

PERBANDINGAN PERFORMA MODEL LSTM DAN GRU DALAM PERAMALAN VOLUME IMPOR GULA DI INDONESIA

ZULFA HAFIZHOH



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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 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 “Perbandingan Performa Model LSTM dan GRU dalam Peramalan Volume Impor Gula di Indonesia” 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, Oktober 2025

Zulfa Hafizhoh
G1401211037



ABSTRAK

ZULFA HAFIZHOH. Perbandingan Performa Model LSTM dan GRU dalam Peramalan Volume Impor Gula di Indonesia. Dibimbing oleh YENNI ANGRAINI dan MOHAMMAD MASJKUR.

Peramalan data deret waktu memiliki peran penting dalam mendukung pengambilan keputusan strategis, khususnya terkait kebijakan impor komoditas strategis seperti gula. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi model Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dalam meramalkan volume impor gula Indonesia (HS Code 1701) untuk periode 2006–2024. Data yang digunakan berupa data bulanan sebanyak 228 observasi yang diperoleh dari laman Trade Map. Tahapan analisis meliputi eksplorasi data, normalisasi dengan MinMaxScaler, transformasi ke format sekuensial, serta hyperparameter tuning (batch size, epoch, dan learning rate) untuk memperoleh model terbaik. Evaluasi performa dilakukan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa MAPE training untuk LSTM sebesar 25,14% sedangkan GRU sebesar 26,97%. Pada data testing, kedua model menghasilkan akurasi yang hampir sebanding, yaitu MAPE sebesar 22,33% untuk LSTM dan 22,83% untuk GRU. Dilihat dari efisiensi waktu komputasi, model GRU memiliki keunggulan karena waktu pelatihannya lebih singkat yaitu 36 menit dibandingkan 40 menit untuk model LSTM. Namun, dengan mempertimbangkan akurasi dan kesesuaian hasil prediksi terhadap data aktual, model LSTM tetap dipilih sebagai model terbaik untuk meramalkan 12 bulan ke depan yang hasilnya menunjukkan adanya fluktuasi tajam pada awal periode sebelum stabil di akhir horizon peramalan.

Kata kunci: *deep learning*, GRU, impor gula, LSTM, MAPE.

ABSTRACT

ZULFA HAFIZHOH. Performance Comparison between LSTM and GRU Models for Forecasting Sugar Import Volume in Indonesia. Supervised by YENNI ANGRAINI and MOHAMMAD MASJKUR.

Time series data forecasting plays a crucial role in supporting strategic decision-making, particularly in the import policy of strategic commodities such as sugar. This study compares the accuracy of Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) models in forecasting Indonesia's sugar import volume (HS Code 1701) for 2006–2024. The dataset consists of 228 monthly observations obtained from Trade Map. The analysis includes data exploration, normalization with MinMaxScaler, sequential transformation, and hyperparameter tuning (batch size, epoch, and learning rate) to determine the best model. Model performance was evaluated using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results show that the training MAPE for LSTM is 25.14% and for GRU 26.97%. On the testing data, both models yield comparable accuracy, with a MAPE of 22.33% for LSTM and 22.83% for GRU. Regarding computational efficiency, GRU is faster, requiring 36 minutes compared to 40 minutes for LSTM. However, considering accuracy and the consistency of predictions with actual data, the LSTM model was chosen as the best for forecasting the next 12 months. The forecast indicates sharp fluctuations at the beginning of the period before stabilizing at the end of the horizon.

Keywords: deep learning, GRU, LSTM, MAPE, sugar import.



- 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 2025
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.

PERBANDINGAN PERFORMA MODEL LSTM DAN GRU DALAM PERAMALAN VOLUME IMPOR GULA DI INDONESIA

ZULFA HAFIZHOH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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:
Dr. Farit Mochamad Afendi, S.Si., M.Si

Judul Skripsi : Perbandingan Performa Model LSTM dan GRU dalam Peramalan
Volume Impor Gula di Indonesia

Nama : Zulfa Hafizhoh
NIM : G1401211037

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Yenni Angraini, M.Si.



Pembimbing 2:
Ir. Mohammad Masjkur, M.S.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:
Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.
NIP 19780411200501 1 002



Tanggal Ujian:
1 Oktober 2025

Tanggal Lulus:



- 

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2025 sampai bulan Oktober 2025 ini ialah penerapan statistika dalam peramalan, dengan judul "Perbandingan Performa Model LSTM dan GRU dalam Peramalan Volume Impor Gula di Indonesia". terselesaikannya karya ilmiah ini tidak terlepas dari dukungan dan peran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yenni Angraini, M.Si dan Bapak Ir. Mohammad Masjkur, M.S selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan arahan, memotivasi, dan memberikan saran serta masukan yang berharga sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Farit Mochamad Afendi, S.Si., M.Si selaku dosen penguji luar, Ibu Akbar Rizki, S.Stat., M.Si selaku dosen moderator seminar hasil, dan Ibu Rahma Anisa, S.Stat., M.Si selaku dosen moderator kolokium atas saran dan masukan yang diberikan dalam rangka perbaikan penulisan karya ilmiah ini.
3. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Statistika dan Sains Data IPB University yang telah memberikan ilmu bermanfaat dan dukungan administratif selama masa perkuliahan.
4. Ibunda tercinta Tuty Fazmi, Bapak Ali Usman, dan Adik Khaidir Almuzhoffar yang senantiasa memberikan dukungan penuh, cinta, kasih sayang, dan doa dalam setiap langkah perjalanan penulis selama melaksanakan studi.
5. Bapak Drs. Khairil Adli, M.Si, Bapak Junaedy, S.Sos., M.Si, Bapak Budi Novianto, S.M, dan Ibu Yani Eliza, S.E selaku Paman dan Bibi penulis yang telah memberikan dukungan moril dan non-moril untuk mendorong penulis menjadi sarjana pertama dalam keluarga.
6. Kania Narasya, Ragil Arimbi Nuryan Putri, Ari Juanda, Farhan Kurniawan, Reihan Randyka, M. Zidhan, dan Fauzany Ahsa Muhammad selaku sahabat penulis sesama mahasiswa rantau dari Riau yang selalu kebersamai serta menjadi tempat berkeluh kesah penulis selama berkuliah di Bogor.
7. Aldi Ryandito, S.Sos dan Aziyi Rifani Yolanda selaku sahabat penulis yang selalu menemani, memberikan kekuatan motivasi, dan mendengarkan curhatan penulis selama penulisan karya ilmiah ini.
8. Adisti Suci Rahmah, Syifa Khairunnisa, Oktavia Galih Pratiwi, Naswa Nabila Zahrani, Salsabila Dwi Rahmi, dan Gladys Adya Zafira serta teman-teman Gamavectra Statistika 58 yang telah berjuang bersama dan saling menguatkan selama perkuliahan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Oktober 2025

Zulfa Hafizhoh



- 

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJUAN PUSTAKA	3
2.1 Data Deret Waktu	3
2.2 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	3
2.3 <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	6
2.4 <i>Hyperparameter Tuning</i>	7
2.5 Normalisasi Data	8
2.6 <i>Expanding Window Cross Validation</i>	8
2.7 Ukuran Akurasi	9
III METODE	10
3.1 Data	10
3.2 Prosedur Analisis	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Eksplorasi Data	12
4.2 Pemodelan dengan <i>Deep Learning</i>	13
4.3 Analisis Performa Model Terbaik	18
4.4 Peramalan	19
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	25
RIWAYAT HIDUP	30



DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi nilai MAPE (Lewis 1982)	9
2	Pembentukan sampel <i>expanding window</i>	10
3	<i>Hyperparameter</i> yang digunakan	11
4	Hasil evaluasi <i>expanding window</i> berdasarkan nilai MAPE	15
5	Hasil kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik	16
6	Kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik model LSTM dan GRU	18

DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur LSTM (Wei <i>et al.</i> 2023)	4
2	Arsitektur GRU (Chughtai <i>et al.</i> 2022)	6
3	Ilustrasi <i>Expanding Window</i> (dimodifikasi dari (Vien <i>et al.</i> 2021))	8
4	Plot deret waktu volume impor 2006—2024	12
5	Plot ACF (a) dan PACF (b) volume impor gula Indonesia	16
6	Evaluasi model LSTM terbaik dengan <i>expanding window</i> pembagian	17
7	Evaluasi model GRU terbaik dengan <i>expanding window</i> pembagian	17
8	Plot prediksi vs aktual model LSTM dan GRU	19
9	Hasil peramalan model terbaik (LSTM)	20

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil <i>hyperparameter tuning</i> model LSTM (<i>glorot_normal</i>)	26
2	Hasil <i>hyperparameter tuning</i> model LSTM (<i>glorot_uniform</i>)	27
3	Hasil <i>hyperparameter tuning</i> model GRU (<i>glorot_normal</i>)	28
4	Hasil <i>hyperparameter tuning</i> model GRU (<i>glorot_uniform</i>)	29