

PERBANDINGAN MODEL TIME SERIES BERBASIS DEEP LEARNING DALAM MEMPREDIKSI HARGA TELUR: GRU, LSTM, INFORMER DAN AUTOFORMER

MUHAMMAD RAZIV ZULFIKAR



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.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Model Time Series Berbasis Deep Learning dalam Memprediksi Harga Telur: GRU, LSTM, Informer dan Autoformer” 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, Agustus 2025

Muhammad Raziv Zulfikar
G1401201083



ABSTRAK

MUHAMMAD RAZIV ZULFIKAR, Perbandingan Model Time Series Berbasis Deep Learning dalam Memprediksi Harga Telur: GRU, LSTM, Informer dan Autoformer. Dibimbing oleh FARIT MOCHAMAD AFENDI dan MOHAMMAD MASJKUR.

Telur ayam merupakan salah satu sumber protein hewani yang memiliki gizi tinggi, harga terjangkau dan mudah diakses masyarakat. Karakteristik tersebut membuat telur ayam memiliki peran strategis dalam menjaga ketahanan pangan dan gizi masyarakat Indonesia, terutama untuk masyarakat berpenghasilan rendah. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja model deep learning sekuensial seperti Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dengan model paralel seperti Autoformer dan Informer dalam memprediksi harga telur harian di Jawa Barat. Pada penelitian ini digunakan dua pendekatan pemodelan yaitu, model *single-output* dan *multi-output*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Informer lebih unggul dibandingkan model lainnya pada kedua pendekatan pemodelan, dengan nilai RMSE terendah dan paling stabil. Model sekuensial seperti GRU dan LSTM memiliki waktu latih model yang lebih cepat dibandingkan model paralel. Penelitian ini juga menerapkan model terbaik dari masing-masing pendekatan untuk meramal harga telur pada sebulan ke depan. Model *single-output* memprediksi bahwa harga telur akan mengalami penurunan signifikan, diikuti oleh kenaikan harga pada akhir periode peramalan. Sementara itu, model *multi-output* memprediksi harga telur akan menunjukkan tren yang lebih stabil dengan hasil yang lebih mendekati data aktual yang sudah tersedia.

Kata kunci: gated recurrent unit, long short-term memory, autoformer, informer, harga telur ayam.



ABSTRACT

MUHAMMAD RAZIV ZULFIKAR. Comparison of Deep Learning Based Time Series Models in Predicting Egg Prices: GRU, LSTM, Informer and Autoformer. Supervised by FARIT MOCHAMAD AFENDI and MOHAMMAD MASJKUR.

Chicken eggs are one of the primary sources of animal protein, which are recognized as being nutritious, affordable, and readily available. These characteristics make eggs a vital component in supporting food and nutrition security, particularly for low and middle-income households. The objective of this study is to make a comparison between the performance of sequential deep learning models, such as Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU), and parallel models, such as Autoformer and Informer, on predicting daily egg prices in West Java. In this study, two modeling approach will be applied, single-output and multi-output model. The results of the study show that the Informer model outperforms the others in both modeling approach, achieving the lowest and most stable RMSE values. However, in terms of training time, sequential models like GRU and LSTM have shorter training times compared to parallel models. This study also applied the best models from each modeling approach to predict future egg prices. The single-output model predicted that egg prices would experience a significant decline over the next month, followed by a gradual price increase. Meanwhile, the multi-output model predicted that egg prices more stable trend over next, closely resembling the actual observed data.

Keywords: gated recurrent unit, long short-term memory, autoformer, informer, chicken egg price.



@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.

PERBANDINGAN MODEL TIME SERIES BERBASIS DEEP LEARNING DALAM MEMPREDIKSI HARGA TELUR: GRU, LSTM, INFORMER DAN AUTOFORMER

MUHAMMAD RAZIV ZULFIKAR

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.



@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.



Judul Skripsi : Perbandingan Model Time Series Berbasis Deep Learning dalam
Memprediksi Harga Telur: GRU, LSTM, Informer dan Autoformer

Nama : Muhammad Raziv Zulfikar

NIM : G1401201083

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

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

Pembimbing 2:

Ir. Mohammad Masjkur M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Bagus Sartono, S.Si, M.Si.

NIP 19780411 200501 1002

Tanggal Ujian:

20 Agustus 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 Juni 2025 sampai bulan Agustus. 2025 ini ialah *deep learning time series* dengan judul “Perbandingan Model Time Series Berbasis Deep Learning dalam Memprediksi Harga Telur: GRU, LSTM, Informer dan Autoformer”. Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika dan Sains Data.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Farit Mochamad Afendi, S.Si., M.Si. dan Bapak Ir. Mohammad Masjkur M.S. selaku komisi pembimbing skripsi yang senantiasa bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, dukungan, masukan, saran, dan arahan sehingga penyusunan karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik;
2. Dosen dan tenaga pendidik Statistika dan Sains Data IPB University yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan membantu penulis selama melaksanakan studi;
3. Orang tua, kakak dan seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan, memberika motivasi dan mendukung penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini;
4. Abror, Alwi, Arkan, Hanung, Berliana, Nanda, Dhiya, Naura, Arsy, Haana, Dhea dan Tias yang telah memberi banyak saran, masukan, motivasi, dukungan, serta semangat dalam menyelesaikan karya ilmiah ini;
5. Seluruh teman-teman Prodi Statistika dan Sains Data IPB angkatan 57 yang telah menyertai dan menemani langkah penulis dalam menempuh studi.

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

Bogor, Agustus 2025

Muhammad Raziv Zulfikar



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Long Short-Term Memory (LSTM)	4
2.2 Gated Recurrent Unit (GRU)	5
2.3 Informer	6
2.4 Autoformer	7
2.5 Single-Output dan Multi-Output Model	8
2.6 Hyperparameter Tuning	10
2.7 Expanding Window Walk-Forward Validation	10
III METODE	12
3.1 Data	12
3.2 Perangkat Lunak dan Alat Analisis	12
3.3 Prosedur Analisis	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Eksplorasi Data	14
4.2 Praproses Data	14
4.3 Pemodelan GRU dan LSTM	16
4.4 Pemodelan Autoformer dan Informer	17
4.5 Evaluasi Performa Model	18
4.6 Peramalan	22
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	53



DAFTAR TABEL

1	<i>Hyperparameter</i> model GRU dan LSTM	13
2	<i>Hyperparameter</i> model Autoformer dan Informer	13
3	Hasil kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik model GRU dan LSTM	16
4	Hasil kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik model Autoformer dan Informer	17
5	Performa model <i>single-output</i> setelah dilatih dengan data latih utama	19
6	Performa model <i>multi-output</i> setelah dilatih dengan data latih utama	20

DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur LSTM (Rengasamy <i>et al.</i> 2020)	4
2	Arsitektur GRU (Rengasamy <i>et al.</i> 2020)	5
3	Arsitektur Informer (Chen <i>et al.</i> 2024)	7
4	Arsitektur Autoformer (Wu <i>et al.</i> 2021)	8
5	Ilustrasi <i>direct multi-step forecasting</i>	9
6	Ilustrasi <i>recursive forecasting</i>	9
7	Ilustrasi <i>Multiple-Input Multiple-Output</i> (MIMO)	10
8	<i>Expanding window walk-forward validation</i> (Kumar <i>et al.</i> 2023)	11
9	Plot deret waktu harga telur ayam pada periode Januari 2020-Mei 2025	14
10	Plot deret waktu pembagian data latih dan uji harga telur ayam	15
11	Pembagian data latih dan validasi dengan <i>expanding window walk-forward validation</i>	16
12	Perbandingan data latih asli dan prediksi pada model <i>single-output</i>	19
13	Perbandingan data uji asli dan prediksi pada model <i>single-output</i>	20
14	Perbandingan data latih asli dan prediksi pada model <i>multi-output</i>	21
15	Perbandingan data uji asli dan prediksi pada model <i>multi-output</i>	22
16	Peramalan harga telur ayam di Jawa Barat	23

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> GRU <i>single-output</i>	29
2	Lampiran 2 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> LSTM <i>single-output</i>	32
3	Lampiran 3 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> Autoformer <i>single-output</i>	35
4	Lampiran 4 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> Informer <i>single-output</i>	38
5	Lampiran 5 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> GRU <i>multi-output</i>	41
6	Lampiran 6 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> LSTM <i>multi-output</i>	44
7	Lampiran 7 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> Autoformer <i>multi-output</i>	47
8	Lampiran 8 Hasil tuning <i>hyperparameter</i> Informer <i>multi-output</i>	50