

**SKRIPSI**  
**PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH DENGAN LSTM (*LONG SHORT*  
*TERM MEMORY*) DAN OPTIMISASI PORTOFOLIONYA**  
**MENGGUNAKAN METODE *HIERARCHICAL RISK PARITY***



**MUHAMMAD ALI SYAFA'AT**

**NIM: 22106010085**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY**  
**SUNAN KALIJAGA**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**  
**YOGYAKARTA**

**2026**

**PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH DENGAN LSTM (*LONG SHORT  
TERM MEMORY*) DAN OPTIMISASI PORTOFOLIONYA  
MENGUNAKAN METODE *HIERARCHICAL RISK PARITY***

Skripsi

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



diajukan oleh

**MUHAMMAD ALI SYAFA'AT**

**NIM: 22106010085**

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2026**

## HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/RO

### 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 : Muhammad Ali Syafa'at  
NIM : 22106010085  
Judul Skripsi : *Prediksi Harga Saham Syariah dengan LSTM (Long Short Term Memory) dan Optimisasi Portofolio Saham Syariah Menggunakan Metode Hierarchical Risk Parity*

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,  
Pembimbing

Noor Saif Muhammad Mussafi,  
S.Si., M.Sc., Ph.D

NIP. 198206172009121005

# HALAMAN PENGESAHAN



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-1144/Un.02/DST/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH DENGAN LSTM (LONG SHORT TERM MEMORY) DAN OPTIMISASI PORTOFOLIONYA MENGGUNAKAN METODE HIERARCHICAL RISK PARITY

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD ALI SYAFA'AT  
Nomor Induk Mahasiswa : 22106010085  
Telah diujikan pada : Rabu, 13 Mei 2026  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

## TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 6a1fd746e3a0b

Ketua Sidang

Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc., Ph.D.  
SIGNED



Valid ID: 6a1fd1f3e3e9

Penguji I

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



Valid ID: 6a194e81787a7

Penguji II

Arif Munandar, M.Sc.  
SIGNED



Valid ID: 6a20db440e96

Yogyakarta, 13 Mei 2026  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ali Syafa'at

NIM : 22106010085

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, 7 Mei 2026



Muhammad Ali Syafa'at

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN MOTTO

*“Sesungguhnya Allah tidak melihat pada bentuk rupa dan harta kalian. Akan tetapi, Allah hanyalah melihat pada hati dan amalan kalian”*

(HR.Muslim No.2564)

*“Jika aku menyerah sekarang, aku akan menyesalinya nanti”*

(Monkey D. Luffy)

*“Dengar! Semua orang memiliki gilirannya masing-masing. Bersabarlah dan tunggulah. Itu akan datang dengan sendirinya”*

(Gol D. Roger)

*“Aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya”*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua dan adik tercinta yang doanya selalu mengiringi setiap langkah perjuangan. Semoga Allah senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada mereka. *Jazakumullahu khairan katsiran* atas segala pengorbanan dan kasih sayang yang tak pernah surut.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Prediksi Harga Saham Syariah dengan LSTM (*Long Short Term Memory*) dan Optimisasi Portofolio Saham Syariah Menggunakan Metode *Hierarchical Risk Parity*" ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam*, suri tauladan terbaik sepanjang zaman.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penelitian ini hadir sebagai upaya nyata dalam memperluas cakrawala ilmu matematika, khususnya di bidang statistika keuangan, melalui integrasi pendekatan kecerdasan buatan berbasis *deep learning* dan metode optimisasi portofolio berbasis risiko yang relevan dengan kebutuhan investasi masa kini.

Perjalanan panjang dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari peran serta berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, ilmu, doa, dan pengorbanan yang sangat berarti. Dengan penuh rasa syukur dan hormat yang setinggi-tingginya, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. H. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika.
4. Bapak Deddy Rahmadi, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama

penulis menempuh studi, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.

5. Bapak Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah dengan penuh dedikasi dan keikhlasan memberikan bimbingan, arahan, koreksi, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini dari awal hingga selesai.
6. Seluruh Dosen Program Studi Matematika dan Staf Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah dengan ikhlas mencurahkan ilmu, wawasan, dan pengalaman yang sangat bermanfaat, serta memberikan pelayanan terbaik selama penulis menempuh pendidikan.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sudarsono dan Ibu Binasri, yang telah dengan penuh kasih sayang, kesabaran, dan ketulusan hati senantiasa mendoakan, mendukung, dan mengorbankan segalanya tanpa kenal lelah demi kelancaran studi penulis. Doa yang tak pernah putus dan semangat yang selalu diberikan menjadi kekuatan terbesar bagi penulis dalam melewati setiap rintangan hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada adik penulis yang telah menjadi penyemangat dan penghibur di kala lelah, serta senantiasa memberikan doa dan dukungan tulus yang turut mewarnai perjalanan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat seperjuangan sejak masa awal perkuliahan, Faqih Ainul Mubarak, Muhammad Ilham, dan Hendra Paji Rara, yang telah menemani setiap langkah perjalanan akademik ini dengan penuh kebersamaan dan keceriaan. Kehadiran kalian yang selalu siap berbagi ilmu, memberikan semangat di saat-saat terberat, serta menorehkan kenangan indah yang tak terlupakan selama masa perkuliahan menjadi salah satu bagian terindah dalam perjalanan penulis menyelesaikan studi ini.
10. Seluruh teman-teman Matematika angkatan 2022 yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik yang penuh makna ini. Kebersamaan, kekompakan, dan semangat yang selalu terpancar dari kalian menjadi motivasi tersendiri

bagi penulis dalam menjalani setiap proses perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.

11. Teman seperjuangan sejak masa Madrasah Aliyah yang kini sama-sama merantau di Yogyakarta, Aina Shofi Kumala dan Setia Rizki Wibowo, yang telah menjadi teman berbagi suka dan duka di perantauan serta senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan studi ini.
12. Teman-teman KKN 117 Kranon yang telah memberikan pengalaman, pelajaran berharga, dan kenangan yang tak terlupakan. Kebersamaan yang terjalin selama masa pengabdian mengajarkan arti kerja sama, kepedulian, dan ketulusan yang akan selalu dikenang sepanjang masa.
13. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada seseorang, yang telah membersamai dan menjadi penyemangat penulis selama perjalanan studi ini. Meskipun perbedaan keyakinan di antara kita menjadi sebuah realita yang harus dihadapi dengan bijak, ketulusan, perhatian, dan dukungan yang selalu diberikan menjadi salah satu kekuatan tersendiri bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga doa-doa terbaik senantiasa menyertai setiap langkah perjalananmu.
14. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang telah mampu bertahan, berjuang, dan tidak menyerah di tengah segala rintangan yang hadir selama perjalanan studi ini. Terima kasih telah memilih untuk terus melangkah meskipun terkadang terasa berat, dan telah memilih untuk bangkit di setiap kali jatuh. Sebagaimana kata bijak mengatakan, 'Jangan menilai hari-harimu dari hasil yang kamu tuai, tetapi dari benih yang kamu tanam.' Semoga pencapaian ini menjadi batu loncatan menuju perjalanan yang lebih baik

Yogyakarta, 8 Mei 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xvi
INTISARI .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Batasan Masalah .....	5
1.6. Tinjauan Pustaka .....	6
1.7. Sistematika Penulisan .....	11
BAB II DASAR TEORI.....	13
2.1. Matriks .....	13
2.2. Matriks Korelasi.....	14
2.3. Matriks Kovarians .....	15
2.4. Matriks Diagonal.....	15
2.5. Invers Matriks .....	16
2.6. Jarak Euclidean.....	16

2.7. Variabel Acak.....	17
2.8. Investasi.....	18
2.9. Pasar Modal.....	18
2.10. Saham Syariah.....	20
2.11. Indeks Saham Syariah .....	21
2.12. Return .....	22
2.13. Risiko.....	23
2.14. <i>Machine Learning</i> .....	24
2.15. <i>Data Transformation</i> .....	25
2.16. RNN ( <i>Recurrent Neural Network</i> ) .....	26
2.17. <i>Long Short Term Memory (LSTM)</i> .....	27
2.18. Evaluasi Hasil Prediksi.....	28
2.18.1. <i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i> .....	28
2.18.2. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....	29
2.19. Teori Portofolio.....	29
2.20. Portofolio Optimal .....	30
2.21. <i>Hierarchical Risk Parity (HRP)</i> .....	31
2.22. Analisis Kinerja Portofolio.....	32
2.22.1. <i>Sharpe Ratio</i> .....	32
2.22.2. <i>Omega Ratio</i> .....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1. Jenis Penelitian.....	34
3.2. Jenis dan Sumber Data.....	34
3.3. Variabel Penelitian .....	35
3.4. Populasi dan Sampel.....	35
3.5. Metode Pengumpulan Data.....	37
3.6. Metode Analisis Data .....	37
3.7. Flowchart .....	40
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1. Analisis <i>Long Short Term Memory (LSTM)</i> .....	42
4.2. Perhitungan Manual LSTM.....	46

<b>4.3. Analisis <i>Hierarchical Risk Parity</i> (HRP)</b> .....	<b>54</b>
<b>BAB V STUDI KASUS</b> .....	<b>58</b>
<b>5.1. <i>Forecasting</i> menggunakan <i>Stacked LSTM</i></b> .....	<b>58</b>
5.1.1. Statistika Deskriptif.....	59
5.1.2. Pembagian Data .....	60
5.1.3. Normalisasi .....	61
5.1.4. Konstruksi Model LSTM .....	63
5.1.5. Validasi Model .....	64
5.1.6. Hasil Peramalan Menggunakan LSTM.....	67
<b>5.2. Pembentukan Portofolio Optimal menggunakan <i>Hierarchical Risk Parity</i> (HRP)</b> .....	<b>68</b>
5.2.1. Hierarchical Risk Parity dengan Data Historis .....	70
5.2.2. <i>Hierarchical Risk Parity</i> dengan Data Historis dan Data <i>Forecast</i> ....	75
<b>5.3. Perhitungan <i>Sharpe</i> dan <i>Omega Ratio</i></b> .....	<b>79</b>
5.3.1. <i>Sharpe Ratio</i> .....	82
5.3.2. <i>Omega Ratio</i> .....	83
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....	<b>85</b>
<b>6.1. Kesimpulan</b> .....	<b>85</b>
<b>6.2. Saran</b> .....	<b>86</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>91</b>
<b>CURICULUM VITAE</b> .....	<b>153</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabel 3.1 Daftar Saham Penelitian .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabel 4.1 Nilai Bobot (Weight) dan Bias LSTM dengan Seed 12345 .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabel 5.1 Hasil Statistika Deskriptif Saham-Saham yang Digunakan .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabel 5.2 Hasil Pembagian Data Saham .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabel 5.3 Normalisasi Data Saham .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabel 5.4 Kombinasi Parameter Forecasting yang Digunakan .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabel 5.5 Klasifikasi Nilai MAPE .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabel 5.6 Hasil MAPE dan MSE dari fitting yang telah dilakukan .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabel 5.7 Return Saham .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabel 5.8 Hasil Pembobotan Berdasarkan Data Historis .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabel 5.9 Hasil Pembobotan Berdasarkan Data Historis dan Forecast .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabel 5.10 Alokasi untuk Masing-masing Aset dalam Portofolio .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabel 5.11 Nilai Sharpe Ratio dari tiap Portofolio .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabel 5.12 Nilai Omega Ratio dari tiap Portofolio .....</b>	<b>83</b>

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Looping</i> pada Arsitektur RNN.....	26
Gambar 2.2 <i>Looping</i> pada Arsitektur LSTM.....	28
Gambar 4.1 <i>Looping</i> pada Arsitektur LSTM (Christopher 2015).....	42
Gambar 4.2 Layer Forget gate LSTM (Christopher 2015).....	43
Gambar 4.3 Layer Input gate LSTM (Christopher 2015).....	43
Gambar 4.4 Pembaruan cell state lama (Christopher 2015).....	44
Gambar 4.5 Layer Output gate Model LSTM (Christopher 2015).....	45
Gambar 5.1 Plot Pasil Peramalan LSTM pada Data Testing Saham PT Aspirasi Hidup Indonesia Tbk (ACES).....	67
Gambar 5.2 Plot Hasil Peramalan LSTM 21 minggu pada Saham PT Aspirasi Hidup Indonesia Tbk (ACES).....	68
Gambar 5.3 Hasil <i>Tree Clustering</i> Berdasarkan Data Historis.....	71
Gambar 5.4 Hasil <i>Quasi-Diagonalization</i> Berdasarkan Data Historis.....	72
Gambar 5.5 Visualisasi Bobot tiap Saham Berdasarkan Data Historis.....	74
Gambar 5.6 Kontribusi Risiko tiap Aset Berdasarkan Data Historis.....	75
Gambar 5.7 Hasil <i>Tree Clustering</i> Berdasarkan Data Historis dan <i>Forecast</i>	76
Gambar 5.8 Hasil <i>Quasi-Diagonalization</i> Berdasarkan Data Historis dan <i>Forecast</i> .....	77
Gambar 5.9 Visualisasi Bobot tiap Saham Berdasarkan Data Historis dan <i>Forecast</i> .....	78
Gambar 5.10 Kontribusi Risiko tiap Aset Berdasarkan Data Historis dan <i>Forecast</i> .....	79
Gambar 5.11 Perkembangan tiap Saham dalam Portofolio Berdasarkan Data Historis.....	81
Gambar 5.12 Perkembangan Portofolio Berdasarkan Data Historis.....	81
Gambar 5.13 Perkembangan tiap Saham dalam Portofolio Berdasarkan Data Historis dan <i>Forecast</i> .....	81
Gambar 5.14 Perkembangan Portofolio Berdasarkan Data Historis dan <i>Forecast</i> .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1. Saham yang Terdaftar dalam Indeks JII70 Periode Pengamatan</b> .....	<b>91</b>
<b>Lampiran 2. Daftar Harga Saham</b> .....	<b>92</b>
<b>Lampiran 3. Plot Hasil Peramalan LSTM pada Data Testing</b> .....	<b>125</b>
<b>Lampiran 4. Plot Hasil Peramalan LSTM 21 Minggu (Desember 2024-April 2025)</b> .....	<b>128</b>
<b>Lampiran 5. Hasil Peramalan LSTM 21 Minggu (Desember 2024-April 2025)</b> .....	<b>131</b>
<b>Lampiran 6. Syntax Forecasting LSTM pada software Phyton</b> .....	<b>136</b>
<b>Lampiran 7. Syntax Pembentukan Portofolio HRP pada software Phyton</b>	<b>145</b>
<b>Lampiran 8. Syntax Simulasi Portofolio HRP pada software Phyton</b> .....	<b>149</b>



## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

$f_t$	: <i>Forget gate</i>
$\sigma$	: Fungsi aktivasi sigmoid
$i_t$	: <i>Input gate</i>
$\tanh(x)$	: Fungsi aktivasi tanh
$C_t$	: <i>Cell state</i>
$O_t$	: <i>Output gate</i>
$W$	: Matriks bobot
$b$	: Bias
$d(x, y)$	: Jarak Euclidean antara titik $x$ dan $y$
$V$	: Matriks kovarians dari aset dalam satu kluster
$\text{diag}[V]^{-1}$	: Matriks diagonal dari invers kovarians
$\text{trace}(\cdot)$	: Jumlah elemen diagonal dari suatu matriks
$w$	: Vektor Bobot
$\Omega(x)$	: Nilai Omega Rasio pada ambang batas $x$
$\tau$	: Ambang batas ( <i>threshold</i> )
$R_t$	: Return saham pada periode ke- $t$
$(x)^+$	: Fungsi bagian positif (hanya nilai positif)
$\mathbb{E}(x)$	: Nilai harapan

## INTISARI

### **PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH DENGAN LSTM (*LONG SHORT TERM MEMORY*) DAN OPTIMISASI PORTOFOLIO SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAN METODE *HIERARCHICAL RISK PARITY***

(Studi Kasus: Indeks JII70 Periode Desember 2019 – November 2024)

Oleh  
MUHAMMAD ALI SYAFA'AT  
22106010085

Kebutuhan investor terhadap pengambilan keputusan investasi yang optimal mendorong pemanfaatan metode prediksi dan optimisasi portofolio pada saham syariah yang tergabung dalam indeks JII70. Penelitian ini menggunakan model *Stacked Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk peramalan deret waktu dan metode *Hierarchical Risk Parity* (HRP) untuk pembentukan portofolio berbasis risiko, dengan evaluasi kinerja menggunakan *Sharpe Ratio* dan *Omega Ratio*. Data yang digunakan berupa *adjusted close price* mingguan pada indeks JII70 periode Desember 2019–November 2024 yang diperoleh dari Yahoo Finance. Tahapan penelitian meliputi normalisasi data, pembagian data secara *time series*, pelatihan model LSTM dengan beberapa kombinasi parameter, serta seleksi saham berdasarkan return positif data historis dan data *forecasting* serta nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) kurang dari 10%. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 10 saham yang memenuhi kriteria untuk pembentukan portofolio. Simulasi investasi dengan modal awal Rp100.000.000 menghasilkan nilai akhir yang relatif serupa pada kedua portofolio. Namun, nilai *Sharpe Ratio* pada portofolio kombinasi data historis dan *forecasting* sebesar 0,2308 lebih tinggi dibandingkan portofolio data historis sebesar 0,2253, sedangkan *Omega Rasio* pada kombinasi data historis dan *forecasting* juga memberikan hasil yang lebih tinggi yaitu sebesar 1,0916 dan 1,0895 pada data historis. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan hasil *forecasting* mampu meningkatkan kinerja portofolio meskipun peningkatannya tidak signifikan. Dengan demikian, model LSTM juga berperan penting dalam memfilter saham-saham yang memiliki potensi pergerakan harga yang lebih baik ke depannya.

**Kata kunci:** *Long Short-Term Memory*, *Hierarchical Risk Parity*, Saham Syariah, *Sharpe Ratio*, *Omega Ratio*

## ABSTRACT

### FORECASTING SHARIA STOCK PRICES USING LSTM (LONG SHORT-TERM MEMORY) AND PORTFOLIO OPTIMIZATION USING THE HIERARCHICAL RISK PARITY METHOD

(Case Study: JII70 Index for the Period December 2019 – November 2024)

By

**MUHAMMAD ALI SYAFA'AT**

22106010085

The need of investors for optimal investment decision-making drives the utilization of prediction and portfolio optimization methods on sharia stocks included in the JII70 index. This study employs the Stacked Long Short-Term Memory (LSTM) model for time series forecasting and the Hierarchical Risk Parity (HRP) method for risk-based portfolio construction, with performance evaluation using the Sharpe Ratio and Omega Ratio. The data used consists of weekly adjusted closing prices of the JII70 index for the period December 2019–November 2024, obtained from Yahoo Finance. The research stages include data normalization, time series data splitting, LSTM model training with several parameter combinations, and stock selection based on positive returns from historical data and forecasting data as well as a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of less than 10%. The results show that 10 stocks meet the criteria for portfolio construction. An investment simulation with an initial capital of IDR 100,000,000 produces relatively similar final values for both portfolios. However, the Sharpe Ratio of the portfolio combining historical and forecasting data at 0.2308 is higher than that of the historical data portfolio at 0.2253, while the Omega Ratio of the historical and forecasting data combination also yields a higher result of 1.0916 compared to 1.0895 for the historical data portfolio. This indicates that the addition of forecasting results is capable of improving portfolio performance, albeit not significantly. Thus, the LSTM model also plays an important role in filtering stocks that have better potential price movements going forward.

**Keywords:** Long Short-Term Memory, Hierarchical Risk Parity, Sharia Stocks, Sharpe Ratio, Omega Ratio

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Investasi merupakan salah satu sarana penting dalam mengembangkan kesejahteraan dan mencapai tujuan keuangan di masa depan. Dalam konteks pasar modal konvensional, investasi sering dilakukan melalui pembelian saham sebagai instrumen utama yang menawarkan potensi *return* sekaligus risiko. Saham menjadi pilihan banyak investor karena sifatnya yang likuid serta potensi memberikan keuntungan dalam jangka pendek maupun panjang. Namun, di sisi lain, fluktuasi harga saham juga menimbulkan risiko yang tidak bisa dihindari. Pasar modal dipengaruhi oleh berbagai faktor, mulai dari kondisi makroekonomi, kebijakan pemerintah, hingga sentimen global, sehingga analisis dan prediksi harga saham menjadi tantangan tersendiri bagi investor.

Bagi investor Muslim, investasi tidak hanya dipandang dari sisi keuntungan ekonomi, tetapi juga dari kepatuhan terhadap prinsip syariah. Investasi syariah harus terbebas dari praktik yang dilarang seperti *riba*, *gharar* (ketidakpastian berlebihan), dan *maysir* (judi atau spekulasi). Dasar larangan *gharar*, *maysir*, dan *riba* ditegaskan dalam Al-Qur'an dan hadis. Dalam QS. Al-Maidah ayat 90–91 Allah SWT melarang keras judi (*maysir*) dan khamar karena menimbulkan permusuhan dan menjauhkan manusia dari mengingat Allah. Rasulullah SAW juga bersabda dalam hadis riwayat Muslim:

نَهَى رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ عَنْ بَيْعِ الْحَصَاةِ وَعَنْ بَيْعِ الْعَزْرِ

“Rasulullah SAW melarang jual-beli dengan hasah dan penjualan *gharar*.” (HR. Muslim, Kitab Al-Buyu, BAB: Buthlaan Bai Al-Hashah wal Bai Alladzi Fihhi Gharar no. 1513).

Syaparuddin (2025) menambahkan bahwa investasi dalam Islam memiliki landasan konseptual yang kokoh, berakar pada prinsip syariah yang mencakup nilai keadilan, kehalalan, dan kebermanfaatannya. Investasi dalam Islam tidak hanya bernilai material, tetapi juga bernilai spiritual, karena setiap tindakan ekonomi yang

sesuai syariah dapat dianggap sebagai ibadah. Dengan demikian, indeks saham syariah seperti Jakarta Islamic Index (JII70) hadir untuk memastikan saham-saham yang dipilih telah melalui proses penyaringan syariah, sehingga terhindar dari usaha-usaha yang haram seperti produksi minuman keras, perjudian, dan transaksi riba.

Selain itu, perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *machine learning*, memberikan alternatif baru dalam menganalisis data runtun waktu seperti harga saham. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Long Short Term Memory* (LSTM), yaitu model dalam *deep learning* yang dirancang untuk mengenali pola data berurutan serta mampu menyimpan informasi dalam jangka panjang. Kamal *et al.* (2020) menyatakan bahwa metode LSTM mampu menyimpan memori jangka panjang sekaligus memahami hubungan antar data. Kemampuan ini membuat LSTM sangat cocok digunakan untuk data yang bersifat *time series* seperti harga saham yang dinamis dan fluktuatif. Dalam perkembangannya, LSTM memiliki beberapa jenis arsitektur, di antaranya *vanilla LSTM*, *bidirectional LSTM*, dan *stacked LSTM*. *Vanilla LSTM* merupakan bentuk dasar dengan satu lapisan utama, *bidirectional LSTM* memproses data dari dua arah untuk menangkap informasi lebih lengkap, sedangkan *stacked LSTM* terdiri dari beberapa lapisan LSTM yang ditumpuk sehingga mampu menangkap pola yang lebih kompleks. Pada penelitian ini, model yang digunakan adalah *stacked LSTM*, karena menurut Azzam dkk. (2021) model ini lebih unggul dalam mengurangi error serta lebih baik dalam memodelkan hubungan data yang kompleks.

Selain prediksi harga saham, tantangan lain dalam investasi adalah bagaimana membentuk portofolio yang optimal. Teori portofolio modern yang diperkenalkan Markowitz memang menjadi tonggak penting, namun dalam praktiknya seringkali tidak cukup *robust* ketika menghadapi kompleksitas pasar nyata. Sebagai solusi, metode *Hierarchical Risk Parity* (HRP) dikembangkan untuk menyusun portofolio yang lebih stabil dengan mengutamakan diversifikasi risiko secara hierarkis. Prayut (2019) menjelaskan bahwa dalam pembentukannya, metode HRP memanfaatkan hubungan hierarkis antar aset yang digunakan serta menghasilkan diversifikasi portofolio yang tepat.

Selain penyusunan portofolio, aspek lain yang tidak kalah penting adalah pengukuran kinerja portofolio itu sendiri. Selama ini, *Sharpe ratio* banyak digunakan untuk menilai *trade-off* antara return dan risiko portofolio. Namun, karena pasar keuangan sering menampilkan distribusi return yang asimetris dan ber ekor tebal, *Omega ratio* muncul sebagai alternatif yang lebih komprehensif. Omega mengukur perbandingan *aggregate upside* terhadap *aggregate downside* pada suatu ambang (*threshold*), sehingga lebih peka terhadap karakteristik distribusi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, kinerja portofolio akan dihitung dengan menggunakan kedua rasio tersebut agar penilaian lebih komprehensif.

Dengan demikian, penelitian ini memadukan pendekatan syariah, teknologi *machine learning*, metode optimisasi portofolio modern, dan pengukuran kinerja berbasis rasio risiko. Studi kasus dilakukan pada saham-saham yang konsisten terdaftar dalam indeks JII70 di Bursa Efek Indonesia periode Desember 2019 – November 2024. Tujuannya adalah untuk memprediksi harga saham syariah menggunakan metode LSTM, menyusun portofolio optimal dengan metode HRP, serta menilai kinerjanya melalui *Sharpe* dan *Omega ratio*. Diharapkan penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi bagi literatur akademik, tetapi juga menawarkan manfaat praktis bagi investor Muslim dalam mengelola investasinya sesuai syariah, sambil tetap memperhatikan efisiensi dan keberlanjutan dalam menghadapi dinamika pasar modal.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses prediksi harga saham syariah yang tergabung dalam indeks JII70 menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) serta hasil evaluasi kinerjanya berdasarkan nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)?
2. Bagaimana menyusun portofolio optimal dengan risiko rendah pada saham syariah menggunakan metode *Hierarchical Risk Parity* (HRP) berdasarkan data histori saham syariah dan data prediksi saham syariah dari metode LSTM?

3. Bagaimana perbandingan kinerja portofolio metode HRP yang menggunakan data historis dengan portofolio yang menggunakan kombinasi data historis dan *forecasting*, yang diukur menggunakan *Sharpe ratio* dan *Omega ratio*?

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis dan memprediksi harga saham syariah yang tergabung dalam indeks JII70 menggunakan metode LSTM serta mengevaluasi hasil prediksi tersebut dengan menggunakan RMSE dan MAPE.
2. Untuk membentuk portofolio optimal saham syariah dengan menerapkan metode HRP berdasarkan data histori saham syariah dan data prediksi saham syariah dari metode LSTM.
3. Untuk membandingkan kinerja portofolio metode HRP yang menggunakan data historis dengan portofolio yang menggunakan kombinasi data historis dan *forecasting* berdasarkan nilai *Sharpe ratio* dan *Omega ratio*.

### 1.4. Manfaat Penelitian

1. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur akademik mengenai penerapan *machine learning*, khususnya metode *Long Short Term Memory* (LSTM), dalam analisis pasar modal syariah. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi terhadap model optimisasi portofolio berbasis *Hierarchical Risk Parity* (HRP). Penggunaan ukuran kinerja portofolio seperti *Sharpe ratio* dan *Omega ratio* turut memperkuat aspek teoretis dengan memberikan perbandingan yang lebih komprehensif dalam menilai efektivitas strategi investasi syariah.
2. Secara praktis, penelitian ini dapat menjadi panduan bagi investor dalam mengambil keputusan investasi yang sesuai dengan prinsip syariah, sekaligus efisien dalam mengelola risiko. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat dimanfaatkan oleh praktisi pasar modal dan manajer investasi sebagai referensi dalam memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan untuk mengembangkan strategi investasi modern yang lebih adaptif.
3. Secara sosial dan ekonomi, penelitian ini diharapkan dapat mendukung perkembangan pasar modal syariah di Indonesia melalui pendekatan investasi

yang halal, transparan, dan adil. Selain itu, penelitian ini juga berperan dalam meningkatkan literasi keuangan syariah di kalangan masyarakat, sehingga dapat mendorong partisipasi yang lebih luas dalam kegiatan investasi yang produktif dan berkelanjutan.

### 1.5. Batasan Masalah

Agar pembahasan tetap terarah pada tema, penelitian ini menetapkan beberapa batasan masalah, di antaranya:

1. Penelitian ini hanya menggunakan objek berupa saham-saham syariah yang konsisten terdaftar dalam *Jakarta Islamic Index 70 (JII70)* selama periode Desember 2019 hingga November 2024 di Bursa Efek Indonesia (BEI). Data yang digunakan berupa data sekunder berupa harga penutupan saham mingguan dan data pendukung lain yang relevan untuk menghitung harga saham.
2. Data harga saham yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada *adjusted close price* agar perhitungan harga saham mencerminkan kondisi harga yang telah disesuaikan terhadap aksi korporasi seperti dividen, *stock split*, maupun *right issue*.
3. Metode prediksi yang diterapkan dibatasi pada penggunaan model *Long Short Term Memory (LSTM)* sebagai representasi jaringan saraf tiruan untuk data runtun waktu, dengan arsitektur *stacked LSTM*, sehingga penelitian tidak mencakup variasi LSTM lainnya seperti *vanilla LSTM*, *bidirectional LSTM*, maupun tipe LSTM lainnya.
4. Evaluasi hasil prediksi harga saham hanya menggunakan ukuran kesalahan *Root Mean Squared Error (RMSE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* tanpa membandingkan dengan metode evaluasi lain.
5. Optimisasi portofolio saham dibatasi pada penerapan metode *Hierarchical Risk Parity (HRP)* tanpa membandingkan secara teknis dengan metode optimisasi portofolio lainnya.

6. Evaluasi kinerja portofolio hanya menggunakan *Sharpe ratio* dan *Omega ratio* sebagai indikator pengukuran. Indikator lain seperti *Treynor ratio*, *Information ratio*, atau *Omega ratio* tidak dibahas.
7. Penelitian ini hanya berfokus pada aspek kuantitatif berupa prediksi harga saham, pembentukan portofolio, dan pengukuran kinerja. Aspek non-kuantitatif seperti perilaku investor, kondisi makroekonomi, atau kebijakan pemerintah tidak menjadi ruang lingkup utama.

### 1.6. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka disusun sebagai landasan teoritis yang mendukung penelitian ini. Bagian ini membahas sejumlah studi terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian. Setiap studi diringkas untuk menyoroti persamaan dan perbedaannya dengan penelitian yang dilakukan.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (2022) yang berjudul “*Pembentukan Portofolio Optimal Hierarchical Risk Parity dan Nested Clustered Optimization Terhadap Forecasting LSTM Harga Cryptocurrency Trending Twitter*”. Penelitian ini menggabungkan output prediksi LSTM (dari *time-series* dan sumber alternatif seperti Twitter) sebagai input pembentukan portofolio dengan HRP. Penelitian ini memberikan contoh implementasi *end-to-end* yang meliputi proses *forecasting*, seleksi aset, serta alokasi bobot menggunakan HRP.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Dqi et al.(2024) yang berjudul “*Enhancing Stock Price Prediction Using Stacked Long Short-Term Memory*”. Penelitian ini mengkaji pemakaian arsitektur *stacked LSTM* untuk prediksi harga saham. Mereka menekankan bahwa penumpukan beberapa lapis LSTM membantu menangkap pola temporal yang lebih kompleks, menerapkan teknik regularisasi (*dropout*), serta melakukan evaluasi menggunakan metrik MAE, RMSE, dan MAPE. Hasil menunjukkan peningkatan akurasi pada sampel saham yang diuji.
3. Studi yang dilakukan oleh Benhamou et al. (2020) yang berjudul “*Omega and Sharpe ratio*”. Studi ini membahas sifat teoretis *Omega ratio* sebagai ukuran

kinerja yang mempertimbangkan seluruh distribusi return, lalu membandingkannya dengan *Sharpe ratio*. Penulis menghitung Omega untuk distribusi normal dan membuktikan bahwa untuk kelas distribusi eliptik (yang mencakup banyak distribusi *fat-tail*), optimisasi Omega memberikan portofolio optimal yang sama dengan optimisasi Sharpe. Dengan demikian, dalam banyak kasus praktis Omega tidak menambah informasi alokatif dibandingkan Sharpe. Paper ini juga membahas kondisi di mana Omega memang berguna (mis. distribusi asimetris, *threshold* tertentu) dan implikasi pemilihan metrik untuk optimisasi portofolio.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Kaczmarek & Perez (2022) yang berjudul “*Building Portfolios Based on Machine Learning Predictions*”. Penelitian ini meneliti integrasi antara prediksi *cross-sectional return* menggunakan *machine learning (random forest)* dan tahap optimisasi portofolio (Mean-Variance dan HRP). Hasil *out-of-sample* menunjukkan bahwa portofolio yang dibangun dari prediksi *machine learning* lalu dioptimalkan (termasuk HRP) dapat meningkatkan *risk-adjusted return* dibandingkan strategi sederhana.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Palit & Prybutok (2024) yang berjudul “*A Study of Hierarchical Risk Parity in Portfolio Construction*”. Studi ini membahas prinsip HRP yaitu *clustering* aset berdasarkan korelasi, pembentukan pohon (*dendrogram*), dan alokasi risiko secara hierarkis. Penelitian menunjukkan HRP lebih *robust* terhadap kesalahan estimasi matriks kovarians dan mampu memperbaiki diversifikasi pada portofolio yang berisi aset berkorelasi tinggi.
6. Penelitian yang dilakukan Sa’diyah et al. (2023) yang berjudul “*Analisis Kinerja Portofolio Dengan Metode Sharpe, Treynor dan Jensen Pada Saham JII-70*”. Dimana mereka meneliti kinerja portofolio pada saham JII-70 dengan menggunakan *Single Index Model* sebagai metode seleksi dan pembentukan portofolio untuk 58 saham sampel pada periode Oktober 2019 – November 2024. Selanjutnya kinerja portofolio dievaluasi dengan metrik konvensional yaitu *Sharpe Ratio*, Treynor, dan Jensen. Hasil penelitian menunjukkan terbentuknya 25 saham kandidat portofolio optimal dan bahwa *Sharpe Ratio*

memberikan penilaian kinerja yang paling konsisten dalam konteks sampel tersebut.

Perbedaan dan persamaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu disajikan dalam bentuk tabel berikut.

**Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka**

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
Nugraha (2022)	<i>Pembentukan Portofolio Optimal Hierarchical Risk Parity dan Nested Clustered Optimization Terhadap Forecasting LSTM Harga Cryptocurrency Trending Twitter</i>	<p>Persamaan terletak pada penerapan kerangka <i>end-to-end</i>, yaitu prediksi menggunakan LSTM yang dilanjutkan dengan optimisasi melalui HRP sehingga keduanya memberikan contoh implementasi praktis.</p> <p>Perbedaan terletak pada studi kasus dan metodenya, di mana Nugraha meneliti aset kripto dengan memanfaatkan data dari <i>Twitter trending</i>, tidak mempertimbangkan kriteria syariah, serta menambahkan analisis portofolio optimal menggunakan metode NCO dan evaluasi kinerja dengan <i>Sharpe Ratio</i> dan <i>Sortino Ratio</i>, sedangkan penelitian ini menggunakan data historis pasar saham syariah dan mengintegrasikan hasil prediksi LSTM langsung ke dalam HRP untuk menyusun portofolio sesuai kriteria syariah pada saham konsisten JII70, serta menilai kinerja portofolio menggunakan <i>Sharpe Ratio</i> dan <i>Omega Ratio</i>.</p>

Diqi et al.(2024)	<i>Enhancing Stock Price Prediction Using Stacked LSTM</i>	<p>Persamaan terletak pada penggunaan arsitektur LSTM untuk memprediksi harga saham sekaligus pembahasan mengenai teknik regularisasi dan metrik evaluasi model seperti RMSE, dan MAPE.</p> <p>Perbedaan terletak pada studi kasus dan lingkup analisis, di mana mereka lebih menitikberatkan pada pengembangan arsitektur LSTM untuk saham secara umum serta evaluasi performa model, sedangkan penelitian ini tidak hanya membangun model LSTM, tetapi juga mengintegrasikan hasil prediksi tersebut langsung ke dalam proses optimisasi portofolio dengan metode HRP, dengan fokus khusus pada saham syariah JII70.</p>
Benhamou et al. (2020)	<i>“Omega and Sharpe ratio”</i>	<p>Persamaan terletak pada penggunaan metrik Sharpe dan Omega untuk menilai kinerja portofolio; keduanya dipakai sebagai ukuran <i>risk-adjusted performance</i> sehingga memudahkan perbandingan antar-strategi investasi.</p> <p>Perbedaan terletak pada pendekatan dan lingkup analisis: Benhamou et al. bersifat lebih teoretis/analitis, membedah sifat matematis Omega dan Sharpe, sedangkan penelitian ini bersifat empiris dan aplikatif dengan menggunakan LSTM untuk memprediksi harga saham, serta hasil</p>

		<p>prediksi itu langsung diintegrasikan ke proses optimisasi portofolio dengan metode HRP dan diuji pada saham syariah JII70.</p>
Kaczmarek & Perez (2022)	<i>Building Portfolios Based on Machine Learning Predictions</i>	<p>Persamaan terletak pada pengujian integrasi <i>machine learning</i> sebagai input untuk optimisasi portofolio, termasuk HRP, serta penekanan bahwa HRP lebih efektif ketika dipasok prediksi yang andal.</p> <p>Perbedaan terletak pada metode prediksi dan fokus studi kasus, di mana penelitian terdahulu menggunakan <i>Random Forest</i> secara <i>cross-sectional</i>, sedangkan penelitian ini menerapkan LSTM berbasis <i>time-series</i> dengan fokus pada saham syariah JII70.</p>
Palit & Prybutok (2024)	<i>A Study of Hierarchical Risk Parity in Portfolio Construction</i>	<p>Persamaan terletak pada pemberian landasan teoritis dan bukti empiris yang mendukung pemilihan HRP sebagai metode optimisasi portofolio, sehingga relevan untuk membenarkan penggunaan HRP dalam penelitian ini.</p> <p>Perbedaan terletak pada studi kasus dan pendekatan analisis, di mana Palit &amp; Prybutok menguji pada pasar luas (<i>equities/global</i>) tanpa menggunakan hasil prediksi LSTM, sedangkan penelitian ini berfokus pada saham syariah JII70 dengan mengintegrasikan</p>

		prediksi LSTM ke dalam proses optimisasi portofolio.
Sa'diyah et al. (2023)	<i>Analisis Kinerja Portofolio Dengan Metode Sharpe, Treynor dan Jensen Pada Saham JII-70</i>	Persamaan terletak pada fokus penelitian terhadap saham JII70 serta penggunaan <i>Sharpe Ratio</i> untuk menilai kinerja portofolio berdasarkan hubungan risiko. Perbedaan terletak pada metode pembentukan portofolio dan pendekatan analisis, di mana penelitian sebelumnya membentuk portofolio dengan <i>Single Index Model</i> serta menambahkan evaluasi menggunakan Treynor dan Jensen, sedangkan penelitian ini memanfaatkan LSTM untuk prediksi harga saham dan HRP untuk optimisasi portofolio, sehingga lebih menekankan integrasi prediksi berbasis AI dengan alokasi risiko modern pada saham syariah JII70.

### 1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi ke dalam lima bab agar memudahkan pembahasan sekaligus memberikan gambaran menyeluruh mengenai penelitian yang dilakukan. Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

## **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini memuat landasan teori yang berkaitan dengan penelitian, meliputi Matriks, Jarak Euclidean, Investasi, Pasar Modal, Saham Syariah, Indeks Saham Syariah, Return, Risiko, *Machine Learning*, *Data Transformation*, RNN (*Recurrent Neural Network*), LSTM (*Long Short Term Memory*), Evaluasi Hasil Prediksi, Teori Portofolio, Portofolio Optimal, *Hierarchical Risk Parity*, Analisis Kinerja Portofolio.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi objek penelitian, sumber data, periode penelitian, variabel penelitian, tahapan analisis data, penerapan LSTM untuk prediksi harga, penerapan HRP untuk optimisasi portofolio, serta teknik evaluasi kinerja portofolio.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang meliputi deskripsi data, hasil prediksi harga dengan LSTM, hasil pembentukan portofolio dengan HRP, evaluasi kinerja portofolio menggunakan *Sharpe ratio* dan *Omega ratio*, serta pembahasan mengenai temuan penelitian.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan, keterbatasan penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya maupun bagi praktisi yang tertarik pada investasi saham syariah.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada *forecasting* tiap saham, model terbaik tidak sama untuk semua emiten. Proses *forecasting* dimulai dari pengolahan data harga saham historis yang dinormalisasi menggunakan *Min–Max Scaling*, kemudian dibentuk menjadi data runtun waktu dengan *timestep* 30 sebagai input model *Stacked LSTM* yang terdiri dari 4 *hidden layer*. Model dilatih menggunakan data *training* dengan variasi parameter jumlah unit neuron (100 dan 200) serta *batch size* (8 dan 16), lalu dievaluasi menggunakan MAPE dan RMSE untuk menentukan model terbaik dengan kriteria MAPE < 10% dan RMSE terkecil. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi unit 200 dan *batch* 8 paling sering menghasilkan error terendah dan menjadi konfigurasi yang dominan, meskipun parameter optimal tetap berbeda pada setiap saham. Namun demikian, terdapat saham seperti TPIA dan UNTR yang memiliki nilai MAPE di atas 10%, sehingga menunjukkan bahwa hasil prediksi pada saham tersebut kurang akurat dibandingkan saham lainnya.
2. Berdasarkan hasil pembobotan portofolio menggunakan metode HRP pada data historis, alokasi terbesar terdapat pada saham SIDO sebesar 22,26%, diikuti KLBF sebesar 16,89%, MIKA sebesar 15,51%, serta TLKM sebesar 11,77%, sedangkan sisanya tersebar pada AKRA sekitar 6,14%, MAPI 6,33%, ERAA 4,79%, PGAS 4,46%, ANTM 4,21%, INCO 4,00%, dan ISAT 3,65%. Sedangkan pada pembobotan menggunakan data historis dan *forecast* alokasi terbesar tetap pada SIDO sebesar 21,74%, diikuti KLBF sebesar 17,05%, MIKA sebesar 15,45%, serta TLKM sebesar 11,90%, sementara sisanya juga tersebar pada AKRA sekitar 6,16%, MAPI 6,35%, ERAA 4,87%, PGAS 4,54%, ANTM 4,24%, INCO 4,03%, dan ISAT 3,69%, sehingga secara

keseluruhan hanya terjadi penyesuaian kecil tanpa perubahan struktur portofolio yang signifikan.

3. Berdasarkan nilai *Sharpe Ratio* dan *Omega Ratio*, didapatkan nilai *Sharpe Ratio* pada kombinasi data historis dan *forecasting* yang lebih tinggi, yaitu sebesar 0,2308 dibandingkan 0,2253 pada data historis, serta nilai *Omega Ratio* pada kombinasi data historis dan *forecasting* yang lebih tinggi pula, yaitu sebesar 1,0916 dibandingkan 1,0895 pada data historis. Sehingga, portofolio berbasis kombinasi data historis dan *forecasting* memberikan hasil yang lebih baik daripada portofolio berbasis data historis. Dengan kata lain, penggunaan data *forecasting* mampu meningkatkan kinerja portofolio. Hal ini diduga karena model LSTM mampu menghasilkan data *forecasting* yang cukup akurat sehingga dapat mengubah komposisi portofolio menjadi lebih optimal. Dengan demikian, model LSTM terbukti berperan penting dalam proses seleksi saham untuk mengidentifikasi saham yang memiliki potensi kenaikan, sehingga saham yang terpilih menjadi lebih potensial.

## 6.2. Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mencoba dan membandingkan model prediksi lain seperti GRU, ARIMA, atau kombinasi *hybrid* model agar dapat diketahui metode yang paling optimal dalam memprediksi harga saham syariah.
2. Pada tahap optimisasi portofolio, disarankan untuk membandingkan metode HRP dengan metode lain seperti *Mean-Variance* atau *Black-Litterman* sehingga dapat dievaluasi keunggulan masing-masing metode secara lebih komprehensif.
3. Disarankan untuk menggunakan periode data yang lebih panjang atau frekuensi data yang berbeda (harian atau bulanan) guna melihat konsistensi performa model dalam berbagai kondisi pasar, sehingga memungkinkan diperolehnya perbedaan hasil yang lebih signifikan, khususnya ketika dibandingkan dengan penggunaan data historis saja tanpa tambahan *forecasting*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achsien, I. H. (2000). *Investasi Syariah di Pasar Modal Menggagas Konsep dan Praktek Manajemen Portofolio Syariah*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Anton, H., & Kaul, A. (2019). *Elementary Linear Algebra 12th Edition*. Canada: John Wiley & Sons.
- Azzam, R., Alkendi, Y., Taha, T., Huang, S., & Zweiri, Y. (2020). A Stacked LSTM based Approach for Reducing Semantic Pose Estimation Error. *IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT*, 1-13.
- Benhamou, E., Guez, B., & Paris, N. (2020). Omega and Sharpe ratio. *HAL open science*, 1-10.
- Choi, R., Coyner, A., Cramer, J., Chiang, M., & Campabell, J. (2020). Introduction to Machine Learning, Neural Networks,. *Translational Vision Science & Technology*, 1-12.
- Christoper, O. (2015, Agustus 27). *Understanding LSTM Networks*. Diambil kembali dari Colah's Blog: <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- Darmaji, T., & Fakhrudin, H. M. (2001). *PASAR MODAL DI INDONESIA*. Jakarta: Salemba Empat.
- Darmawan, R. N. (2017). DIAGONALISASI MATRIKS HILBERT. *Journal of Mathematics and Computer Science*, 17-24.
- Derisma, Firdaus, & Yusya, R. (2016). PERANCANGAN IKAT PINGGANG ELEKTRONIK UNTUK TUNANETRA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER DAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) PADA SMARTPHONE ANDROID. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 130-136.
- Dewi, G. S., & Vijaya, D. (2019). *Investasi dan Pasar Modal Indonesia*. Depok: RajaGrafindo Persada.
- Diqi, M., Ordiyasa, I., & Hamzah. (2024). Enhancing Stock Price Prediction Using Stacked LongShort-Term Memory. *IT Journal Research and Development (ITJRD)*, 164-174.

- Fahmi, I., & Hadi, Y. (2009). *Teori Portofolio dan Analisis Investasi, Teori dan Soal Jawab*. Bandung: Penerbit ALFABETA.
- Febryanti, P. C., Subartini, B., & Riaman. (2023). Perhitungan Tingkat Risiko Cyber Pada Layanan Keuangan Digital Berdasarkan Biaya Kerugian Agregat. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 95-104.
- Gitman, & Lawrence, J. (2009). *Principle Of Managerial Finance* (Ke12 ed.). USA: Pearson.
- Halim, A. (2003). *Analisis INVESTASI*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hartono, J. (2010). *TEORI PORTOFOLIO DAN ANALISIS INVESTASI*. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA.
- Hermanto, G. (2020). *1700 Plus Bank Soal Geografi SMA/MA*. Bandung: Yrama Widya.
- Jolliffe, I. (2002). *Principal Component Analysis* (Ke2 ed.). Aberdeen: Springer-Verlag New York.
- Kaczmarek, T., & Perez, K. (2021). Building portfolios based on machine learning predictions. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 19-37.
- Kamal W., M., Gita, M. L., & Henry, P. (2020). Pendekatan Long Short-Term Memory untuk Memprediksi Kondisi Motor 10 kV pada PLTU Batubara. *KILAT*, 311-318.
- Khakim, E., Hermawan, A., & Avianto, D. (2023). IMPLEMENTASI CORRELATION MATRIX PADA KLASIFIKASI DATASET WINE. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 158-166.
- Mie, M., & Agustina. (2014). Analisis Pengaruh Indeks Harga Saham Gabungan Asing Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan Indonesia. *Jurnal Wira Ekonomi Mikroskil*, 81-90.
- Mussafi, N. S., Ismail, Z., & Aziz, N. A. (2024). The Downside Deviation Quadratic Programming for Stock Portfolio Optimisation: An Empirical Study of Shariah and Conventional Indices in Indonesia. *Afro-Asian J of Finance and Accounting*, 1-19.
- Nugraha, N. (2022). *Pembentukan Portofolio Optimal Hierarchical Risk Parity dan Nested Clustered Opimization Terhadap Forecasting Lstm Harga*

- Cryptocurrency Trending Twitter*. Surabaya: Program Studi Sarjana Sains Aktuaria Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Palit, D., & Prybutok, V. (2024). A Study of Hierarchical Risk Parity in Portfolio Construction. *Journal of Economic Analysis*, 106-125.
- Pratikno, A., A, P. A., & Ramahwati, S. (2020). Sebaran Peluang Acak Kontinu, Distribusi Normal, Distribusi Normal Baku, Distribusi T, Distribusi Chi Square, dan Distribusi F. *OSF Preprints*, 1-6.
- Prayut, J., & Sashi, J. (2019). Can Machine Learning-Based Portfolios Outperform Traditional Risk-Based Portfolios? The Need to Account for Covariance Misspecification. *MDPI*, 1-27.
- Reilly, F. K., & Brown, K. C. (2006). *Investment, International Edition*. USA: McGrawHill Companies.
- Renggo, Y., & Kom, S. (2022). *Populasi dan Sampel Kuantitatif Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi*. Bandung: CV. Media Sains Indonesia.
- Sa'diyah, N., Rahma, A., Agustina, H., Nurlia, Rohman, D. T., & Juwari, J. (2023). Analisis Kinerja Portofolio dengan Metode Sharpe, Treynor dan Jensen Pada Saham JII-70. *Jurnal Media Riset Ekonomi (MR.EKO)*, 45-59.
- Samal, K., Babu, K., & Das, S. (2021). Time series forecasting of air pollution using deep neural network with multi-output learning. *2021 IEEE 18th India Council International Conference (INDICON)*, 1-5.
- Samsul, M. (2015). *Pasar Modal dan Manajemen Portofolio*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Setiawan, M. Y., Maritasari, D. B., & Watoni, M. (2025). Pendekatan Dan Strategi Dalam Penelitian Populasi Dan Sampel. *Journal of Innovative and Creativity*, 21250-21257.
- Situpo, J. (2022). Fungsi Pembangkit Momen dari Distribusi Probabilitas Diskrit. *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 144-153.
- Sodhi, P., Awasthi, N., & Sharma, V. (2019). Introduction to Machine Learning and Its Basic Application in Python. *Proceedings of 10th International Conference on Digital Strategies for Organizational Success*, 1354-1375.

- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeth.
- Suhardi, M. (2023). *Buku Ajar Dasar Metodologi Penelitian. Cetakan Pertama*. Lombok: Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia.
- Susilo, B. (2009). *Pasar Modal Mekanisme Perdagangan Saham, Analisis Sekuritas, dan Strategi Investasi Di Bursa efek Indonesia (BEI)*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Syaparuddin. (2025). *TEORI EKONOMI MAKRO ISLAM*. Bantul: Samudra Biru.
- Tran, N. N. (2025). Short-Term Forecasting of Student Dropout Trends Using Minimal-Data Predictive. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 127-1244.
- Yanming, G., Yu, L., Oerlemans, A., Songyang, L., Song, W., & Michele, S. (2015). Deep learning for visual understanding: A review. *Neurocomputing* 187, 27-48.
- Zrara, L. (2020). *Portfolio Optimization Using Deep Learning for The Moroccan Market*. Al Akhwayn University.