

SKRIPSI

**PERBANDINGAN MODEL *LONG*
SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN
GATED RECURRENT UNIT (GRU) DALAM
PERAMALAN HARGA SAHAM
(STUDI KASUS : INDEKS HARGA SAHAM
GABUNGAN (IHSG) PERIODE JANUARI
2010 - DESEMBER 2025)**



IRODATUL JANNAH

22106010047

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

**PERBANDINGAN MODEL *LONG SHORT-TERM*
MEMORY (LSTM) DAN *GATED RECURRENT UNIT*
(GRU) DALAM PERAMALAN HARGA SAHAM
(STUDI KASUS : INDEKS HARGA SAHAM
GABUNGAN (IHSG) PERIODE JANUARI 2010 -
DESEMBER 2025)**

Skripsi

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



diajukan oleh

IRODATUL JANNAH

22106010047

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 : IRODATUL JANNAH
NIM : 22106010047
Judul Skripsi : Perbandingan Model Long Short Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dalam Memprediksi Harga Saham
(Studi Kasus: Indeks Harga Saham Gabungan Periode Januari 2010 – Desember 2025)

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 April 2026

Pembimbing

Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Sc., Ph.D

NIP. 19741003 200003 2 002



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-954/Un.02/DST/PP.00.9/05/2026

Tugas Akhir dengan judul : PERBANDINGAN MODEL LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN GATED RECURRENT UNIT (GRU) DALAM PERAMALAN HARGA SAHAM (STUDI KASUS: INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN (IHSG) PERIODE JANUARI 2010 - DESEMBER 2025)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : IRODATUL JANNAH
Nomor Induk Mahasiswa : 22106010047
Telah diujikan pada : Kamis, 30 April 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Sri Utami Zulianna, S.Si., M.Sc., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 6a0abe62e045f



Penguji I

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 6a0a9a29040de



Penguji II

Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a03f661c22af



Yogyakarta, 30 April 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a0e8a7ec2476

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : IRODATUL JANNAH
NIM : 22106010047
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, 10 April 2026



Irodatul Jannah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

DENGAN SEGENAP RASA SYUKUR, KARYA SEDERHANA

INI PENULIS PERSEMBAHKAN KEPADA:

KEDUA ORANG TUA TERCINTA, BAPAK ACH.
SUBAIRI DAN IBU SITTI TUFFANIYATUR RAHMAH,
ATAS DOA YANG TAK PERNAH PUTUS, KASIH YANG
TULUS, DAN CINTA YANG SENANTIASA MENGUATKAN
SETIAP LANGKAH PENULIS.

DIRI SENDIRI, YANG TELAH BERTAHAN DALAM
LELAH, SETIA PADA PROSES, DAN MEMILIH UNTUK
TERUS MELANGKAH MESKI JALAN TAK SELALU
MUDAH.

ALMAMATER TERCINTA, UNIVERSITAS ISLAM
NEGERI SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA, RUMAH
BELAJAR DAN BERTUMBUH YANG SELAMA EMPAT
TAHUN MEMBERI WARNA, PELAJARAN, DAN
KENANGAN BERTAMBAH.

MOTTO

***”Pate’ghi’ih Elmunah Mun Tadek Akhlakkah Adhe’
Ghunanah”***

(KH. Abdul Ghafur Syafiuddin)

***”Tada’ Kaboenga’an Angeng Elmo Se Mampaat
Sareng Tako’ Da’ Allah”***

(RKH. Abdul Hamid Bakir bin Abdul Majid)

***”Mathematics is the language in which God has
written the universe.” (Matematika adalah bahasa yang di-
gunakan Tuhan untuk menuliskan alam semesta.)”***

(Galileo Galilei)

***”Prove to The World that You Can be What You
Wanna be.”***

”Proses ini panjang, tetapi tidak sia-sia.”

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menuntaskan skripsi yang berjudul *Perbandingan Model Long Short-Term Memory dan Gated Recurrent Unit dalam Memprediksi Harga Saham* sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Skripsi ini bukan sekadar rangkaian kata dan angka, melainkan jejak perjalanan panjang yang dipenuhi proses, pembelajaran, dan ketekunan. Setiap bagian di dalamnya merekam usaha, keraguan, serta harapan yang perlahan menemukan bentuknya hingga akhirnya tersusun menjadi sebuah karya ilmiah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat mem-

berikan manfaat dan menjadi bagian kecil dari kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Penulis turut menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. 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 Dr. 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 UIN Sunan Kalijaga.
4. Bapak Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku DPA penulis yang telah memberikan arahan, dukungan, dan motivasi selama masa perkuliahan, sehingga penulis dapat menjalani proses studi dengan baik.

5. Ibu Sri Utami Zuliana, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
6. 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.
7. Diri penulis sendiri, yang telah berjuang dalam sunyi, melewati lelah yang sering kali tidak terlihat, serta bertahan di tengah keraguan dan keterbatasan. Terima kasih karena tidak menyerah, karena tetap melangkah meskipun pelan, dan terus percaya bahwa setiap proses memiliki makna. Penulis bangga telah sampai sejauh ini, bangga atas setiap usaha yang telah diperjuangkan, dan bangga karena mampu bertahan hingga titik ini.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ach. Subairi dan Ibu Sitti Tuffaniyatur Rahmah, yang senantiasa mengha-

dirikan doa dalam diam, kasih dalam ketulusan, serta dukungan yang tak pernah terputus dalam setiap langkah penulis. Terima kasih atas segala pengorbanan, kesabaran, dan cinta yang menjadi sumber kekuatan terbesar hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. Kedua saudara penulis, kakak Moh. Faruq Fikri Fauzi dan Adik Rif'atul Hasanah yang selalu hadir dalam bentuk dukungan, canda, dan semangat, yang secara sederhana namun bermakna telah menguatkan penulis dalam setiap proses yang dijalani, tak lupa istri kakak penulis, Mbak Liska yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
10. Keluarga besar penulis, yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dan kehangatan, sehingga penulis dapat melangkah dengan lebih tenang dan penuh keyakinan dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluarga Besar Matematika angkatan 2022, yang telah kebersamai penulis selama empat tahun di bang-

ku perkuliahan, saling menguatkan dalam proses belajar, berbagi ilmu, dan menghadirkan banyak kenangan manis yang akan selalu dikenang.

12. Keluarga Besar FKMSB dan Himmah Wil. Yogyakarta, yang telah menjadi rumah pertama penulis di tanah perantauan. Tempat di mana penulis belajar bertumbuh, memahami arti kebersamaan, serta menemukan hangatnya kekeluargaan di tengah perjalanan yang jauh dari rumah. Kehadiran kalian menjadi ruang pulang yang sederhana namun penuh makna.
13. FKMSB'22 dan Himmah'22, yang bukan sekadar angkatan, melainkan ruang bertumbuh yang dipenuhi cerita, perjuangan, dan tawa. Bersama kalian, setiap langkah terasa lebih ringan, setiap proses menjadi lebih bermakna, dan setiap kenangan terukir sebagai bagian penting dalam perjalanan penulis selama menempuh pendidikan di Yogyakarta.
14. Teman-teman KKN 117 - Narasi Kembang, yang telah menjadi keluarga sementara dalam satu pengabdian, berbagi cerita, tawa, dan kerja sama, serta meng-

hadirkan pengalaman berharga yang memperkaya perjalanan penulis.

15. Sahabat terdekat selama masa perkuliahan, Aurora Sylvia Maharani dan Asyanada Insyafilla, yang senantiasa hadir dalam setiap fase perjalanan penulis, baik dalam suka maupun duka. Terima kasih atas kebersamaan yang hangat, ruang yang selalu terbuka untuk berbagi cerita dan keluh kesah, serta semangat yang tak pernah habis diberikan. Kehadiran kalian bukan hanya menjadi teman dalam perjalanan, tetapi juga menjadi bagian dari kekuatan yang meneguhkan langkah penulis hingga sampai pada titik ini, menghidupkan warna, kenangan, dan makna yang akan selalu tersimpan dengan indah.
16. Sahabat yang terpisah oleh jarak, Mbak Ira, Nurul, dan Wahda, yang meskipun dipisahkan oleh ruang dan waktu, kehadirannya tetap terasa begitu dekat dalam setiap langkah penulis. Terima kasih atas ruang yang selalu tersedia untuk berbagi cerita, menampung keluh kesah, dan saling menguatkan tanpa ba-

tas. Jarak tidak pernah benar-benar memisahkan, justru menjadi saksi bahwa kebersamaan dan ikatan yang terjalin tetap hidup, tumbuh, dan menguat di antara kita.

17. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek), atas dukungan melalui program beasiswa yang telah diberikan kepada penulis selama masa studi, sehingga penulis dapat menem-
puh pendidikan dengan lebih baik.
18. Terakhir, kepada semua pihak yang tidak dapat penul-
is sebutkan satu per satu, penulis mengucapkan teri-
ma kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan,
dukungan, doa, serta motivasi yang telah diberikan
selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga segala
kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan
terbaik dari Allah SWT dan semoga seluruh urusan
senantiasa dimudahkan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memili-
ki berbagai kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh
karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik

yang bersifat membangun demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri, pembaca, maupun pihak-pihak lain yang membutuhkan sebagai tambahan referensi dan wawasan dalam bidang yang terkait. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya kepada kita semua dalam setiap langkah kehidupan. *Aamiin.*

Yogyakarta, 16 April 2026

Irodatul Jannah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR LAMBANG	xxii
INTISARI	xxvi
ABSTRACT	xxvii
BAB I STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOYOARTAKARTA	
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	8

1.6. Tinjauan Pustaka	9
1.7. Sistematika Penulisan	10

BAB II

DASAR TEORI 13

2.1. Data Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	13
2.2. Peramalan (<i>Forecasting</i>)	17
2.3. Teori Analisis Deret Waktu Klasik	21
2.3.1. Stasioneritas Data	22
2.3.2. <i>Autocorrelation Function</i> (ACF)	23
2.3.3. <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PA- CF)	25
2.4. Model Analisis Deret Waktu Klasik	27
2.4.1. Model <i>Autoregressive</i> (AR)	28
2.4.2. Model <i>Moving Average</i> (MA)	29
2.4.3. Model <i>Autoregressive Moving Ave-</i> <i>rage</i> (ARMA)	30
2.4.4. Model <i>Autoregressive Integrated Mo-</i> <i>ving Average</i> (ARIMA)	31
2.5. Metode <i>Deep Learning</i> pada Peramalan De- ret Waktu	34
2.6. Praproses Data pada <i>Deep Learning</i> Deret Waktu	40

2.6.1.	Normalisasi Data	40
2.6.2.	Transformasi Data dengan <i>Sliding Window</i>	41
2.6.3.	Pembagian Data Latih dan Data Uji	43
2.7.	Model <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) .	44
2.8.	Model <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU)	54
2.9.	Konfigurasi dan Komponen Pelatihan Model	63
2.9.1.	Parameter Pelatihan	63
2.9.2.	Fungsi Aktivasi	66
2.9.3.	Optimizer Adam	69
2.9.4.	Lapisan <i>Dense</i> (<i>Output Layer</i>)	71
2.10.	Denormalisasi Data	73
2.11.	Ukuran Akurasi Peramalan	74
2.11.1.	Konsep Pengukuran Akurasi	75
2.11.2.	<i>Mean Squared Error</i> (MSE)	76
2.11.3.	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MA- PE)	78
BAB III		
METODE PENELITIAN		80
3.1.	Pendekatan Penelitian	80
3.2.	Sumber dan Jenis Data	80
3.3.	Metode Pengolahan Data	81

3.4. Flowchart Penelitian	91
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN	93
4.1. Deskripsi Data dan Visualisasi	93
4.2. Pra-pemrosesan Data	97
4.3. Manual <i>Hyperparameter Tuning</i>	103
4.4. Hasil Peramalan Model dan Visualisasi . .	104
4.4.1. Denormalisasi Hasil Peramalan . .	105
4.4.2. LSTM–LSTM	107
4.4.3. GRU–GRU	118
4.4.4. LSTM–GRU	127
4.4.5. GRU–LSTM	130
4.5. Evaluasi Model	135
4.6. Peramalan IHSG 12 Periode ke Depan . . .	136
BAB V	
PENUTUP	141
5.1. Kesimpulan	141
5.2. Saran	143
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN	149
A Tinjauan Pustaka	149
B Data Penelitian	152

C	Proses <i>Hyperparameter Tuning</i> Berdasarkan Evaluasi Kinerja	162
D	Hasil Peramalan Sebelum Denormalisasi	172
E	<i>Source Code</i> Python	173
F	Biodata Penulis	198



DAFTAR TABEL

4.1	Statistik Deskriptif Harga Penutupan IHSG . . .	94
4.2	Statistik Deskriptif Data Setelah Normalisasi Min– Max	99
4.3	Hasil Peramalan dalam Skala Asli (Denormali- sasi)	106
4.4	Nilai Aktual dan Hasil Peramalan Model LSTM– LSTM	116
4.5	Nilai Aktual dan Hasil Peramalan Model GRU– GRU	125
4.6	Nilai Aktual dan Hasil Peramalan Model LSTM– GRU	128
4.7	Nilai Aktual dan Hasil Peramalan Model GRU– LSTM	132
4.8	Perbandingan Akurasi Model	135
4.9	Hasil Peramalan IHSG untuk 12 Periode ke Dep- an	137

DAFTAR GAMBAR

2.1	Arsitektur Model <i>Long Short-Term Memory</i> . . .	45
2.2	Arsitektur Model <i>Gated Recurrent Unit</i>	55
3.1	Flowchart Penelitian	92
4.1	Visualisasi harga penutupan IHSG	96
4.2	Ilustrasi Sliding Window.	100
4.3	Pembagian Train-Test Data.	102
4.4	Visualisasi Data Aktual Vs Hasil Peramalan dengan Model LSTM–LSTM.	117
4.5	Visualisasi Data Aktual Vs Hasil Peramalan dengan Model GRU–GRU.	126
4.6	Visualisasi Data Aktual Vs Hasil Peramalan dengan Model LSTM–GRU.	129
4.7	Visualisasi Data Aktual Vs Hasil Peramalan dengan Model GRU–LSTM.	133
4.8	Visualisasi Data Aktual Vs Hasil Prediksi dan Hasil Prediksi 12 Minggu ke Depan.	138

DAFTAR LAMBANG

y_t	= nilai pengamatan pada waktu ke- t
$f(t)$	= fungsi deterministik dari waktu
ε_t	= komponen acak (error) pada waktu ke- t
$\Phi_p(B^s)$	= komponen <i>autoregressive</i> musiman
$\phi_p(B)$	= komponen <i>autoregressive</i> non-musiman
$(1 - B^s)^D$	= tingkat <i>differencing</i> musiman
$(1 - B)^d$	= tingkat <i>differencing</i> non-musiman
$\theta_q(B)$	= komponen <i>moving average</i> non-musiman
$\Theta_Q(B^s)$	= komponen <i>moving average</i> musiman
Z_t	= nilai variabel deret waktu pada periode ke- t
B	= operator langkah mundur (<i>backshift operator</i>)
a_t	= kesalahan (<i>residual</i>) pada periode ke- t
ρ_k	= nilai ACF teoritis pada lag ke- k
ϕ_{kk}	= nilai PACF teoritis pada lag ke- k
μ	= rata-rata proses deret waktu
ϕ_i	= parameter <i>autoregressive</i> ke- i
θ_i	= parameter <i>moving average</i> ke- i

p	= orde model <i>autoregressive</i> (AR)
q	= orde model <i>moving average</i> (MA)
d	= tingkat <i>differencing</i> non-musiman
$B^k y_t$	= y_{t-k} , nilai deret waktu pada lag ke- k
$\phi(B)$	= polinomial <i>autoregressive</i> non-musiman
$\theta(B)$	= polinomial <i>moving average</i> non-musiman
x	= nilai data asli
x_{\min}	= nilai minimum dari data
x_{\max}	= nilai maksimum dari data
x'	= data hasil normalisasi
n	= jumlah pengamatan
t	= indeks waktu ke- t
x_t	= nilai input pada waktu ke- t
y_t	= nilai aktual pada waktu ke- t
\hat{y}_t	= nilai hasil prediksi pada waktu ke- t
f_t	= nilai <i>forget gate</i> LSTM pada waktu ke- t
i_t	= nilai <i>input gate</i> LSTM pada waktu ke- t
o_t	= nilai <i>output gate</i> LSTM pada waktu ke- t
C_t	= <i>cell state</i> LSTM pada waktu ke- t
\tilde{C}_t	= kandidat <i>cell state</i> LSTM

h_t	= <i>hidden state</i> pada waktu ke- t
z_t	= nilai <i>update gate</i> GRU pada waktu ke- t
r_t	= nilai <i>reset gate</i> GRU pada waktu ke- t
\tilde{h}_t	= kandidat <i>hidden state</i> GRU
W_f, W_i, W_o	= matriks bobot pada LSTM
W_z, W_r, W_h	= matriks bobot pada GRU
b_f, b_i, b_o	= bias pada LSTM
$\sigma(\cdot)$	= fungsi aktivasi sigmoid
$\tanh(\cdot)$	= fungsi aktivasi hiperbolik tangen
g_t	= gradien fungsi loss terhadap parameter pada iterasi ke- t
m_t	= estimasi momen pertama (rata-rata gradien)
v_t	= estimasi momen kedua (rata-rata kuadrat gradien)
\hat{m}_t dan \hat{v}_t	= estimasi yang telah dikoreksi bias (<i>bias-corrected estimates</i>)
β_1 dan β_2	= parameter peluruhan (<i>decay rates</i>)
α	= <i>learning rate</i>

- ϵ = konstanta kecil untuk menghindari pembagian dengan nol
- θ_t = parameter (bobot) model pada iterasi ke- t



INTISARI

Perbandingan Model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) dalam Peramalan Harga Saham

(Studi kasus : Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)

Periode Januari 2010 - Desember 2025)

Irodatul Jannah

22106010047

Penelitian ini bertujuan membandingkan efektivitas arsitektur jaringan saraf berbasis RNN, yaitu LSTM dan GRU, dalam peramalan harga penutupan mingguan IHSG periode Januari 2010 hingga Desember 2025. Penelitian menggunakan empat arsitektur model, yaitu LSTM–LSTM, GRU–GRU, LSTM–GRU, dan GRU–LSTM. Tahapan penelitian meliputi normalisasi data, transformasi *sliding window*, serta pembagian data latih dan data uji. Seluruh model dilatih menggunakan optimizer Adam dengan konfigurasi hiperparameter yang sama. Evaluasi model dilakukan menggunakan MSE dan MAPE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur GRU–GRU memberikan kinerja terbaik dengan nilai MSE dan MAPE paling rendah, sehingga lebih efektif dalam menangkap pola data deret waktu harga penutupan IHSG.

Kata kunci: GRU, LSTM, IHSG, Peramalan Deret Waktu.

ABSTRACT

Comparison of Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) Models in Stock Price Forecasting

(Case Study: Composite Stock Price Index (IHSG) Period

January 2010 - December 2025)

Irodatul Jannah

22106010047

This study aims to compare the effectiveness of RNN-based neural network architectures, namely LSTM and GRU, in forecasting the weekly closing prices of the IHSG from January 2010 to December 2025. Four model architectures were employed, namely LSTM–LSTM, GRU–GRU, LSTM–GRU, and GRU–LSTM. The research stages included data normalization, *sliding window* transformation, and splitting the data into training and testing sets. All models were trained using the Adam optimizer with the same hyperparameter configuration. Model performance was evaluated using MSE and MAPE. The results showed that the GRU–GRU architecture achieved the best performance with the lowest MSE and MAPE values, indicating that it was more effective in capturing the time series patterns of IHSG closing prices.

Keywords: GRU, LSTM, IHSG, Time Series Forecasting.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Model deret waktu (*time series*) merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk menganalisis data berdasarkan hubungan ketergantungan antarobservasi dalam rentang waktu. Model *time series* klasik, seperti AR, MA, AR-MA, dan ARIMA banyak digunakan karena struktur matematisnya yang jelas dan interpretatif. Model-model tersebut bekerja dengan memanfaatkan pola masa lalu untuk memprediksi nilai masa depan melalui kombinasi komponen *autoregressive*, *moving average*, serta proses diferensiasi apabila data tidak stasioner. Dalam kondisi ideal, model *time series* klasik mampu memberikan hasil prediksi yang stabil (Box et al., 2015).

Agar model *time series* klasik dapat diaplikasikan secara tepat, terdapat beberapa asumsi penting yang harus dipenuhi. Pertama, data harus bersifat *stasioner*, yaitu memiliki rata-rata, varians, dan autokorelasi yang konstan se-

panjang waktu. Kedua, hubungan antar waktu dalam data dianggap *linear*, di mana perubahan nilai dipengaruhi secara proporsional oleh nilai-nilai pada *lag* tertentu. Ketiga, ketergantungan jangka panjang tidak terlalu dominan, karena model seperti ARIMA hanya dirancang untuk menangkap pola ketergantungan jangka pendek. Asumsi-asumsi ini menjadi dasar bagi keandalan model dalam melakukan estimasi dan prediksi (Chatfield, 2003).

Dalam praktiknya, terutama pada data pasar keuangan, asumsi-asumsi tersebut sering kali tidak terpenuhi. Data keuangan umumnya bersifat *non-stasioner*, bahkan setelah proses transformasi seperti logaritma atau diferensiasi. Pergerakan harga saham juga menunjukkan pola *non-linear* dan mengandung unsur volatilitas yang berubah-ubah dari waktu ke waktu. IHSG, misalnya, pada tahun 2022 mencatat rata-rata volatilitas harian sekitar 1,5%. Kondisi-kondisi tersebut mengindikasikan bahwa model linear tradisional dapat kehilangan akurasi karena tidak mampu menangkap dinamika pasar yang kompleks.

Untuk mengatasi masalah tersebut, metode berbasis *Recurrent Neural Network* (RNN), khususnya *Long Short*

Term Memory (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU), dikembangkan sebagai solusi. *Long Short-Term Memory* (LSTM) merupakan pengembangan dari *Recurrent Neural Network* (RNN) yang dirancang untuk mengatasi keterbatasan model linear, terutama masalah *vanishing gradient* ketika menangani ketergantungan jangka panjang. Dengan mekanisme *gate*, LSTM mampu menyimpan informasi penting dalam rentang waktu panjang dan mempelajari pola yang bersifat non-linear. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa LSTM memberikan performa yang lebih baik dibandingkan metode tradisional seperti ARIMA dalam memprediksi harga saham (Akhsani et al., 2025).

Gated Recurrent Unit (GRU) merupakan varian lain dari RNN yang lebih efisien namun tetap mampu menangani pola jangka panjang dan non-linearitas pada data. Dengan dua *gate* utama, yaitu *update gate* dan *reset gate*, GRU dapat mempelajari dinamika kompleks secara komputasional lebih cepat dibanding LSTM. Beberapa studi menunjukkan bahwa GRU memiliki performa yang kompetitif dalam pemodelan harga saham dan mampu mengatasi pelanggaran asumsi stasioneritas pada data keuangan (Chung

et al., 2014). Meskipun LSTM dan GRU memiliki keunggulan masing-masing dalam memodelkan data deret waktu non-linear, perbedaan karakteristik arsitektur keduanya membuka peluang untuk dikombinasikan dalam satu model guna memanfaatkan kelebihan masing-masing.

Secara umum, LSTM dan GRU cocok digunakan pada data yang bersifat non-linear, tidak stasioner, memiliki pola jangka panjang, serta menunjukkan volatilitas dinamis. Data dengan frekuensi tinggi dan perubahan cepat, seperti harga saham, sangat sesuai untuk dimodelkan menggunakan pendekatan berbasis deep learning ini karena model mampu menangkap hubungan kompleks yang tidak dapat dijelaskan oleh model linear (Goodfellow et al., 2016). Karakteristik tersebut juga dimiliki oleh Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), yang menunjukkan fluktuasi tajam, perubahan struktur pasar yang cepat, serta ketergantungan jangka panjang akibat pengaruh faktor ekonomi global dan domestik. IHSG secara empiris bersifat non-stasioner dan memiliki pola non-linear, sehingga memenuhi kriteria data yang ideal untuk pemodelan LSTM dan GRU.

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupak-

an indikator utama yang mencerminkan kinerja pasar saham Indonesia. Pergerakan IHSG dipengaruhi oleh faktor ekonomi, sosial, dan global, sehingga menghasilkan pola yang fluktuatif dan sulit diprediksi menggunakan pendekatan analisis deret waktu klasik. Salah satu peristiwa eksternal yang memberikan dampak signifikan terhadap pergerakan IHSG adalah pandemi COVID-19, yang pertama kali diumumkan di Indonesia pada Maret 2020. Pandemi ini menimbulkan ketidakpastian ekonomi yang tinggi dan menyebabkan penurunan tajam IHSG dalam waktu singkat, mencerminkan adanya *structural break* dan peningkatan volatilitas pasar.

Kondisi tersebut semakin menegaskan bahwa IHSG memiliki dinamika non-linear dan ketergantungan jangka panjang yang kuat, sehingga memerlukan pendekatan pemodelan yang adaptif dan mampu menangkap pola kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan membandingkan efektivitas arsitektur berbasis LSTM dan GRU dalam memprediksi pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), serta memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh struktur

arsitektur model terhadap kinerja prediksi pada data pasar saham yang bersifat dinamis.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diperoleh rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah model *Long Short-Term Memory* dan *Gated Recurrent Unit* ?
2. Bagaimana arsitektur model LSTM dan GRU untuk peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) ?
3. Bagaimana perbandingan kinerja model LSTM dan GRU dalam peramalan IHSG berdasarkan MSE dan MAPE?
4. Bagaimana peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) 12 periode ke depan dengan model LSTM dan GRU ?

1.3. Batasan Masalah

Agar fokus pada sasaran yang diharapkan maka perlu dilakukan pembatasan masalah dalam penelitian ini se-

bagai berikut:

1. Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG).
2. Variabel yang digunakan yaitu data harga penutupan dari bulan Januari 2010 hingga Desember 2025.
3. Model yang digunakan adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU)
4. Evaluasi kinerja peramalan menggunakan pengukuran akurasi MSE dan MAPE.
5. Analisis dilakukan menggunakan Python versi 3.12.12 melalui platform Google Colaboratory.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui langkah-langkah model *Long Short-Term Memory* dan model *Gated Recurrent Unit*.
2. Mengetahui arsitektur model LSTM dan GRU untuk peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG).
3. Memperoleh perbandingan kinerja model LSTM dan GRU dalam peramalan IHSG dengan MSE dan MAPE.

4. Mengaplikasikan peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) 12 periode ke depan dengan model LSTM dan GRU.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini dapat menambah khazanah ilmu pengetahuan di bidang analisis pasar saham, khususnya dalam penerapan metode *machine learning* untuk prediksi harga saham. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji penggunaan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) dalam konteks yang lebih luas.

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi investor dalam mengambil keputusan investasi yang lebih baik. Dengan memahami kelebihan dan kekurangan dari kedua model, investor dapat memilih strategi yang paling sesuai dengan profil risiko dan tujuan investasi mereka. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan wawasan bagi pengembang sistem *trading*

otomatis yang ingin mengimplementasikan algoritma peramalan harga saham yang lebih efektif.

1.6. Tinjauan Pustaka

Sejumlah penelitian terdahulu telah membahas peramalan data deret waktu pada pasar saham menggunakan berbagai pendekatan, baik metode deret waktu klasik maupun metode berbasis *deep learning*. Beberapa penelitian menggunakan metode klasik seperti ARIMA untuk meramalkan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dan menunjukkan bahwa metode tersebut mampu menangkap pola linier, namun memiliki keterbatasan dalam memodelkan dinamika data saham yang bersifat nonlinier dan volatil tinggi.

Seiring berkembangnya metode *deep learning*, beberapa penelitian mulai menerapkan model *Recurrent Neural Network* (RNN), khususnya *Long Short-Term Memory* (LSTM), dalam peramalan IHSG dan data saham lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSTM memberikan performa yang lebih baik dibandingkan metode klasik dalam menangkap ketergantungan jangka panjang pada data

deret waktu saham. Selain LSTM, *Gated Recurrent Unit* (GRU) juga digunakan sebagai alternatif dengan arsitektur yang lebih sederhana dan efisien, namun tetap menghasilkan akurasi prediksi yang kompetitif.

Penelitian-penelitian tersebut umumnya menggunakan konfigurasi arsitektur dan parameter pelatihan yang berbeda-beda, serta objek penelitian yang beragam, sehingga hasilnya sulit dibandingkan secara langsung. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada peramalan IHSG dengan menggunakan model LSTM dan GRU menggunakan konfigurasi arsitektur yang seragam, yaitu dua *hidden layer*, 64 unit, 50 *epoch*, dan *batch size* 16, serta mengevaluasi kinerja model menggunakan *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Untuk memberikan gambaran yang lebih sistematis mengenai penelitian terkait pemodelan harga saham menggunakan metode peramalan deret waktu, ringkasan penelitian terdahulu disajikan dalam lampiran.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun

sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menguraikan landasan teori dan konsep-konsep yang relevan sebagai dasar dalam mendukung penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi pendekatan penelitian, sumber data, teknik pengolahan data, serta alur penelitian yang disajikan dalam bentuk flowchart.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil analisis data yang telah dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan pembahasan dan interpretasi hasil secara rinci.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan

penelitian selanjutnya.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab IV, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) bekerja melalui tiga mekanisme *gate*, yaitu *forget gate*, *input gate*, dan *output gate*, yang berfungsi untuk mengatur informasi masa lalu, informasi baru, serta keluaran *hidden state*, sehingga mampu mempertahankan informasi jangka panjang pada data deret waktu. Sementara itu, metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) menggunakan dua mekanisme utama, yaitu *update gate* dan *reset gate*, untuk mengatur keseimbangan antara informasi lama dan informasi baru dengan struktur yang lebih sederhana. Dengan demikian, kedua metode mampu memodelkan ketergantungan temporal jangka panjang, namun LSTM memiliki arsitektur yang lebih kompleks, sedangkan GRU lebih efisien

secara komputasi.

2. Arsitektur model LSTM dan GRU, baik yang bersifat homogen maupun hybrid, dibangun menggunakan konfigurasi terbaik hasil *hyperparameter tuning*, yaitu *sliding window* sebesar 12, jumlah *neuron* sebanyak 64, *batch size* sebesar 16, dan jumlah *epoch* maksimum sebanyak 50. Model terdiri dari 2 *hidden layer* dengan fungsi aktivasi *tanh* dan *sigmoid*, yang digunakan untuk menangkap pola nonlinier pada data deret waktu IHSG.
3. Berdasarkan hasil evaluasi akurasi peramalan menggunakan MSE dan MAPE, diperoleh bahwa model GRU–GRU menghasilkan nilai kesalahan paling kecil dibandingkan model lainnya, dengan nilai MSE sebesar 25.574 8654 dan MAPE sebesar 1 7037%. Hal ini menunjukkan bahwa model GRU–GRU memiliki tingkat akurasi terbaik dalam memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Sebaliknya, model LSTM–GRU menghasilkan nilai kesalahan terbesar, sedangkan model LSTM–LSTM dan GRU–LSTM me-

memiliki kinerja yang berada di antara kedua model tersebut.

4. Berdasarkan hasil peramalan IHSG untuk 12 minggu ke depan, setiap model menunjukkan pola tren yang berbeda. Model LSTM–LSTM dan GRU–GRU cenderung menunjukkan tren penurunan yang relatif stabil, sedangkan model GRU–LSTM menunjukkan penurunan yang lebih signifikan. Di sisi lain, model LSTM–GRU cenderung lebih stabil dengan fluktuasi yang lebih kecil. Perbedaan pola ini menunjukkan bahwa pemilihan arsitektur model berpengaruh terhadap karakteristik hasil peramalan, baik dalam hal stabilitas maupun sensitivitas terhadap perubahan data.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan variabel tambahan atau data eksternal, seperti indikator makroekonomi, volume perdagangan, atau in-

deks global, guna meningkatkan akurasi peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG).

2. Pengembangan model dapat dilakukan dengan mengeksplorasi arsitektur jaringan yang lebih kompleks atau pendekatan hibrida lainnya, serta melakukan optimasi hiperparameter untuk memperoleh kinerja model yang lebih optimal.
3. Penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan penggunaan periode data yang berbeda atau frekuensi data yang lebih tinggi, seperti data harian, untuk melihat pengaruh resolusi data terhadap hasil peramalan.
4. Hasil peramalan yang diperoleh pada penelitian ini sebaiknya digunakan sebagai informasi pendukung dalam pengambilan keputusan, mengingat pergerakan harga saham dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal yang bersifat dinamis dan tidak sepenuhnya dapat dimodelkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhsani, R., Daffa, A., Fatchiyah, M., Angga, M., & Angkawidjaja, L. (2025). Stock price prediction using long short-term memory (lstm) and gated recurrent unit (gru) methods. *IJCONSIST*, 7, <https://ijconsist.org/index.php/ijconsist/article/view/158>.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. John Wiley & Sons, 5th edition.
- Chatfield, C. (2003). *The Analysis of Time Series: An Introduction*. Chapman & Hall.
- Cho, K., van Merriënboer, B., Gulcehre, C., Bahdanau, D., Bougares, F., Schwenk, H., & Bengio, Y. (2014). Learning phrase representations using rnn encoder–decoder for statistical machine translation. In *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, pages 1724–1734.

- Chung, J., Gulcehre, C., Cho, K., & Bengio, Y. (2014). Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling. In *NIPS Workshop*.
- Elman, J. L. (1990). Finding structure in time. *Cognitive Science*, 14(2):179–211.
- 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.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press, Cambridge, MA, <https://www.deeplearningbook.org/>.
- Greff, K., Srivastava, R. K., Koutník, J., Steunebrink, B. R., & Schmidhuber, J. (2017). Lstm: A search space odyssey. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 28(10):2222–2232.
- Haykin, S. (2009). *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson Education, 3rd edition.

- Hochreiter, S. & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8):1735–1780.
- Hyndman, R. J. & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts. Available at <https://otexts.com/fpp3/>.
- Johnston, L., Patel, V., Cui, Y., & Balaprakash, P. (2025). Revisiting the problem of learning long-term dependencies in recurrent neural networks. *Neural Networks*, 183:106887, ISSN: 0893-6080, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2024.106887>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0893608024008165>.
- Keskar, N. S. et al. (2017). On large-batch training for deep learning: Generalization gap and sharp minima. *International Conference on Learning Representations (ICLR)*.
- Kingma, D. P. & Ba, J. (2015). Adam: A method for stochastic optimization. *International Conference on Learning Representations (ICLR)*.
- Lewis, C. D. (1982). *Industrial and Business Forecasting*

Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting. Butterworth-Heinemann.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and Applications.* John Wiley & Sons, New York.

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis.* John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 5 edition.

Wei, W. W. S. (2019). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods.* Pearson Education, New York, 2nd edition.

Zhang, C. et al. (2021). Understanding deep learning requires rethinking generalization. *Communications of the ACM.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA