



MODEL PREDIKSI DINAMIKA HARGA SAHAM MENGUNAKAN LSTM DAN GRU DENGAN INTEGRASI *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION*

MUCHAMAD ALDI FIRMANSYAH



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Model Prediksi Dinamika Harga Saham Menggunakan LSTM dan GRU dengan Integrasi *Geometric Brownian Motion*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Muchamad Aldi Firmansyah
G7401221051



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

MUCHAMAD ALDI FIRMANSYAH. Model Prediksi Dinamika Harga Saham Menggunakan LSTM dan GRU dengan Integrasi *Geometric Brownian Motion*. Dibimbing oleh ABD. DJAMIL HUSIN dan HENDRADI HARDHIENATA.

Pergerakan harga saham bersifat dinamis, nonlinier, dan mengandung ketidakpastian, sehingga diperlukan model prediksi yang mampu menangkap pola temporal sekaligus karakter stokastik pasar. Ekonofisika memandang pergerakan harga saham sebagai dinamika pasar yang bersifat stokastik, yaitu dipengaruhi oleh kecenderungan arah harga dan gangguan acak. Oleh karena itu, *Geometric Brownian Motion* (GBM) digunakan untuk merepresentasikan *drift*, volatilitas, dan fluktuasi harga saham. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model prediksi harga saham berbasis *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) dengan integrasi fitur stokastik berbasis GBM. Data yang digunakan adalah harga saham harian Microsoft dan Google periode 2015–2025. Fitur stokastik dibentuk melalui *Stochastic Differential Equation* (SDE) dengan estimasi *drift* dan volatilitas menggunakan *rolling window* 30 hari. Model *baseline* menggunakan fitur *Close*, sedangkan model *hybrid* menggunakan fitur *Close* dan SDE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi GBM meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan *baseline*. Pada saham Microsoft, model terbaik adalah LSTM-GBM dengan RMSE 6,73, MAPE 1,18 %, dan R^2 0,9798. Pada saham Google, model terbaik adalah GRU-GBM dengan RMSE 3,58, MAPE 1,47 %, dan R^2 0,9855. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi ekonofisika dan *deep learning* dapat menjadi pendekatan adaptif untuk memodelkan dinamika harga saham.

Kata kunci: ekonofisika, GBM, GRU, LSTM, prediksi saham



ABSTRACT

MUCHAMAD ALDI FIRMANSYAH. *Stock Price Dynamics Prediction Model Using LSTM and GRU with Integration of Geometric Brownian Motion*. Supervised by ABD. DJAMIL HUSIN and HENDRADI HARDHIENATA.

Stock price movements are dynamic, nonlinear, and uncertain, requiring prediction models that capture temporal patterns and market stochasticity. Econophysics views stock prices as stochastic market dynamics influenced by price tendencies and random disturbances. Therefore, Geometric Brownian Motion (GBM) is used to represent drift, volatility, and price fluctuations. This study develops prediction models based on Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) with GBM-based stochastic features. The data consist of daily Microsoft and Google stock prices from 2015 to 2025. The stochastic feature, expressed as a Stochastic Differential Equation (SDE) component, is generated through discrete GBM simulation, with drift and volatility estimated using a 30-day rolling window. The baseline model uses the closing price, whereas the hybrid model uses both the closing price and SDE feature. The results show that GBM/SDE integration improves prediction accuracy compared with the baseline. For Microsoft, the best model is LSTM-GBM, with RMSE of 6.73, MAPE of 1.18 %, and R^2 of 0.9798. For Google, the best model is GRU-GBM, with RMSE of 3.58, MAPE of 1.47 %, and R^2 of 0.9855. These findings indicate that integrating econophysics and deep learning provides an adaptive approach for modeling stock price dynamics.

Keywords: econophysics, GBM, GRU, LSTM, stock prediction



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

MODEL PREDIKSI DINAMIKA HARGA SAHAM MENGUNAKAN LSTM DAN GRU DENGAN INTEGRASI *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION*

MUCHAMAD ALDI FIRMANSYAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

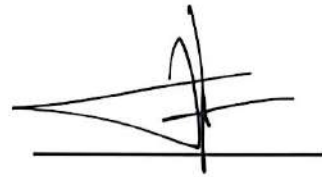
1. Dr. Sitti Yani, S.Si., M.Si.

2. Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Si.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Abd. Djamil Husin, S.Si., M.Si.
NIP. 19690417 199702 1001



Pembimbing 2:

Dr. rer. nat. Hendradi Hardhienata, S.Si., M.Si.
NIP. 198301142008121001



Diketahui oleh

Ketua Departemen:

Dr. Ir. Irmansyah, M.Si
NIP. 19680916 199403 1 001




Tanggal Ujian: 11 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan izin-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Model Prediksi Dinamika Harga Saham Menggunakan LSTM dan GRU dengan Integrasi *Geometric Brownian Motion*” ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wa sallam yang telah membawa umat manusia menuju era ilmu pengetahuan dan peradaban yang lebih baik.

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Abd. Djamil Husin, S.Si., M.Si. dan Bapak Dr.rer.nat. Hendradi Hardhienata, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, masukan, serta dukungan yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada dosen penguji, dosen pembimbing akademik, seluruh dosen dan staf Departemen Fisika atas ilmu, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan selama masa studi penulis.

Dengan penuh rasa hormat dan kasih sayang, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sofyan dan Ibu Is selaku ayah dan ibu penulis atas doa, dukungan, pengorbanan, serta kasih sayang yang tiada henti diberikan.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada teman-teman terdekat, yaitu Cyril Zamzami Lulail, Adhi Soetomo, Fenniya Angel Lee, Loby Alians Hardi, dan Rizky Aulia Yahya atas kebersamaan, dukungan, serta semangat yang selalu diberikan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Ucapan terima kasih turut penulis sampaikan kepada seluruh teman-teman BEM FMIPA Kabinet Ancalamerta, khususnya Biro Internal dan Pengembangan, serta seluruh teman-teman Fisika angkatan 59 yang telah memberikan pengalaman, kebersamaan, dan pembelajaran yang berharga selama masa perkuliahan.

Secara khusus, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada sosok yang tidak dapat disebutkan namanya secara langsung, atas dukungan, perhatian, motivasi, serta semangat yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Terakhir, penulis juga mengapresiasi diri sendiri atas segala usaha, ketekunan, dan perjuangan yang telah dilalui hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang yang dikaji dalam penelitian ini.

Bogor, Juli 2026

Muchamad Aldi Firmansyah



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Saham	3
2.2 Ekonofisika	3
2.3 Teori Stokastik	4
2.4 <i>Geometric Brownian Motion</i> (GBM)	4
2.5 <i>Deep Learning</i>	7
2.6 Evaluasi Performa Model Prediksi Saham	10
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Statistik Deskriptif Saham	17
4.2 Estimasi Parameter GBM dan Pembentukan <i>Feature</i> Stokastik	19
4.3 Pra-Pemrosesan	25
4.4 Arsitektur dan Proses Pelatihan Model	26
4.5 Hasil Prediksi Model <i>Baseline</i>	29
4.6 Hasil Prediksi Model <i>Hybrid</i>	31
4.7 Evaluasi dan Perbandingan Performa Model	34
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	45



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Harga <i>close</i> saham Microsoft periode 2015–2025	17
2	Harga <i>close</i> saham Google periode 2015–2025	18
3	Statistik deskriptif saham Microsoft dan Google	18
4	Nilai return dan log return saham Microsoft	20
5	Nilai return dan log return saham Google	21
6	Statistik deskriptif variabel Log Return	22
7	Nilai estimasi parameter <i>drift</i> dan volatilitas saham Microsoft	23
8	Nilai estimasi parameter <i>drift</i> dan volatilitas saham Google	23
9	Pelatihan data	25
10	Spesifikasi hyperparameter model	26
11	Jumlah parameter terlatih per arsitektur	26
12	Nilai loss pelatihan kedelapan model	28
13	Hasil evaluasi seluruh model pada saham Microsoft dan Google	34

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur sel RNN, LSTM dan GRU	8
2	Diagram alir pelaksanaan penelitian	12
3	Grafik harga penutupan saham Microsoft (MSFT) periode 2015–2025	17
4	Grafik harga penutupan saham Google (GOOGL) periode 2015–2025	17
5	Kurva return dan log return saham Microsoft	20
6	Kurva return dan log return saham Google	21
7	Kurva estimasi parameter <i>drift</i> dan volatilitas saham Microsoft	23
8	Kurva estimasi parameter <i>drift</i> dan volatilitas saham Google	23
9	Heatmap korelasi Pearson antarvariabel (a) saham Microsoft dan (b) saham Google	24
10	Kurva loss pelatihan (a) LSTM <i>baseline</i> saham Google, (b) LSTM-GBM saham Google, (c) LSTM <i>baseline</i> saham Microsoft, (d) LSTM-GBM saham Microsoft, (e) GRU <i>baseline</i> saham Google, (f) GRU-GBM saham Google, (g) GRU <i>baseline</i> saham Microsoft, dan (h) GRU-GBM saham Microsoft	28
11	Hasil prediksi harga saham Microsoft menggunakan model LSTM	29
12	Hasil prediksi harga saham Google menggunakan model LSTM	30
13	Hasil prediksi harga saham Microsoft menggunakan model GRU	30
14	Hasil prediksi harga saham Google menggunakan model GRU	31
15	Hasil prediksi harga saham Microsoft menggunakan model LSTM-GBM	32
16	Hasil prediksi harga saham Google menggunakan model LSTM-GBM	32
17	Hasil prediksi harga saham Microsoft menggunakan model GRU-GBM	33
18	Hasil prediksi harga saham Google menggunakan model GRU-GBM	33



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University