripsi : Analisis Risiko Saham Syariah Menggunakan *Value at Risk* Simulasi  
*Monte Carlo* Berbasis Model *Bidirectional Long Short Term Memory*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 19 Mei 2026

Pembimbing

Moh. Fathah Oudratullah S.Si., M.Si

NIP. 197909222008011011

# PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1188/Un.02/DST/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Risiko Saham Syariah Menggunakan Value at Risk (VaR) Simulasi Monte Carlo Berbasis Model Bidirectional Long Short Term Memory (BiLSTM)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : KATYA ROYHANA DEWI  
Nomor Induk Mahasiswa : 22106010076  
Telah diujikan pada : Rabu, 03 Juni 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang  
Dr. Mohammad Farhan Quadratullah, S.Si., M.Si  
SIGNED

Valid ID: 6a2218188ab70



Penguji I  
Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 6a216d5051a6c



Penguji II  
Prof. Dr. Muhammad Wakhid Musthofa,  
S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6a2109120b32



Yogyakarta, 03 Juni 2026  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6a22381e55f50

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Katya Rohana Dewi

NIM : 22106010076

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 19 Mei 2026



Katya Royhana Dewi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua dan keluarga besar tercinta, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang tanpa henti.

Terima kasih kepada sahabat-sahabat yang telah setia menemani setiap langkah dalam perjalanan panjang ini—berbagi cerita, tawa, dan perjuangan yang tak terlupakan.

Apresiasi juga penulis sampaikan kepada teman-teman Matematika angkatan 2022 atas segala motivasi, nasihat, pengalaman, serta kenangan berharga yang turut mewarnai perjalanan ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada para dosen dan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah menjadi tempat penulis menimba ilmu, bertumbuh, dan menemukan arah baru, baik dalam perjalanan akademik maupun kehidupan pribadi.

## MOTTO

*”Allah mengetahui pada apa-apa yang kalian samarkan dan yang kalian tampilkan”*  
(Q.S. Annahl:19)

*”Dalam hidup, jika kita mengingat lebih banyak kebaikan yang diberikan kepada kita dibandingkan sesuatu yang dirasa gagal dihidupan dunia, maka hidup akan jauh lebih tenang”*  
(Ust. Syafei)

*”Jika sempit hidup ini,, Semua akan baik saja, **Sebab Tuhan tlah berjanji Setelah sempit ada kemudahan**”*  
(Raim Laode · 2026)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul "Analisis Risiko Saham Syariah Menggunakan *Value at risk* (VaR) Simulasi *Monte Carlo* Berbasis Model *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) pada Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) Periode 2020–2025".

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing skripsi, Bapak Moh. Farhan Quadratullah S.Si., M.Si., atas bimbingan, arahan, kritik, saran, serta masukan yang membangun selama proses penyusunan skripsi ini. Perhatian, ketelitian, dan kesabaran beliau dalam memberikan petunjuk membuat penulis mampu memperbaiki kualitas penelitian secara menyeluruh, mulai dari tahap konsep hingga penulisan laporan.

Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Deddy Rahmadi, M.Sc., yang telah membimbing penulis sejak tahap awal, mulai dari penentuan topik penelitian, pemilihan metodologi, hingga proses analisis dan interpretasi hasil. Dukungan, saran teknis, dan dorongan motivasi dari beliau turut membentuk penulis menjadi lebih percaya diri serta lebih kritis dalam menyusun skripsi ini.

Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Epha Diana Supandi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

4. Seluruh dosen program studi Matematika dan staf Fakultas Sains dan Teknologi yang senantiasa memberikan ilmu dan layanan terbaik kepada penulis dari awal hingga akhir perkuliahan.
5. Kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan moral, doa, dan keyakinan bahwa penulis mampu menyelesaikan tanggung jawab ini. Motivasi utama penulis berasal dari keinginan untuk membalas kasih sayang dan pengorbanan yang telah diberikan keluarga selama ini.
6. Keluarga Matematika angkatan 2022 yang telah menjadi bagian tak terpisahkan dari perjalanan perkuliahan penulis, saling menguatkan, berbagi ilmu, dan mengukir kenangan-kenangan indah yang akan selalu dikenang di masa depan.
7. Sahabat penulis diperkuliahan Mutiara Nur Amalina yang sudah menemani dari saat kegiatan pertama di bangku perkuliahan hingga proses terakhir. Motivasi dan dukungan yang sangat berharga untuk penulis bisa terus menjalani 8 semester ini.
8. Sahabat kecil penulis Aghnia Sahala Rizky, sosok yang bukan hanya teman, tetapi bagian tak terpisahkan dari hidup penulis tempat berpulang yang sejati dalam segala kondisi, baik saat dekat maupun jauh, saat penulis tersenyum maupun terpuruk. Terima kasih telah selalu menerima penulis dalam keadaan apa pun, dengan segala kelebihan dan kekurangannya, tanpa ragu dan tanpa syarat. Keberadaannya menjadi pondasi yang menopang penulis di saat paling lemah, cahaya yang menghalau kegelapan, dan alasan yang membuat penulis menyadari bahwa ada seseorang yang selalu bersedia berdiri di samping, tak peduli apa pun yang terjadi.
9. Sahabat KMM PPM JOGJA Satria, Aini, Rifqi, Sita, Aldy, Almira, Ardelia, Qorina, dan teman KMM semua yang setia berada di samping penulis dari ketikan pertama di Word hingga ketikan terakhir di CafeShop sampai subuh. Mereka tidak hanya sekadar menemani, tetapi juga menjadi penopang semangat, tempat bersandar di saat penulis lelah, dan sumber tawa di tengah tekanan menyelesaikan skripsi ini. Tanpa kehadiran mereka, perjalanan panjang ini rasanya tidak akan terasa seerat dan semakna sekarang.

10. Sahabat penulis Sabrina Wirantika yang juga menjadi tempat istirahat dari jahatnya dunia. Selalu mengulurkan tangannya dan rumahnya dibuka lebar hanya untuk menemani penulis, serta menjadi mentor dalam skripsi.
11. Teman-teman seperbimbingan yang selalu mengingatkan untuk terus lanjut dalam mengetik, menyusun, dan revisi dari awal hingga akhir.
12. Pemilik Kyra, sosok yang menjadi support system nomor satu dalam hidup penulis, kehadirannya telah mengubah perjalanan yang berat menjadi lebih ringan untuk dilalui. Dukunganmu tak hanya terasa dalam kata-kata, tetapi dalam waktu yang kamu relakan untuk menemani penulis mengetik hingga larut malam, tenaga yang kamu korbankan untuk menguatkan penulis di saat terendah, serta pelukan hangat yang selalu membuat penulis percaya bahwa tak ada yang perlu ditakuti selama dia ada di samping. Bukan hanya sumber kekuatan, tetapi juga tempat berlabuh yang paling nyaman, tempat penulis belajar arti ketenangan, cinta, dan dukungan tanpa syarat.
13. Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu, doa baik akan selalu menyertai kelian semua dalam menjalani kehidupan yang sakit ini.

Penulis sangat menyadari tidak ada yang sempurna di dunia ini. Oleh karena itu segala bentuk saran, kritik atas skripsi ini penulis menerimanya dengan senang hati. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan semua kalangan yang membutuhkan untuk dijadikan referensi dalam menulis. Akhir kata semoga Allah SWT melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, Aamiin.

Yogyakarta, 18 Mei 2026

Katya Royhana Dewi

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ANALISIS RISIKO SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAN <i>VALUE AT RISK</i> (VAR) SIMULASI <i>MONTE CARLO</i> BERBASIS MODEL <i>BI-DIRECTIONAL LONG SHORT TERM MEMORY</i> (BI-LSTM).....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	iii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMBANG .....	xvii
INTISARI .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1. Latar Belakang Masalah.....	1
2. Rumusan Masalah .....	5
3. Batasan Masalah.....	5
4. Tujuan Penelitian.....	6
5. Tinjauan Pustaka .....	7
6. Sistematika Penulisan.....	13
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>15</b>
1. Data .....	15
2. Prediksi.....	15
3. Vektor .....	16
4. Matriks .....	17
5. Hadamard Product.....	18

6.	Statistik Deskriptif.....	18
7.	Stasioneritas Data.....	21
8.	Model Deret Waktu Klasik.....	22
9.	Model Prediksi Berbasis <i>Deep learning</i> .....	25
10.	Min – Max Transformation .....	33
11.	Hyperparameter .....	34
12.	Fungsi Aktivasi.....	37
13.	Evaluasi Model.....	40
14.	Sliding window .....	43
15.	Denormalisasi Data .....	44
16.	Investasi.....	45
17.	Saham .....	46
18.	<i>Return</i> Saham .....	48
19.	Risiko .....	49
20.	Distribusi <i>Return</i> .....	50
21.	Value at risk .....	52
22.	Indeks Jakarta Islamic Index (JII) .....	62
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>65</b>
1.	Pendekatan Penelitian .....	65
2.	Data .....	66
3.	Metode Pengolahan Data .....	66
4.	Flowchart.....	71
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>72</b>
1.	Analisis Deskriptif.....	72
4.1.1.	Return Logaritmik.....	72
4.1.2.	Return Kumulatif dan Sifat Aditif.....	72
4.1.3.	Statistka Deskriptif.....	73
4.1.4.	Missing value .....	75
4.1.5.	Representasi Return sebagai Deret Waktu .....	76

4.1.6.	Analisis Distribusi Return.....	76
2.	Preprocessing Data Untuk Pemodelan Sekuens.....	77
4.2.1	Normalisasi Return .....	77
4.2.2	Pembentukan Sliding window .....	78
3.	Metode Klasik <i>Time series</i> .....	79
4.3.1	Uji Stasioneritas Return Saham .....	79
4.3.2	Model ARIMA .....	80
4.	Model Long Short-Term Memory (LSTM) .....	81
4.4.1	Struktur LSTM.....	81
4.4.2	Formulasi Prediksi Return .....	85
4.4.3	Evaluasi Kinerja Model LSTM.....	86
5.	Bidirectional Long Short Term Memory (BiLSTM).....	87
4.5.1	Input Utama Model .....	88
4.5.2	Pembentukan Sekuens (Windowing) untuk BiLSTM.....	88
4.5.3	Definisi LSTM Cell .....	88
4.5.4	Formulasi Bidirectional LSTM.....	89
4.5.4	Evaluasi Kinerja Prediksi.....	90
4.5.5	Denormalisasi Hasil Prediksi .....	91
6.	Aplikasi Metode Simulasi <i>Monte Carlo</i> dan model BiLSTM pada Analisis Risiko Saham Syariah .....	91
4.6.1	Algoritma Hibrida BiLSTM-Monte Carlo Student-t .....	91
4.6.2	Pembentukan Distribusi Return Simulasi .....	95
4.6.3	Pengurutan Return Simulasi.....	95
4.6.4	Penentuan Tingkat Signifikansi .....	95
4.6.5	Penentuan Posisi Kuantil .....	96
4.6.6	Perhitungan Value at risk .....	96
4.6.7	Validasi Value at risk dengan Uji Kupiec.....	97
<b>BAB V</b>	<b>STUDI KASUS .....</b>	<b>98</b>
1.	Input Data.....	98
2.	Transformasi <i>Log Return</i> .....	99

3.	Analisis Deskriptif.....	101
4.	Preprocessing .....	102
5.	Uji Metode Klasik .....	106
6.	Pemodelan ARIMA .....	107
7.	Modelling Bidirectional Long Short Term Memory .....	109
8.	Evaluasi Model BiLSTM .....	112
9.	Denormalisasi Data .....	113
10.	Statistik Residual Model BiLSTM.....	114
11.	<i>Value at risk</i> Simulasi Monte Carlo Berbasis Residual BiLSTM .....	115
12.	<i>Backtesting</i> VaR Kupiec.....	118
13.	Kalibrasi Model <i>Value at risk</i> .....	120
<b>BAB VI KESIMPULAN.....</b>		<b>122</b>
1.	Kesimpulan.....	122
2.	Saran.....	124
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>126</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>133</b>
1.	Data Penelitian .....	133
2.	Source Code Python.....	134
3.	Biodata Penulis.....	152

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Analisis Persamaan dan Perbedaan antara Penelitian Saat Ini dan Penelitian Terdahulu.....	12
Tabel 2.1 Kriteria Nilai MAPE .....	43
Tabel 5. 1 Sliding Window .....	105
Tabel 5. 2 Perbandingan nilai AIC ARIMA .....	108
Tabel 5. 3 Evaluasi ARIMA .....	108
Tabel 5. 4 Matrik Evaluasi .....	112
Tabel 5. 5 Residual BiLSTM .....	114
Tabel 5. 6 Statistik Simulasi Return Berbasis Residual BiLSTM.....	117
Tabel 5. 7 Backtesting .....	119
Tabel 5. 8 Parameter Hasil Kalibrasi Terpilih .....	120

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pertumbuhan Jumlah Investor Pasar Modal Indonesia Tahun 2020–2025 .....	1
Gambar 2.2 Struktur LSTM (Gallan, 2023).....	27
Gambar 3.2 Cell state pada LSTM (Olah, 2015) .....	28
Gambar 2.4 Forget gate (Olah, 2015) .....	29
Gambar 2.5 Input gate dan Candidate cell state.....	29
Gambar 2.6 Output gate dan Hidden gate .....	30
Gambar 2.7 Struktur BiLSTM .....	32
Gambar 2.8 Struktur dasar neuron dalam jaringan saraf tiruan(datalearns247, 2022) .....	35
Gambar 2.9 Fungsi aktivasi Tanh (Karpathy, 2016) .....	38
Gambar 2.10 Fungsi Aktivasi ReLU .....	39
Gambar 2.11 Fungsi aktivasi sigmoid .....	40
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	71
Gambar 5.1 Harga Penutupan JII 2020-2025.....	99
Gambar 5.2 Log <i>Return</i> JII 2020-2025 .....	100
Gambar 5.3 Analisis Distribusi Log <i>Return</i> .....	101
Gambar 5.4 ACF dan PACF .....	107
Gambar 5.5 Plot Residual Model ARIMA .....	114
Gambar 5.6 Training Loss dan Validation Loss .....	117
Gambar 5.7 Residual Plot BiLSTM .....	119
Gambar 5.8 Perbandingan BiLSTM vs ARIMA.....	120
Gambar 6.1 Data Close Indeks JII 2020-2025 .....	133

## DAFTAR LAMBANG

$t$	: Indeks waktu atau periode pengamatan
$P_t$	: Harga penutupan Indeks JII pada waktu ke-(t)
$P_{t-1}$	: Harga penutupan Indeks JII pada periode sebelumnya
$r_t$	: <i>Log return</i> Indeks JII pada waktu ke-(t)
$r_{t-1}$	: <i>Log return</i> Indeks JII pada periode sebelumnya
$\bar{r}$	: Rata-rata <i>return</i>
$\mu$	: Nilai rata-rata atau <i>mean return</i>
$\sigma$	: Standar deviasi atau volatilitas <i>return</i>
$\sigma_{\text{raw}}$	: Volatilitas awal dari hasil prediksi BiLSTM
$\sigma_{\text{final}}$	: Volatilitas akhir setelah kalibrasi <i>fat-tail factor</i>
$r_{\text{min}}$	: Nilai minimum <i>return</i> pada data latih
$r_{\text{max}}$	: Nilai maksimum <i>return</i> pada data latih
$r'_t$	: Nilai <i>return</i> setelah normalisasi
$\hat{r}_t$	: Nilai <i>return</i> hasil prediksi model
$n$	: Jumlah observasi data
$T$	: Jumlah observasi pada periode pengujian
$w$	: Panjang <i>sliding window</i>
$N$	: Jumlah skenario simulasi <i>Monte Carlo</i>
$\alpha$	: Tingkat signifikansi atau peluang pelanggaran VaR
$1 - \alpha$	: Tingkat kepercayaan VaR
VaR	: <i>Value at risk</i>
VaR <sub>{95}</sub>	: <i>Value at risk</i> pada tingkat kepercayaan 95%
VaR <sub>{99}</sub>	: <i>Value at risk</i> pada tingkat kepercayaan 99%

$L_t$	: Nilai kerugian pada waktu ke-(t)
$p^*$	: Proporsi pelanggaran teoritis pada uji Kupiec
$\hat{p}$	: Proporsi pelanggaran aktual pada uji Kupiec
$x$	: Jumlah pelanggaran VaR
$LR_{POF}$	: Statistik uji Kupiec <i>Proportion of Failures</i>
$\varepsilon_t$	: Komponen galat atau <i>error</i> pada waktu ke-(t)
$z_t$	: Bilangan acak standar pada simulasi Monte Carlo
$\ln$	: Logaritma natural
$\odot$	: Operasi <i>Hadamard</i> atau perkalian elemen per elemen
$h_t$	: <i>Hidden state</i> pada waktu ke-(t)
$c_t$	: <i>Cell state</i> pada waktu ke-(t)
$f_t$	: <i>Forget gate</i> pada waktu ke-(t)
$i_t$	: <i>Input gate</i> pada waktu ke-(t)
$o_t$	: <i>Output gate</i> pada waktu ke-(t)
$\tilde{c}_t$	: Kandidat <i>cell state</i> pada waktu ke-(t)
$W_f, W_i, W_o, W_c$	: Matriks bobot pada gerbang LSTM
$b_f, b_i, b_o, b_c$	: Bias pada gerbang LSTM
$\vec{h}_j$	: <i>Hidden state</i> arah maju pada BiLSTM
$\overleftarrow{h}_j$	: <i>Hidden state</i> arah mundur pada BiLSTM
$\varepsilon_t$	: Komponen galat atau error

## INTISARI

### **Analisis Risiko Saham Syariah Menggunakan *Value at risk (VaR)* Simulasi *Monte Carlo* Berbasis Model *Bi-Directional Long Short Term Memory (Bi-LSTM)***

(Studi Kasus: Indeks *Jakarta Islamic Index (Jii)* Menggunakan Data Historis 2020-2025)

KATYA ROYHANA DEWI

22106010076

Pergerakan *Jakarta Islamic Index (JII)* yang fluktuatif menunjukkan bahwa saham syariah tetap memiliki risiko pasar meskipun telah memenuhi prinsip syariah. Penelitian ini bertujuan menganalisis risiko Indeks JII periode 2020–2025 menggunakan integrasi *Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM)*, simulasi *Monte Carlo*, dan *Value at risk (VaR)*. Data yang digunakan berupa harga penutupan harian Indeks JII dari *Yahoo Finance* yang ditransformasikan menjadi *log return*. Model BiLSTM dibentuk dalam *sliding window* 60 hari, dengan *batch size* sebesar 32 dan pelatihan maksimum 50 *epoch* menggunakan mekanisme *early stopping*. Hasil prediksi model kemudian didenormalisasi dan digunakan sebagai dasar simulasi *Monte Carlo* berbasis distribusi *Student-t* untuk menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *BiLSTM* menghasilkan nilai *Mean Squared Error (MSE)* sebesar 0,000215, *Root Mean Squared Error (RMSE)* sebesar 0,014672, *Mean Absolute Error (MAE)* sebesar 0,010739, *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 133,769363%, dan *Directional Accuracy* sebesar 30,449827%. Hasil *fitting* residual menggunakan distribusi *Student-t* menghasilkan nilai *degree of freedom (df)* sebesar 4,903950 yang menunjukkan karakteristik *fat tail* pada data *return* saham. Simulasi *Monte Carlo* menghasilkan nilai *VaR* 95% sebesar -0,029262 dan *VaR* 99% sebesar -0,048906 untuk horizon waktu 1 hari perdagangan. Hasil *backtesting* menggunakan *Kupiec Proportion of Failures Test* setelah proses kalibrasi menunjukkan bahwa kedua nilai *VaR* valid secara statistik. Dengan demikian, pendekatan BiLSTM–*Monte Carlo* dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran risiko kerugian harian Indeks JII.

**Kata kunci:** *Jakarta Islamic Index, BiLSTM, Monte Carlo, Value at risk*

## ABSTRAK

### **Risk Analysis of Islamic Stocks Using *Value at risk* (VaR) Monte Carlo Simulation Based on the Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM) Model** (Case Study: Jakarta Islamic Index (JII) Using Historical Data from 2020–2025)

KATYA ROYHANA DEWI

22106010076

The fluctuating movement of the Jakarta Islamic Index (JII) indicates that Sharia-compliant stocks continue to exhibit market risk despite adhering to Islamic principles. This study aims to analyze the risk of the JII during the 2020–2025 period by integrating Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM), Monte Carlo simulation, and *Value at risk* (VaR). The data used in this study consist of the daily closing prices of the JII obtained from Yahoo Finance and transformed into log *returns*. A BiLSTM model was developed using a 60-day sliding window, a batch size of 32, and a maximum of 50 training epochs with an early stopping mechanism. The model predictions were then denormalized and used as the basis for a Monte Carlo simulation based on the Student-t distribution to estimate VaR at the 95% and 99% confidence levels. The results show that the BiLSTM model achieved a Mean Squared Error (MSE) of 0.000215, a Root Mean Squared Error (RMSE) of 0.014672, a Mean Absolute Error (MAE) of 0.010739, a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 133.769363%, and a Directional Accuracy of 30.449827%. Fitting the residuals to the Student-t distribution produced a degree of freedom (df) of 4.903950, indicating a fat-tailed *return* distribution. The Monte Carlo simulation yielded a 1-day VaR of -0.029262 at the 95% confidence level and -0.048906 at the 99% confidence level. Backtesting using the Kupiec Proportion of Failures Test after calibration confirmed that both VaR estimates were statistically valid. Accordingly, the BiLSTM–Monte Carlo approach may serve as an alternative method for measuring the daily downside risk of the Jakarta Islamic Index.

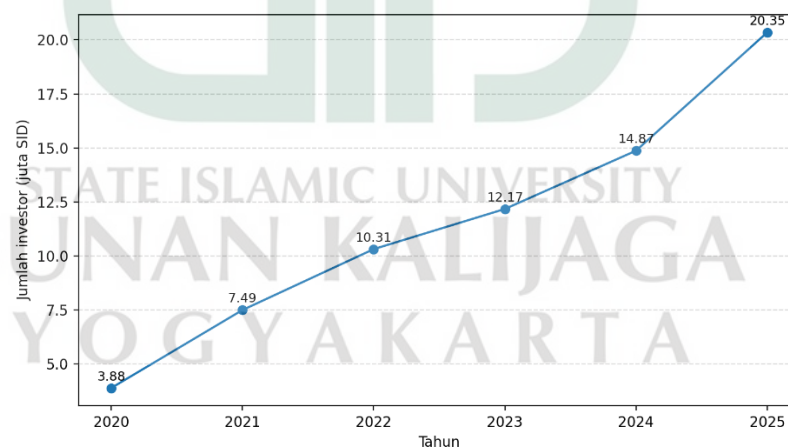
**Keywords:** Time series, Stock price predictio Jakarta Islamic Index, BiLSTM, Monte Carlo Simulation, *Value at risk*, Islamic stock risk

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Masalah

Pasar modal Indonesia mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, ditandai dengan meningkatnya jumlah investor dan semakin besarnya nilai transaksi maupun kapitalisasi pasar. KSEI mencatat jumlah investor pasar modal Indonesia meningkat dari 3,88 juta investor pada 2020, menjadi 7,49 juta pada 2021, 10,31 juta pada 2022, 12,17 juta pada 2023, dan 14,87 juta pada 2024. Pada Desember 2025, jumlah investor pasar modal bahkan telah mencapai sekitar 20,13 juta SID. Peningkatan ini menunjukkan bahwa investasi di pasar modal semakin diminati masyarakat. Namun, bertambahnya jumlah investor juga menimbulkan kebutuhan terhadap pengukuran risiko yang lebih akurat, karena keputusan investasi tidak cukup hanya didasarkan pada potensi keuntungan, tetapi juga harus mempertimbangkan kemungkinan kerugian akibat perubahan harga saham (Ipotnews, 2025).



Gambar 1.1 Pertumbuhan Jumlah Investor Pasar Modal Indonesia Tahun 2020–2025

Berdasarkan Gambar 1.1, jumlah investor pasar modal Indonesia menunjukkan tren peningkatan selama periode 2020–2025. Kondisi ini menjadi fenomena umum yang menunjukkan bahwa pasar modal semakin penting dalam aktivitas keuangan masyarakat. Akan tetapi, peningkatan

partisipasi investor juga dapat memperbesar kebutuhan terhadap model pengukuran risiko yang lebih akurat. Hal ini disebabkan oleh karakteristik saham yang memiliki harga berfluktuasi dan tidak selalu dapat diprediksi secara sederhana. Dalam konteks investasi, risiko tidak cukup hanya dilihat dari perubahan harga rata-rata, tetapi juga perlu diukur dari kemungkinan kerugian maksimum yang dapat terjadi pada kondisi pasar tertentu. Oleh karena itu, pengukuran risiko menjadi aspek penting agar keputusan investasi tidak hanya berorientasi pada *return*, tetapi juga mempertimbangkan besarnya potensi kerugian (KSEI, 2025).

Perkembangan pasar modal juga terjadi pada segmen saham syariah. Otoritas Jasa Keuangan melaporkan bahwa per 27 Desember 2024, Indeks Saham Syariah Indonesia berada pada posisi 213,86 dengan kapitalisasi pasar mencapai Rp6.759,54 triliun, atau tumbuh 9,98% secara *year to date*. Data tersebut menunjukkan bahwa saham syariah memiliki kontribusi besar dalam pasar modal Indonesia. Salah satu indeks syariah yang relevan untuk dikaji adalah *Jakarta Islamic Index* (JII). Bursa Efek Indonesia menjelaskan bahwa JII merupakan indeks saham syariah yang pertama kali diluncurkan pada 3 Juli 2000 dan berisi 30 saham syariah paling likuid yang tercatat di BEI. Meskipun saham-saham dalam JII telah memenuhi prinsip syariah, instrumen tersebut tetap memiliki risiko pasar karena pergerakan harganya dipengaruhi oleh volatilitas, sentimen investor, kondisi ekonomi, dan perubahan ekspektasi pasar. Dengan demikian, saham syariah tetap memerlukan pengukuran risiko yang objektif dan berbasis model kuantitatif (OJK, 2024b).

Permasalahan utama dalam pengukuran risiko saham adalah sifat data harga saham yang fluktuatif, tidak linier, dan memiliki ketergantungan terhadap waktu. Pergerakan harga saham pada hari tertentu dapat dipengaruhi oleh pola pergerakan sebelumnya, sehingga risiko pasar tidak selalu dapat dijelaskan dengan pendekatan statistik sederhana. Dalam penelitian ini, periode 2020–2025 dipilih karena mencakup beberapa kondisi pasar yang berbeda, yaitu periode tekanan ekstrem pada awal pandemi COVID-19, fase pemulihan ekonomi, dan kondisi pascapandemi. Dengan demikian, data 2020 tetap

relevan meskipun peristiwa COVID-19 telah terjadi beberapa tahun sebelumnya. Relevansinya bukan untuk menjadikan COVID-19 sebagai fokus utama penelitian, melainkan untuk memasukkan periode volatilitas ekstrem ke dalam data historis. Rentang data 2020–2025 memberikan manfaat karena model dapat diuji pada data yang lebih beragam, baik saat pasar bergejolak maupun saat pasar mulai stabil.

Dalam manajemen risiko keuangan, salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Value at risk* (VaR). VaR digunakan untuk mengestimasi besarnya potensi kerugian maksimum yang mungkin terjadi pada suatu aset atau portofolio dalam periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu. Ukuran ini relevan digunakan dalam penelitian risiko saham karena mampu menyajikan risiko dalam bentuk angka yang mudah dipahami oleh investor. Namun, ketepatan VaR sangat bergantung pada kemampuan model dalam menggambarkan distribusi *return* saham. Apabila distribusi *return* tidak dimodelkan dengan tepat, maka nilai risiko yang dihasilkan dapat menjadi terlalu rendah atau terlalu tinggi. Oleh karena itu, VaR membutuhkan pendekatan yang mampu membentuk gambaran kemungkinan kerugian secara lebih representatif (Koni et al., 2021).

Untuk membentuk distribusi kemungkinan *return* atau kerugian, penelitian ini menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Metode ini memungkinkan pembentukan berbagai skenario pergerakan harga berdasarkan pola data historis, sehingga risiko tidak hanya dilihat dari satu kemungkinan hasil, tetapi dari banyak kemungkinan kondisi pasar. Dalam konteks saham yang memiliki pergerakan tidak pasti, simulasi *Monte Carlo* menjadi relevan karena dapat menggambarkan berbagai kemungkinan kerugian yang mungkin dialami investor. Hasil simulasi tersebut kemudian dapat digunakan sebagai dasar untuk menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan tertentu. Penelitian sebelumnya juga telah menggunakan simulasi *Monte Carlo* untuk mengukur VaR pada saham syariah yang tergabung dalam *Jakarta Islamic Index*, sehingga metode ini memiliki dasar empiris dalam konteks pasar modal syariah Indonesia.

Meskipun demikian, simulasi *Monte Carlo* konvensional masih memiliki keterbatasan apabila hanya bertumpu pada asumsi statistik tertentu, misalnya asumsi distribusi normal atau pola volatilitas yang relatif tetap. Padahal, data harga saham umumnya bersifat fluktuatif, tidak linier, dan memiliki ketergantungan waktu. Dengan kata lain, risiko hari ini tidak sepenuhnya berdiri sendiri, tetapi dapat dipengaruhi oleh dinamika harga pada periode sebelumnya. Oleh karena itu, diperlukan model yang mampu mempelajari pola runtun waktu agar pembentukan skenario risiko menjadi lebih adaptif terhadap karakteristik data. Dalam konteks tersebut, *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) digunakan untuk memperkuat pemodelan data historis karena model ini mampu mempelajari pola data dari dua arah dalam proses pelatihan. Kemampuan tersebut membuat BiLSTM relevan untuk data saham yang memiliki pola temporal kompleks dan tidak selalu linier (Pasaribu M K et al, 2024).

Dengan demikian, hubungan antara VaR, simulasi *Monte Carlo*, dan BiLSTM dalam penelitian ini bersifat saling melengkapi. BiLSTM digunakan untuk mempelajari pola pergerakan harga atau *return* saham berdasarkan data historis, simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk membentuk berbagai skenario kemungkinan *return* atau kerugian, sedangkan VaR digunakan sebagai ukuran akhir untuk mengestimasi potensi kerugian maksimum. Integrasi ketiga pendekatan tersebut diharapkan mampu menghasilkan pengukuran risiko saham syariah yang lebih adaptif dibandingkan pendekatan VaR konvensional, terutama pada data *Jakarta Islamic Index* periode 2020–2025 yang mencakup kondisi pasar dengan tingkat volatilitas yang berbeda-beda.

Berdasarkan penelitian terdahulu, kajian mengenai VaR dan simulasi *Monte Carlo* pada saham syariah telah dilakukan, termasuk pada saham-saham yang terdaftar dalam *Jakarta Islamic Index*. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penggunaan VaR, metode historis, atau simulasi *Monte Carlo* secara konvensional. Di sisi lain, penelitian mengenai model BiLSTM umumnya lebih banyak diarahkan pada prediksi harga saham, bukan secara khusus dikombinasikan dengan VaR dan simulasi *Monte Carlo* untuk analisis

risiko saham syariah. Oleh karena itu, *research gap* dalam penelitian ini terletak pada masih terbatasnya kajian yang mengintegrasikan *Value at risk* simulasi *Monte Carlo* berbasis model BiLSTM dalam pengukuran risiko saham syariah, khususnya pada *Jakarta Islamic Index* periode 2020–2025. Penelitian ini penting dilakukan karena tidak hanya menghitung besarnya risiko, tetapi juga menguji pendekatan model yang lebih adaptif terhadap karakteristik data saham yang fluktuatif, nonlinier, dan memiliki ketergantungan waktu.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur dan tahapan penerapan model *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) dalam memprediksi *return* saham syariah serta bagaimana residual hasil prediksi tersebut digunakan sebagai *input* dalam simulasi *Monte Carlo* untuk keperluan pengukuran risiko?
2. Bagaimana kinerja model *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) dalam memprediksi *return* Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025, serta bagaimana karakteristik distribusi *return* yang dihasilkan melalui simulasi *Monte Carlo*?
3. Bagaimana evaluasi hasil pengukuran risiko Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025 menggunakan metode *Value at risk* (VaR) berbasis simulasi *Monte Carlo* berdasarkan input residual hasil prediksi model BiLSTM?

## 3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap terfokus pada tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data historis harga saham harian Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan periode pengamatan tahun 2020–2025.
2. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada harga penutupan (*closing price*) indeks JII sebagai sumber utama pembentukan *return* saham.

3. Model *deep learning* yang digunakan dalam penelitian ini mencakup *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai tahapan awal pemodelan dan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) sebagai model utama dalam memprediksi *return* saham dan residual.
4. Analisis risiko saham dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Value at risk* (VaR) dengan pendekatan simulasi *Monte Carlo Student-t* berdasarkan residual hasil prediksi model BiLSTM.
5. Evaluasi kinerja model dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metrik kesalahan prediksi, yaitu *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), serta interpretasi nilai *Value at risk* (VaR) yang dihasilkan dari simulasi *Monte Carlo*.
6. Implementasi pemodelan dan analisis dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* versi 3.12 dengan dukungan akselerator GPU T4. Pengolahan data dilakukan menggunakan *Pandas* dan *NumPy*, sedangkan pemodelan jaringan saraf dibangun menggunakan *Keras/TensorFlow*.

Dengan batasan masalah ini, penelitian diharapkan dapat dilakukan secara lebih terarah dan fokus sesuai dengan tujuan analisis risiko saham syariah yang telah ditetapkan.

#### 4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan tahapan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) dalam memprediksi *return* Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025 sebagai dasar analisis risiko.
2. Menganalisis kinerja model *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) dalam memprediksi Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025 menggunakan metrik evaluasi MSE, RMSE, MAE, dan MAPE.
3. Mengukur dan mengevaluasi tingkat risiko Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025 menggunakan metode

*Value at risk* (VaR) simulasi *Monte Carlo* berbasis residual hasil prediksi model BiLSTM sebagai input simulasi.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara akademis maupun praktis. Secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur di bidang keuangan dan analisis risiko pasar, khususnya terkait penerapan model *deep learning* dalam analisis data runtun waktu (*time series*). Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah mengenai penggunaan model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan pengembangannya, yaitu *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM), dalam memprediksi *return* saham serta integrasinya dengan metode *Value at risk* (VaR) berbasis simulasi *Monte Carlo* untuk pengukuran risiko saham syariah. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan metode analisis risiko saham yang berbasis kecerdasan buatan.

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih terukur mengenai tingkat Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) bagi investor, analisis pasar, dan praktisi keuangan. Informasi risiko yang dihasilkan melalui pengukuran *Value at risk* (VaR) berbasis simulasi *Monte Carlo* dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan investasi yang lebih berhati-hati dan rasional. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem pendukung keputusan investasi yang memanfaatkan model *deep learning* dalam pengelolaan risiko pasar saham syariah.

#### **5. Tinjauan Pustaka**

Dalam penelitian ini, penulis merujuk beberapa studi terdahulu sebagai dasar perbandingan dan pembatasan untuk memperkuat analisis yang dilakukan sekaligus mencegah pengulangan penelitian. Berikut adalah uraian mengenai studi-studi referensi tersebut:

1. Penelitian Siti Ningsih & Arsal (2022) berjudul "Penerapan Simulasi *Monte Carlo* untuk Pengukuran *Value at risk* (VaR)" diterbitkan di *Research on Mathematics and Natural Science* Vol. 1 No. 2 (DOI:

10.55657/rmns.v1i2.62). Tujuan: mengetahui pengukuran VaR pada saham syariah menggunakan *Monte Carlo*. Populasi: perusahaan di *Jakarta Islamic Index* (JII); sampel purposive: sektor mining (ADRO, ANTM, INCO, PTBA). Metode: kuantitatif, analisis data harga historis; simulasi *Monte Carlo* dengan replikasi berulang hingga VaR stabil (parameter *Mean/std dev* sama per replikasi), horizon 1 hari. Hasil: VaR rata-rata Rp1.132.721 per saham, variasi rendah antar replikasi (konvergen cepat), stabil untuk investasi syariah. Evaluasi: simulasi numerik, no *backtesting* formal disebut. Keterbatasan: fokus sektor mining saja, asumsi parameter statis (tidak dinamis/temporal), periode tidak spesifik panjang, belum integrasi *deep learning* untuk prediksi *input*. Rujukan utama: prosedur *Monte Carlo* dasar syariah JII.

2. Penelitian Saepudin1 et al. (2023) versi update dari 2017 berjudul "Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah dengan *Value at risk* (VaR) Menggunakan Simulasi *Monte Carlo*". Objek: saham PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR) konsisten JII, data harga penutupan harian (periode ~2020-2022). Metode: (1) *Input* data .xlsx ke Matlab GUI, (2) Hitung *return*  $r_t = \ln(P_t/P_{t-1})$ , (3) Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov (tolak jika *p-value* < tabel kritis), (4) *Monte Carlo*: bangkitkan random number sesuai distribusi historis untuk VaR/ES, langkah iteratif stabil. Hasil detail: VaR 95% = 0,024471 (2,45%), ES = 0,030608 (+25%); VaR 90% = 0,019172, ES = 0,026110; initial capital Rp100jt → VaR 1% = -Rp3.620.899, 5% = -Rp2.709.708, 10% = -Rp2.120.419. Evaluasi: komputasi Matlab sukses, banding VaR/ES. Keterbatasan: metode kuat tapi abaikan *clustering* volatilitas, periode pendek, tidak temporal/*deep learning*, tunggal UNVR bukan JII representatif. Rujukan: VaR/ES syariah tunggal via *Monte Carlo*.
3. Penelitian Febriyanti et al. (2025) Vol. 6 No. 3 (2025) berjudul "Stock Price Prediction and Risk Estimation Using Hybrid CNN-LSTM Model and VaR-ECF pada PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR)". Tujuan: prediksi harga + estimasi risiko ekstrem. Data: harga saham UNVR (periode tidak eksplisit, ~2020-2024). Metode: *Hybrid* CNN-LSTM (Conv1D ekstrak fitur lokal +

LSTM temporal), dilanjut VaR dengan *Cornish-Fisher Expansion* (ECF) akomodasi skewness/kurtosis non-normal; tingkat 95%/99%; *return*  $r_t = \ln(P_t/P_{t-1})$  Hasil: CNN-LSTM MAE/RMSE terendah vs *baseline*, VaR 95% = 0,0249 (pasar normal), tren prediksi akurat (Gbr.7 mirip aktual); estimasi realistis fluktuasi ekstrem. Evaluasi: MAE, MAPE, VaR violation vs aktual. Keterbatasan: fokus UNVR konvensional bukan saham syariah, CNN-LSTM vs BiLSTM sederhana, periode pendek tanpa rezim pandemi panjang. Rujukan: hibrida prediksi + VaR non-normal.

4. Penelitian Rifqi Yafik & Mulkan Azhari (2025) di Jurnal Juktisi (2025) berjudul "Analisis Perbandingan Metode LSTM dan BiLSTM untuk Prediksi Harga Saham" (ejournal.lkparyaprima.id). Sampel: saham BEI BCA dan TLKM (periode ~2023-2024). Metode: arsitektur BiLSTM *bidirectional* vs LSTM *forward-only*, *input* data OHLCV historis, train dengan optimizer standar (Adam), epochs tidak disebut. Evaluasi: RMSE, MAPE. Hasil detail: BiLSTM BCA RMSE 0,0178 (MAPE ~1,9%), TLKM RMSE 0,0172 (MAPE 1,94%); superior 5-10% vs LSTM (TLKM RMSE LSTM 0,0199) karena tangkap *context* dua arah. Keterbatasan: fokus prediksi harga saja, bukan syariah spesifik atau integrasi risiko VaR/*Monte Carlo*. Rujukan: bukti empiris BiLSTM unggul saham Indonesia termasuk TLKM.
5. Penelitian Ramadhanti et al. (2025) di Jurnal Mediasisfo (ejournal.unama.ac.id) berjudul "Implementasi Model BiLSTM-Attention untuk Prediksi Nilai IHSG". Data: historis IHSG (periode tidak eksplisit). Metode: BiLSTM (*forward-backward*) + *attention mechanism* fokus relevansi temporal, *loss function* stabil hindari *overfitting*. Evaluasi:  $R^2$ , RMSE, MAE, MAPE. Hasil:  $R^2$  0,9485 (jelaskan 94,85% varians), RMSE 59,47, MAE 45,12, MAPE 0,63%; akurasi tinggi ikuti tren fluktuasi. Keterbatasan: indeks IHSG umum, tidak menghasilkan estimasi *Value at risk* (VaR) eksplisit untuk keperluan manajemen portofolio syariah atau VaR. Rujukan: aplikasi BiLSTM *advance* untuk pasar volatil Indonesia.

6. Penelitian Megawati et al. (2022) di Jurnal Statistika Universitas Negeri Jakarta berjudul "Prediksi Pergerakan Saham Menggunakan Metode *Monte Carlo Simulation Method* pada Saham Syariah". Tujuan: prediksi pergerakan saham syariah Indonesia untuk potensi investasi halal. Sampel: saham JII/ISSI (detail tidak eksplisit, periode ~2019-2021). Metode: *Monte Carlo simulation* untuk prediksi harga/*return*, banding metode VaR (historis vs *Monte Carlo*); bobot portofolio optimal dari 70 saham JII, 20 masuk (Tabel 4). Hasil: *Monte Carlo* lebih baik tangkap efek jangka waktu vs historis; portofolio *low risk-low return*; bank syariah Indonesia kecil (vs Malaysia), tapi potensi besar. Evaluasi: perbandingan akurasi prediksi VaR. Keterbatasan: terbatas pada analisis portofolio agregat (20 dari 70 saham) yang tidak mengungkap karakteristik risiko individual konstituen JII, menggunakan pendekatan *Monte Carlo* standalone tanpa integrasi *deep learning* temporal untuk menangkap pola volatilitas *clustering*, serta berfokus pada optimalisasi bobot portofolio daripada pengukuran dan validasi VaR melalui *backtesting* lintas rezim pasar. Penelitian ini mengatasi keterbatasan tersebut melalui pengembangan pipeline hibrida BiLSTM-*Monte Carlo* yang spesifik untuk konstituen JII individual dengan evaluasi VaR yang tervalidasi secara statistik.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, banyak studi telah menerapkan simulasi *Monte Carlo* dan model *deep learning* seperti LSTM/BiLSTM untuk pengukuran VaR atau prediksi *return* saham syariah dengan akurasi baik. Namun, belum banyak penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan model BiLSTM (*bidirectional LSTM*) sebagai *input* prediksi dinamis untuk simulasi *Monte Carlo* dalam analisis VaR Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan model hibrida BiLSTM-*Monte Carlo* dalam mengukur VaR Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025. Pemilihan model hibrida ini dilakukan untuk menjaga fokus penelitian serta memungkinkan analisis mendalam dan konsisten terhadap karakteristik data *time series* syariah volatil.

Selain itu, periode penelitian mencakup kondisi pasar sebelum, saat, dan setelah pandemi COVID-19, sehingga diharapkan memberikan gambaran komprehensif mengenai kemampuan model dalam menghadapi data dinamis, *volatility clustering*, dan pergeseran rezim.

Secara umum, *Monte Carlo* memiliki arsitektur simulasi stokastik sederhana, ringan komputasi untuk ribuan skenario, serta konvergensi cepat (Ningsih 2022: VaR stabil). Namun, rentan bias *input* statis dan *vanishing temporal dependencies* pada data berurutan panjang. Sebaliknya, BiLSTM mampu mempertahankan informasi jangka panjang melalui mekanisme *bidirectional gate (forward-backward)*, sehingga lebih efektif mempelajari pola kompleks *return* syariah. Akan tetapi, arsitektur BiLSTM kompleks menyebabkan pelatihan lambat dan butuh sumber daya tinggi (GPU, *tuning units* 50-128).

Meskipun terdapat model turunan seperti CNN-LSTM-VaR (JUTIF 2025) atau GARCH-EVT yang kompetitif efisien, tidak disertakan penuh. BiLSTM dipilih sebagai representasi utama *recurrent* berbasis gerbang *bidirectional*, karena struktur memori lengkap *superior unidirectional*, mewakili perbedaan mendasar antara simulasi statis (*Monte Carlo*) vs prediksi temporal dinamis. Dengan demikian, penelitian ini difokuskan untuk analisis mendalam karakteristik, kelebihan, serta keterbatasan hibrida BiLSTM-*Monte Carlo* dalam memodelkan risiko VaR saham JII.

Untuk menguraikan persamaan dan perbedaan antara penelitian ini dengan studi terdahulu, dapat dirujuk pada Tabel Persamaan dan Perbedaan Penelitian Saat Ini dengan Penelitian Terdahulu.

Tabel 1. 1 Analisis Persamaan dan Perbedaan antara Penelitian Saat Ini dan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan
1	Ningsih (2022): <i>Monte Carlo</i> VaR JII mining syariah	<i>Monte Carlo</i> simulasi VaR saham syariah Indonesia	Sektor mining vs konstituen JII; <i>Monte Carlo</i> statis tanpa <i>deep learning</i> vs hibrida BiLSTM
2	Saepudin et al. (2023): VaR <i>Monte Carlo</i> + ES UNVR syariah	VaR <i>Monte Carlo</i> syariah tunggal + <i>tail risk</i> ES	Periode pendek 2020-2022 vs 2020-2025; <i>no temporal</i> <i>input</i> vs BiLSTM dinamis
3	JUTIF (2025): Hybrid CNN-LSTM + VaR-ECF UNVR	Hibrida <i>deep learning</i> LSTM + VaR risiko saham BEI	CNN-LSTM <i>unidirectional</i> vs BiLSTM <i>bidirectional</i> - <i>Monte Carlo</i> ; UNVR vs JII syariah
4	Juktisi (2025): LSTM vs BiLSTM prediksi BEI (TLKM)	BiLSTM prediksi <i>return</i> saham Indonesia akurat (RMSE rendah)	Prediksi harga saja vs VaR hibrida; BEI umum vs syariah JII
5	Mediasisfo: BiLSTM- <i>Attention</i> prediksi IHSG	BiLSTM temporal volatil pasar Indonesia ( $R^2$ tinggi)	Indeks IHSG vs saham syariah JII; no VaR simulasi
6	Mawati (2022): <i>Monte Carlo</i> prediksi saham syariah JII	<i>Monte Carlo</i> prediksi pergerakan saham syariah JII	Prediksi umum JII vs VaR spesifik konstituen JII; <i>Monte Carlo</i> standalone vs hibrida BiLSTM

Berdasarkan Tabel Persamaan dan Perbedaan, dapat disimpulkan bahwa persamaan utama antara penelitian ini dan studi terdahulu terletak pada penerapan simulasi *Monte Carlo* untuk VaR saham syariah serta model *deep learning* seperti LSTM/BiLSTM dalam analisis *time series* keuangan. Perbedaannya terletak pada objek spesifik Indeks JII, periode data panjang

2020-2025, serta integrasi hibrida *BiLSTM-Monte Carlo* untuk evaluasi VaR dinamis yang konsisten. Adapun judul penelitian ini adalah: Analisis Risiko Saham Syariah Menggunakan *Value at risk* (VaR) Simulasi *Monte Carlo* Berbasis *Model Bi-Directional Long Short-Term Memory* (BiLSTM): Studi Kasus Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025. Dengan penelitian ini, diharapkan kontribusi baru berupa analisis terfokus mendalam performa hibrida *BiLSTM-Monte Carlo* pada risiko Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025. Secara spesifik, menyajikan pemahaman komprehensif pengaruh prediksi temporal dan simulasi stokastik terhadap akurasi VaR (RMSE/Kupiec/ES), sebagai pembaruan empiris studi terdahulu seperti (Ningsih & Aarsal, 2022) dan JUTIF (2025).

## 6. Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini disusun dalam enam bab dengan struktur sistematis sebagai berikut:

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, ruang lingkup dan batasan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka singkat, serta sistematika penulisan secara keseluruhan.

### 2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menyajikan fondasi teoritis pendukung, mencakup prinsip *Value at risk* (VaR), mekanisme simulasi *Monte Carlo*, arsitektur *Bi-Directional Long Short-Term Memory* (BiLSTM), serta dinamika Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII).

### 3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini mendetailkan prosedur penelitian, meliputi jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, definisi variabel, metodologi hibrida *BiLSTM-Monte Carlo*, perangkat lunak pengolahan (*Python* dengan *TensorFlow/Keras* dan library simulasi), serta metode analisis evaluatif (RMSE, *Kupiec test*, *Expected Shortfall*).

### 4. BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini mempresentasikan temuan empiris dari implementasi model hibrida BiLSTM dengan Simulasi *Monte Carlo* untuk estimasi VaR, disertai interpretasi mendalam dan perbandingan hasil.

#### 5. BAB V STUDI KASUS

Bab ini mengaplikasikan model secara praktis pada dataset Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) berdasarkan data historis periode 2020–2025, termasuk analisis sensitivitas rezim pasar dan validasi *backtesting*.

#### 6. BAB VI PENUTUP

Bab ini merangkum kesimpulan utama dari seluruh pembahasan serta rekomendasi untuk penelitian lanjutan dan implikasi praktis.



## BAB VI KESIMPULAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis risiko Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) periode 2020–2025 menggunakan *Value at risk* (VaR) berbasis simulasi *Monte Carlo* dan model *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil penelitian, prosedur penerapan model *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) dan simulasi *Monte Carlo* dalam pengukuran risiko Indeks *Jakarta Islamic Index* (JII) dilakukan melalui beberapa tahapan utama. Tahap awal dimulai dengan pengumpulan data historis harga penutupan harian Indeks JII periode 2020–2025, kemudian data ditransformasikan menjadi *log return* sebagai variabel utama dalam pemodelan dan pengukuran risiko. Selanjutnya, dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik awal data, seperti nilai rata-rata, standar deviasi, skewness, kurtosis, serta pola distribusi *return*. Tahap berikutnya adalah *preprocessing* data yang meliputi penghapusan data duplikat, penanganan *outlier*, pembagian data *training* dan *testing* secara berurutan berdasarkan waktu, normalisasi data, serta pembentukan *sliding window* sebagai input model BiLSTM. Setelah itu, dilakukan uji metode klasik melalui uji stasioneritas, analisis ACF dan PACF, serta pemodelan ARIMA sebagai pembanding. Selanjutnya dilakukan analisis residual terhadap hasil prediksi model *BiLSTM*. Residual model kemudian dilakukan *fitting* menggunakan distribusi *Student-t* dengan parameter *degree of freedom* (*df*). Hasil prediksi model BiLSTM selanjutnya didenormalisasi ke skala *log return* asli dan digunakan sebagai dasar dalam simulasi *Monte Carlo*. Tahap berikutnya adalah simulasi *Monte Carlo* berbasis residual *BiLSTM* menggunakan distribusi *Student-t* untuk membangkitkan 10.000 skenario *return*. Hasil simulasi tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Value at risk* (VaR) pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Tahap akhir dilakukan melalui

proses *backtesting* menggunakan *Kupiec Proportion of Failures Test* untuk menguji validitas estimasi *VaR*.

2. Kinerja model BiLSTM dalam memprediksi *log return* indeks JII menunjukkan hasil yang cukup baik berdasarkan metrik kesalahan prediksi. Pada skala ternormalisasi, model menghasilkan nilai MSE sebesar 0,000215, RMSE sebesar 0,014672, MAE sebesar 0,010739, dan MAPE sebesar 133,769363%. Berdasarkan kriteria MAPE, nilai tersebut menunjukkan bahwa model berada dalam kategori akurat. Namun, nilai *Directional Accuracy* sebesar 30,449827% menunjukkan bahwa model belum optimal dalam memprediksi arah pergerakan *return*. Temuan ini menunjukkan bahwa BiLSTM mampu menghasilkan prediksi yang relatif stabil, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam menangkap perubahan ekstrem dan arah pergerakan harian indeks JII. Selain itu, hasil analisis distribusi menunjukkan nilai *kurtosis excess* sebesar 9,88726987 dan *p-value* Jarque-Bera sebesar 0,0000, sehingga distribusi *log return* terbukti tidak normal dan memiliki karakteristik *fat tail*. Selanjutnya, hasil *fitting* residual menggunakan distribusi *Student-t* menghasilkan nilai *degree of freedom (df)* sebesar 4,903950. Nilai *df* yang relatif kecil menunjukkan bahwa distribusi residual memiliki karakteristik *fat tail* atau ekor distribusi yang lebih tebal dibandingkan distribusi normal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa data *log return* indeks JII memiliki volatilitas tinggi dan mengandung kemungkinan munculnya nilai ekstrem (*extreme values*) yang lebih besar.
3. Hasil pengukuran risiko menggunakan simulasi *Monte Carlo* berbasis residual BiLSTM dengan distribusi *Student-t* menghasilkan nilai *Value at risk (VaR)* pada tingkat kepercayaan 95% sebesar -0,029262 dan *VaR* pada tingkat kepercayaan 99% sebesar -0,048906 untuk horizon waktu 1 hari perdagangan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada tingkat kepercayaan 95%, potensi kerugian maksimum harian indeks *Jakarta Islamic Index (JII)* diperkirakan sebesar 2,9262%, sedangkan pada tingkat kepercayaan 99% potensi kerugian maksimum harian diperkirakan sebesar 4,8906%. Selanjutnya, hasil *backtesting* menggunakan *Kupiec Proportion of Failures Test* menunjukkan

bahwa model *VaR* pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% telah dinyatakan valid setelah dilakukan proses kalibrasi. Pada tingkat kepercayaan 95%, model menghasilkan 11 *violations* dari total 290 observasi dengan nilai *p-value* sebesar 0,325504. Sementara itu, pada tingkat kepercayaan 99%, model menghasilkan 3 *violations* dari total 290 observasi dengan nilai *p-value* sebesar 0,953202. Karena kedua nilai *p-value* lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05, maka estimasi *VaR* yang dihasilkan dapat diterima secara statistik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah pelanggaran aktual (*violations*) telah sesuai dengan probabilitas pelanggaran teoritis yang diharapkan model. Selain itu, proporsi pelanggaran aktual ( $\hat{p}$ ) pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 0,037931 mendekati probabilitas teoritis sebesar 5%, sedangkan pada tingkat kepercayaan 99% proporsi pelanggaran aktual sebesar 0,010345 sangat dekat dengan probabilitas teoritis sebesar 1%. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu merepresentasikan risiko kerugian ekstrem dengan cukup baik. Dengan demikian, pendekatan *BiLSTM*–simulasi *Monte Carlo*–*Value at risk (VaR)* berbasis distribusi *Student-t* serta proses kalibrasi parameter berhasil menghasilkan estimasi risiko yang valid untuk indeks *Jakarta Islamic Index (JII)* periode 2020–2025.

## 2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, keterbatasan model, serta temuan empiris yang diperoleh, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan model yang tidak hanya memprediksi nilai *return*, tetapi juga arah pergerakannya. Hal ini diperlukan karena nilai *Directional Accuracy* pada penelitian ini masih rendah meskipun nilai MAPE tergolong akurat.
2. Penelitian berikutnya dapat membandingkan *BiLSTM* dengan model lain, seperti *LSTM*, *GRU*, *CNN-LSTM*, *BiLSTM-Attention*, *Transformer*, atau model hibrida berbasis *GARCH* dan *deep learning*. Perbandingan ini diperlukan untuk mengetahui model yang paling sesuai dalam memprediksi *return* indeks saham syariah.

3. Pengujian VaR pada penelitian selanjutnya dapat dilengkapi dengan metode *backtesting* lain, seperti Christoffersen Test, Basel Traffic Light Test, dan Expected Shortfall (ES). Hal ini penting agar evaluasi risiko tidak hanya melihat jumlah pelanggaran, tetapi juga pola dan besarnya kerugian ekstrem.
4. Objek penelitian dapat diperluas pada indeks saham syariah lain, seperti ISSI, JII70, IDX-MES BUMN 17, atau saham-saham konstituen JII secara individual. Perluasan ini dapat memberikan gambaran risiko pasar modal syariah yang lebih menyeluruh.
5. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan *hyperparameter tuning* yang lebih luas, seperti *grid search*, *random search*, atau Bayesian optimization. Optimasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan stabilitas prediksi dan akurasi estimasi risiko.

Dengan adanya pengembangan tersebut, penelitian mengenai analisis risiko indeks saham syariah berbasis *deep learning* dan simulasi *Monte Carlo* diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih kuat, baik secara teoritis dalam pengembangan metode pengukuran risiko, maupun secara praktis dalam mendukung keputusan investasi dan manajemen risiko pada pasar modal syariah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acerbi, C., & Tasche, D. (2002). Expected shortfall: A natural coherent alternative to *value at risk*. *Economic Notes*, 31(2), 379–388. <https://doi.org/10.1111/1468-0300.00091>
- Amelia, R. (2023). Journal of Social Commerce. *Digital Influencer and Their Effect on Brand Perception and Loyalty*, 2(2), 60–70.
- Ananta, P., & Desmawan, D. (2017). Analisis Risiko Saham Dan Pengaruhnya Terhadap Volume Perdagangan Sahamnya (Studi Saham Pola Syari'ah Bursa Efek Indonesia Jakarta). *Jurnal EKONOMI-Qu*, 7(1), 31–42.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M., G n rale, S., & Heath, P. D. (1999). Coherent Measure of Risk. *Mathematical Finance*, 9(3), 203–228.
- Aulia, N., & Jaya, T. J. (2022). Analysis Of Differences In Returns Of Sharia Stocks Before And After The Announcement Of The Covid-19 Pandemic In Indonesia. *Jurnal Masharif Al-Syariah: Jurnal Ekonomi Dan Perbankan Syariah*, 7(4), 1434–1448.
- Azhari, M. (2018). PERHITUNGAN *VALUE AT RISK* ( VaR ) DENGAN METODE HISTORIS. *Jurnal Riset Bisnis Dan Manajemen*, 11(1), 1–8.
- Aziz, A., & Ag, M. (n.d.). *Abdul Aziz, Manajemen Investasi Syariah, (Jakarta: Rajawali Press, 2010.*
- Cahyani, R., & Muhammad Andryzal Fajar2. (2020). *ANALISIS PERBANDINGAN RETURN DAN RISK PADA SAHAM SYARIAH DAN SAHAM KONVENSIONAL*. 9(2), 204–217.
- Chatfield, C. (2000). *Time-Series Forecasting*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420036206>
- Daemi, A. (2021). *Math 309 Matrix Algebra Section 2 Course Overview*. 233(Calculus III), 1–5. <https://www.math.wustl.edu/~adaemi/matrix-algebra.html>
- Darman Saputra, Zukhri, N., Altin, D., Agung Nugroho, A., Daddy Setiawan, R., Fitari, T., & Thohari, M. (2023). *Value at risk* Analysis Using Historical Method and Monte Carlo Simulation in Banking and Mining Sector Companies. *International Journal of Applied Management and Business*, 1(1), 26–31. <https://doi.org/10.54099/ijamb.v1i1.436>
- datalearns247. (2022). *Mengenal Machine Learning*. <https://www.datalearns247.com/mengenal-machine-learning-12>

- Febrian, R., & Mardian, S. (2017). Penerapan PSAK NO. 102 Atas Transaksi Murabahah: Studi Pada Baitul Maal Wa Tamwil Di Depok, Jawa Barat. *Ikonomika*, 2(1), 75–84. <https://doi.org/10.24042/febi.v2i1.943>
- Febriyanti, A. Y., Prasetya, D. A., & Trimono, T. (2025). Stock Price Prediction and Risk Estimation Using Hybrid CNN-LSTM and VaR-ECF. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 6(3), 1539–1554. <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2025.6.3.4648>
- Gallan, V. (2023). *LSTM (Long Short Term Memory)*. <https://medium.com/bina-nusantara-it-division/lstm-long-short-term-memory-d29779e2ebf8>
- Goodfellow, I. (2016). *Deep Feedforward Networks*. [www.deeplearningbook.org](http://www.deeplearningbook.org)
- Hamali, S. (2017). *SIMULASI MONTE CARLO*. <https://bbs.binus.ac.id/management/2017/12/simulasi-monte-carlo/>
- Hidayat, K. (2025). *BEI Evaluasi Puluhan Konstituen Indeks Saham Syariah, Apa Saja yang Masuk dan Keluar?* Kontan.Co.Id. <https://investasi.kontan.co.id/news/bei-evaluasi-puluhan-konstituen-indeks-saham-syariah-apa-saja-yang-masuk-dan-keluar>
- Holton, G. A. (2013). *Value-at-Risk Theory and Practice*. <https://www.value-at-risk.net/backtesting-coverage-tests/>
- IDX. (n.d.). *Indeks Saham Syariah*. Retrieved March 11, 2026, from [https://www.idx.co.id/id/idx-syariah/indeks-saham-syariah/#:~:text=Jakarta Islamic Index \(JII\) adalah,pada tanggal 3 Juli 2000.](https://www.idx.co.id/id/idx-syariah/indeks-saham-syariah/#:~:text=Jakarta Islamic Index (JII) adalah,pada tanggal 3 Juli 2000.)
- Ipotnews. (2025). *Jumlah Investor Pasar Modal Per 19 Desember 2025 Capai 20,13 Juta atau Bertumbuh 35%*. [https://www.indopremier.com/ipotnews/newsDetail.php?group\\_news=I POTNEWS&halaman=1&jdl=Jumlah\\_Investor\\_Pasar\\_Modal\\_Per\\_19\\_Desember\\_2025\\_Capai\\_20\\_13\\_Juta\\_atau\\_Bertumbuh\\_35%25&name=&news\\_date=&news\\_id=210563&q=KSEI%2C+investor&search=y\\_geral&taging\\_subtype](https://www.indopremier.com/ipotnews/newsDetail.php?group_news=I POTNEWS&halaman=1&jdl=Jumlah_Investor_Pasar_Modal_Per_19_Desember_2025_Capai_20_13_Juta_atau_Bertumbuh_35%25&name=&news_date=&news_id=210563&q=KSEI%2C+investor&search=y_geral&taging_subtype)
- Iskandar, D. I., Hasanuddin, H., & Sari, R. R. (2022). Analisis Pengaruh Makro Ekonomi Terhadap Indeks Harga Saham Syariah Indonesia. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, 10(1), 203–208. <https://doi.org/10.37641/jimkes.v10i1.2263>

- Jorion, Philippe (University of California, I. (2011). Risk Management for Alternative Investments. *Caia Level Ii: Current and Integrated Topics*. [http://www.premiacap.com/publications/RIE\\_1003.pdf](http://www.premiacap.com/publications/RIE_1003.pdf)
- Karpathy, A. (2016). *Neural Networks Part 1: Setting up the Architecture*. Cs23. <https://cs231n.github.io/neural-networks-1/>
- Koni, W., Dukalang, H., & Ningsih, S. (2021). Estimation of *value at risk* in islamic stocks using Monte Carlo simulation in Jakarta Islamic Index (JII) period 2017-2020. *European Journal of Research Development and Sustainability*, 2(12), 15–25. [www.investopedia.com](http://www.investopedia.com),
- Kontaxis, G., & Tsolas, I. E. (2021). Evaluation of backtesting techniques on risk models with different horizons. *Journal of Risk Model Validation*, 15(4), 29–50. <https://doi.org/10.21314/JRMV.2021.011>
- (KSEI), K. S. E. I. (2025). Statistik Pasar Modal Indonesia Pertumbuhan Investor. *Kustodian Sentral Efek Indonesia*, 1–17.
- Leonelli, M. (2021). Simulation and Modelling to Understand Change. *School of Human Sciences and Technology at IE University, Madrid, Spain*, 93–111. [https://bookdown.org/manuele\\_leonelli/SimBook/](https://bookdown.org/manuele_leonelli/SimBook/)
- Liu, Z., Yang, S., Jiang, Y., & Huang, Z. (2023). Pattern Recognition and Machine Learning. *Handbook of Face Recognition*, 67–100. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-43567-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-43567-6_3)
- Megawati, Resmawan, Payu, B. R., & Adityaningrum, A. (2022). Prediksi Pergerakan Saham Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo untuk Pembentukan Portofolio Optimal dengan Pendekatan Model Markowitz. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*, 6(1), 86–95. <https://doi.org/10.21009/jsa.06108>
- Mulhan, M. S., & Qudratullah, M. F. (2021). Pemodelan *Return* Saham Syariah di Indonesia menggunakan Model AGARCH dengan Distribusi Skewed Student-t. *Jurnal Fourier*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.14421/fourier.2021.101.1-12>
- Ningsih, S., & Arsal, A. (2022). Penerapan Simulasi Monte Carlo untuk Pengukuran *Value at risk* (VaR). *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, 1(2), 8–16. <https://doi.org/10.55657/rmns.v1i2.62>
- Oak, O., Nazre, R., Budke, R., & Mahatekar, Y. (2024). A Novel Multivariate Bi-LSTM model for Short-Term Equity Price Forecasting. *2024 5th IEEE*

*Global Conference for Advancement in Technology, GCAT 2024.*  
<https://doi.org/10.1109/GCAT62922.2024.10923989>

OJK. (2024a). *Keputusan Anggota Dewan Komisiner Otoritas Jasa Keuangan Nomor Kep-51/D.04/2024.*

OJK. (2024b). Sp 212/gkpb/ojk/xii/2024. *Ojk*, 1–3. <https://ojk.go.id/id/berita-dan-kegiatan/siaran-pers/Pages/Penutupan-Perdagangan-Bursa-Efek-Indonesia-Tahun-2024.aspx#:~:text=Sementara dari Pasar Modal Syariah,tumbuh sebesar 9%2C98 persen.>

Olah, C. (2015). *Understanding LSTM Networks*. Colah.Github.Io.  
<https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>

Otoritas Jasa Keuangan. (2024). Statistik Saham Syariah-April 2025. *Otoritas Jasa Keuangan*, 1–2. <https://ojk.go.id/id/kanal/syariah/data-dan-statistik/saham-syariah/Pages/Statistik-Saham-Syariah---April-2025.aspx>

Press, W., Ma, B. W., Strang, G., & Press, W. (2011). *Introduction to Linear Algebra , Sixth Edition.*

Ramadhanti, A. R., Putri, S. R., Trimono, & Mohammad Idhom. (2025). Implementasi Model BiLSTM-Attention untuk Prediksi Nilai IHSG Berdasarkan Data Historis OHLCV. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, 19(2), 98–108. <https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2025.19.2.2392>

Marcella Komunita Pasaribu, Fahrel Gibran Alghany, Benhard Simanullang, Hilma Nur Khasanah, H., & Nurul Hardyana Zain, Khadijah\*, and R. (2024). *Utilizing X Sentiment Analysis to Improve Stock Price Prediction Using Bidirectional Long Short-Term Memory*. 2, 306–312.

Rifqi Yafik, & Mulkan Azhari. (2025). Analisis Perbandingan Metode LSTM Dan BiLSTM Untuk Prediksi Harga Saham Menggunakan Alpha Vantage. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, 4(3), 1542–1551. <https://doi.org/10.62712/juktisi.v4i3.650>

Riyadi1, S., Munip2, A., Junaidi3, A., Buaja4, T., Shaddiq5, S., Nining, & Andriani6. (2025). *Prediksi Deret Waktu Menggunakan Deep Learning* (Vol. 6, Number 0).

Rohmaniah, S. A. (2015). Perhitungan *Value at risk* (VaR) dengan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal UJMC*, 3(1), 15–20.

- Rorger Eckhardt. (1987). Stan Ulam, John Von Neumann, and the Monte Carlo Method. *Los Alamos Science*, 15, 131–136.
- Saepudin<sup>1</sup>, Y., Yasin<sup>2</sup>, H., & Rukun Santoso<sup>3</sup>. (2023). ANALISIS RISIKO INVESTASI SAHAM TUNGGAL SYARIAH DENGAN *VALUE AT RISK* (VAR) DAN EXPECTED SHORTFALL (ES). *Journal of Mathematics UNP*, 8(1), 32. <https://media.neliti.com/media/publications/137096-ID-none.pdf>
- Santoso, A., Syahputri, A., Puspita, G., Nurhikmat, M., Dewi, S., Arisandy, M., Nugraha, A., Anggraeni, I., Azizi, E., Yulaikah, Novyarni, N., Nurlia, Zahra, V., & Sasmiyanti, R. (2023). *Manajemen Investasi dan Portofolio CV. Eureka Media Aksara*.
- Shalizi, C. R. (2025). *Approximating Probabilities and Expectations by Repeated Simulation, or, “ Monte Carlo ” “ Math Is Hard ; Let ’s Go Simulate ”*. (January), 1–12. <http://www.stat.cmu.edu/~cshalizi>
- Strang, G. (2018). Multiplying and Factoring Matrices. *The American Mathematical Monthly*, 125(3), 223–230. <https://doi.org/10.1080/00029890.2018.1408378>
- Sugiyono, Prof. Dr. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif* (Sutopo, Ed.; 2nd ed.). ALFABETA. [https://drive.google.com/file/d/17WkGuVyhTBIXF0TM18\\_3RrgO7Lq8OHxl/view](https://drive.google.com/file/d/17WkGuVyhTBIXF0TM18_3RrgO7Lq8OHxl/view)
- Zhang, Y., & Nadarajah, S. (2018). A review of backtesting for *value at risk*. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 47(15), 3616–3639. <https://doi.org/10.1080/03610926.2017.1361984>
- Agustin, P., & Mawardi, I. (2014). Perilaku investor muslim dalam bertransaksi saham di pasar modal. *Jurnal Ekonomi Syariah Teori dan Terapan*, 1(12), 315317.
- Anton, H., & Rorres, C. (2013). *Elementary linear algebra: applications version*. John Wiley & Sons.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). Investments 10th ed. In: McGraw Hill.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*. John Wiley & Sons.

- Cont, R. (2001). Empirical properties of asset *returns*: stylized facts and statistical issues. *Quantitative finance*, 1(2), 223.
- Cui, Z., Ke, R., Pu, Z., & Wang, Y. (2020). Stacked *bidirectional* and unidirectional LSTM recurrent neural network for *forecasting* network-wide traffic state with *missing values*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 118, 102674.
- Fischer, T., & Krauss, C. (2018). *Deep learning* with *Long Short-Term Memory* networks for financial market predictions. *European journal of operational research*, 270(2), 654–669.
- Frey, R., & Embrechts, P. (2010). *Quantitative risk management*. Princeton University Press.
- Graves, A. (2012). Supervised sequence labelling. In *Supervised sequence labelling with recurrent neural networks* (pp. 5–13). Springer.
- Graves, A., & Schmidhuber, J. (2005). Framewise phoneme classification with *bidirectional* LSTM networks. Proceedings. 2005 IEEE International Joint Conference on Neural Networks, 2005.,
- Gujarati, D. N. (2009). Basic econometrics. In: McGraw-Hill.
- Halim, A. (2024). *Analisis Investasi dan Aplikasinya: dalam Aset Keuangan dan Aset Riil Edisi 3*. Penerbit Salemba.
- Hamilton, J. D. (2020). *Time series analysis*. Princeton university press.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). *Long Short-Term Memory*. *Neural computation*, 9(8), 1735–1780.
- Horn, R. A., & Johnson, C. R. (2012). *Matrix analysis*. Cambridge university press.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.
- Jain, Y. K., & Bhandare, S. K. (2011). Min max normalization based data perturbation method for privacy protection. *International Journal of Computer & Communication Technology*, 2(8), 45–50.

- Lattifia, T., Buana, P. W., & Rusjyanthi, N. K. D. (2022). Model Prediksi Cuaca Menggunakan Metode LSTM. *JITTER J. Ilm. Teknol. dan Komput*, 3(1), 994–1000.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning . nature*, 521(7553), 436–444.
- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and business forecasting methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting. (No Title)*.
- McNeil, A. J., Frey, R., & Embrechts, P. (2015). *Quantitative risk management: concepts, techniques and tools-revised edition*. Princeton university press.
- Nurashila, S. S., Hamami, F., & Kusumasari, T. F. (2023). Perbandingan kinerja algoritma recurrent neural network (RNN) dan *Long Short-Term Memory (LSTM)*: studi kasus prediksi kemacetan lalu lintas jaringan PT XYZ. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 8(3), 864–877.
- Schuster, M., & Paliwal, K. K. (1997). *Bidirectional recurrent neural networks. IEEE transactions on Signal Processing*, 45(11), 2673–2681.
- Shafrani, Y. S. (2017). Pengaruh Motivasi dan Literasi Keuangan Terhadap Minat Berinvestasi di Pasar Modal. *el-Jizya: Jurnal Ekonomi Islam*, 5(1), 25–50.
- Sunariyah. (2000). *Pengantar pengetahuan pasar modal*. UPP Akademi Manajemen Perusahaan YKPN.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series*. John wiley & sons.
- Wang, S., Ma, C., Xu, Y., Wang, J., & Wu, W. (2022). A hyperparameter optimization algorithm for the LSTM temperature prediction model in data center. *Scientific Programming*, 2022(1), 6519909.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics a modern approach*. South-Western cengage learning.
- Yang, M., & Wang, J. (2022). Adaptability of financial *time series* prediction based on BiLSTM. *Procedia Computer Science*, 199, 18–25.