



## SKRIPSI

# PREDIKSI HARGA TELUR AYAM RAS BERBASIS *HYBRID* MODEL ARIMAX-LSTM PADA WILAYAH JAWA TENGAH

DIVAYANTI FEBRI SAKINA  
NPM 21083010099

## DOSEN PEMBIMBING

Trimono, S.Si., M.Si.

Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., MS.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI SAINS DATA  
SURABAYA  
2025



**SKRIPSI**

**PREDIKSI HARGA TELUR AYAM RAS  
BERBASIS *HYBRID* MODEL ARIMAX-LSTM  
PADA WILAYAH JAWA TENGAH**

**DIVAYANTI FEBRI SAKINA  
NPM 21083010099**

**DOSEN PEMBIMBING**  
Trimono, S.Si., M.Si.  
Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., MS.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI SAINS DATA  
SURABAYA  
2025**



**SKRIPSI**

**PREDIKSI HARGA TELUR AYAM RAS  
BERBASIS *HYBRID* MODEL ARIMAX-LSTM  
PADA WILAYAH JAWA TENGAH**

**DIVAYANTI FEBRI SAKINA  
NPM 21083010099**

**DOSEN PEMBIMBING**  
Trimono, S.Si., M.Si.  
Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., MS.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
PROGRAM STUDI SAINS DATA  
SURABAYA  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

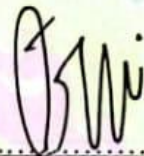
### PREDIKSI HARGA TELUR AYAM RAS BERBASIS *HYBRID* MODEL ARIMAX-LSTM PADA WILAYAH JAWA TENGAH

Oleh:  
DIVAYANTI FEBRI SAKINA  
NPM. 21083010099

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 16 Juli 2025:

Menyetujui,

Trimono, S.Si., M.Si.  
NIP. 19950908 202203 1 003



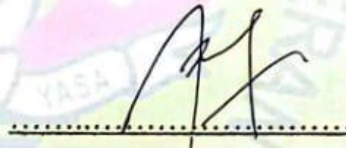
(Pembimbing I)

Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., MS.  
NIP. 19950723 202406 1 002



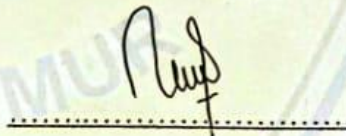
(Pembimbing II)

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T.,  
IPU., Asean, Eng.  
NIP. 19801205 200501 1 002



(Ketua Penguji)

Muhammad Nasrudin, M.Stat.  
NIP. 19960909 202406 1 002



(Penguji I)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT  
NIP. 19681126 199403 2 001

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PREDIKSI HARGA TELUR AYAM RAS BERBASIS *HYBRID* MODEL  
ARIMAX-LSTM PADA WILAYAH JAWA TENGAH**

Oleh:  
**DIVAYANTI FEBRI SAKINA**  
NPM. 21083010099

Telah disetujui untuk mengikuti ujian Skripsi



**Menyetujui,**

**Koordinator Program Studi Sains Data  
Fakultas Ilmu Komputer**

**Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean, Eng.**  
**NIP. 19801205 200501 1 002**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Divayanti Febri Sakina  
NPM : 21083010099  
Program : Sarjana (S1)  
Program Studi : Sains Data  
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 16 Juli 2025  
Yang Membuat Pernyataan,



DIVAYANTI FEBRI SAKINA  
NPM 21083010099

## ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Divayanti Febri Sakina / 21083010099  
Judul Skripsi : Prediksi Harga Telur Ayam Ras Berbasis *Hybrid*  
Model ARIMAX-LSTM Pada Wilayah Jawa  
Tengah  
Dosen Pembimbing : 1. Trimono, S.Si., M.Si.  
2. Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., MS.

Telur ayam termasuk dalam bahan pangan yang dibutuhkan untuk mencukupi asupan gizi dan sebagai sumber protein hewani masyarakat Indonesia dari subsektor peternakan. Produksi telur ayam ras di Jawa Tengah, salah satu provinsi utama di Indonesia, menunjukkan peningkatan signifikan dengan rata-rata 9,12% per tahun selama periode 2021–2023. Selain itu, Jawa Tengah juga berkontribusi signifikan terhadap kebutuhan telur nasional sebesar 2.072.114,11 ton pada tahun 2023. Dengan ketidakseimbangan antara jumlah produksi dan kebutuhan telur ayam ras, menjadikannya sebagai produk yang kerap mengalami fluktuasi harga. Penyebab dari perubahan harga telur ayam ras dipengaruhi beberapa faktor seperti harga produk substitusinya yaitu daging ayam dan daging sapi, serta saat dan menjelang hari libur nasional yang dapat mempengaruhi daya beli masyarakat. Untuk mengelola risiko fluktuasi harga, diperlukan prediksi harga telur ayam ras. Kajian yang sering dijumpai terkait memprediksi harga telur ayam ras hanya mengandalkan parameter harga saja tanpa mempertimbangkan faktor eksternal. Model yang tepat untuk melakukan prediksi harga telur ayam dengan mempertimbangkan faktor eksternal adalah ARIMAX. Namun, ARIMAX hanya bisa mengenali pola linier saja. Maka diperlukan penggabungan (*Hybrid*) dengan model yang dapat mengenali pola non-linier, yaitu pemodelan LSTM. Berdasarkan kajian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model *Hybrid* menghasilkan MAPE 0,29%, lebih akurat dibandingkan ARIMAX tunggal (MAPE 1,22%). Dan menghasilkan peramalan masa depan harga telur ayam pada Januari 2025 berkisar Rp29.924 hingga Rp30.016/kg. Hal ini menunjukkan model *Hybrid* dapat menjaga stabilitas harga tanpa lonjakan ekstrem.

**Kata Kunci :** Telur Ayam Ras, Jawa Tengah, ARIMAX, LSTM, *Hybrid*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **ABSTRACT**

*Student Name / NPM* : Divayanti Febri Sakina / 21083010099  
*Thesis Title* : Price Prediction of Broiler Eggs Based on Hybrid ARIMAX-LSTM Model in Central Java  
*Advisor* : 1. Trimono, S.Si., M.Si.  
2. Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., MS.

## **ABSTRACT**

*Chicken eggs are included in the food ingredients needed to fulfill nutritional intake and as a source of animal protein for the Indonesian people from the livestock subsector. Broiler egg production in Central Java, one of the main provinces in Indonesia, showed a significant increase with an average of 9.12% per year during the 2021-2023 period. In addition, Central Java also contributes significantly to the national egg demand of 2,072,114.11 tons in 2023. With the imbalance between the amount of production and demand for broiler eggs, it is a product that often experiences price fluctuations. The cause of changes in the price of broiler eggs is influenced by several factors such as the price of its substitute products, namely chicken meat and beef, as well as during and before national holidays which can affect people's purchasing power. To manage the risk of price fluctuations, it is necessary to predict the price of broiler eggs. Studies that are often found related to predicting the price of broiler eggs only rely on price parameters without considering external factors. An appropriate model for predicting chicken egg prices by considering external factors is ARIMAX. However, ARIMAX can only recognize linear patterns. So it is necessary to combine (Hybrid) with a model that can recognize non-linear patterns, namely LSTM modeling. Based on the study conducted, it can be concluded that the Hybrid model produces a MAPE of 0.29%, more accurate than a single ARIMAX (MAPE 1.22%). And produced future forecasts of chicken egg prices in January 2025 ranging from Rp29,924 to Rp30,016/kg. This suggests the Hybrid model can maintain price stability without extreme spikes.*

**Keywords:** *Broiler Eggs, Central Java, ARIMAX, LSTM, Hybrid*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Prediksi Harga Telur Ayam Ras Berbasis *Hybrid Model ARIMAX-LSTM* Pada Wilayah Jawa Tengah”** dapat terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang menjadi tempat menimba ilmu dan pengalaman kepada penulis
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya., ST., MT., IPU., Asean. Eng., selaku Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Trimono, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing utama skripsi yang senantiasa sabar dalam memberikan arahan, ilmu baru, serta semangat kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi
5. Bapak Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., MS. selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa sabar dalam memberikan arahan, ilmu baru, serta semangat kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi
6. Bapak Dr. Ir. M. Idhom., S.P., S.Kom., M.T., selaku dosen wali penulis selama menjadi mahasiswa.
7. Bapak, cinta pertama dan pahlawan dihidup penulis yang selalu meberikan seluruh kasih sayang, doa, tenaga, waktu, serta dukungan hingga saat ini dan selamanya
8. Mamah, surga dan panutan hidup penulis yang selalu meberikan seluruh kasih sayang, doa, tenaga, waktu, serta dukungan hingga saat ini dan selamanya
9. Adik, yang selalu mendoakan dan memberi dukungan hingga saat ini dan selamanya

10. Seluruh keluarga besar penulis di Kendal yang selalu memberikan doa dan dukungan selama penulis merantau di kota Surabaya
11. Shafia Venandya Larasati, sahabat yang sudah penulis anggap sebagai kakak yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, pembelajaran hidup, dan selalu menemani hingga saat ini
12. Dina Magdalena Manurung, sahabat dan teman seperjuangan selama hidup di perantauan, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan ilmu yang bermanfaat
13. Chelsea, Adelia, Imanta, Denisa, Alvin, Nizar, dan Yayan, teman seperjuangan yang selalu kebersamai, memberikan doa dan dukungan kepada penulis dari awal hingga akhir masa perkuliahan ini
14. Grup Sobat Sehat yang selalu memberikan keceriaan dan kesehatan selama masa pengerjaan skripsi
15. *Tragest Family* sebagai sahabat dan teman-teman penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan penulis hingga saat ini
16. Teman-teman Program Studi Sains Data angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat, ilmu, dan dukungan kepada penulis selama ini
17. Kepada seluruh pihak dan orang-orang yang sudah memberikan warna kepada penulis selama masa perkuliahan
18. Tak lupa, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada diri saya sendiri atas ketekunan, kesabaran, dan semangat yang terus terjaga selama proses penyusunan skripsi ini. Meski tak selalu mudah, penulis bersyukur mampu melewati berbagai tantangan yang ada hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Juli 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....                           | i   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                        | ii  |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....                       | iii |
| <b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....          | iv  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                  | v   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                 | vii |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                           | ix  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                               | xi  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                            | v   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                             | vii |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                          | ix  |
| <b>DAFTAR NOTASI</b> .....                            | xi  |
| <b>BAB I     PENDAHULUAN</b> .....                    | 1   |
| 1.1. Latar Belakang .....                             | 1   |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                            | 5   |
| 1.3. Batasan Masalah .....                            | 5   |
| 1.4. Tujuan Kajian .....                              | 5   |
| 1.5. Manfaat Kajian .....                             | 6   |
| <b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b> .....               | 7   |
| 2.1. Kajian Terdahulu .....                           | 7   |
| 2.2. Landasan Teori .....                             | 11  |
| <b>BAB III   DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM</b> ..... | 35  |
| 3.1. Metode dan Langkah Analisis .....                | 35  |
| 3.2. Desain Sistem .....                              | 42  |
| <b>BAB IV   HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....            | 45  |

|                            |                                                        |           |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.                       | Praproses Data.....                                    | 45        |
| 4.2.                       | Analisis Deskriptif .....                              | 48        |
| 4.3.                       | Visualisasi Data.....                                  | 51        |
| 4.4.                       | Uji Signifikansi Variabel.....                         | 53        |
| 4.5.                       | Pembagian Data .....                                   | 54        |
| 4.6.                       | Uji Stasioneritas Data Dalam Rata-Rata .....           | 55        |
| 4.7.                       | Uji Stasioneritas Data Dalam Varians.....              | 57        |
| 4.8.                       | Plot ACF dan PACF .....                                | 59        |
| 4.9.                       | Pembagian Variabel .....                               | 60        |
| 4.10.                      | Estimasi Parameter ARIMAX.....                         | 61        |
| 4.11.                      | Uji Asumsi Residual .....                              | 63        |
| 4.12.                      | Pemilihan Model Terbaik.....                           | 67        |
| 4.13.                      | Prediksi Data Menggunakan Model ARIMAX.....            | 68        |
| 4.14.                      | Evaluasi Model ARIMAX .....                            | 72        |
| 4.15.                      | Menghitung Residual .....                              | 72        |
| 4.16.                      | Praproses Data Residual.....                           | 73        |
| 4.17.                      | Pembagian Data Residual .....                          | 74        |
| 4.18.                      | Mencari Model LSTM Terbaik.....                        | 75        |
| 4.19.                      | Prediksi Residual Menggunakan Model LSTM Terbaik ..... | 77        |
| 4.20.                      | <i>Hybrid</i> ARIMAX-LSTM .....                        | 81        |
| 4.21.                      | Evaluasi Model <i>Hybrid</i> ARIMAX-LSTM .....         | 83        |
| 4.22.                      | Peramalan Masa Depan.....                              | 84        |
| 4.23.                      | Tampilan Sistem Prediksi Harga Telur Ayam .....        | 86        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b> |                                                        | <b>93</b> |
| 5.1.                       | Kesimpulan .....                                       | 93        |
| 5.2.                       | Saran.....                                             | 94        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>95</b>  |
| <b>LAMPIRAN.....</b>        | <b>103</b> |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Logo PIHPS Nasional [25] .....                                                         | 12 |
| <b>Gambar 2.2</b> Struktur Jaringan LSTM [40] .....                                                      | 21 |
| <b>Gambar 2.3</b> Gerbang Lupa LSTM [43] .....                                                           | 22 |
| <b>Gambar 2.4</b> Gerbang Masukan LSTM [43] .....                                                        | 23 |
| <b>Gambar 2.5</b> Gerbang Keluaran LSTM [43] .....                                                       | 24 |
| <b>Gambar 2.6</b> Logo Streamlit [54] .....                                                              | 31 |
| <b>Gambar 2.7</b> Alur Kerja RAD [62] .....                                                              | 32 |
| <b>Gambar 3.1.</b> <i>Diagram Proses Kajian</i> .....                                                    | 36 |
| <b>Gambar 3.2</b> Tampilan Halaman Pertama <i>Website</i> Prediksi .....                                 | 42 |
| <b>Gambar 3.3</b> Tampilan Halaman Kedua <i>Website</i> Prediksi .....                                   | 43 |
| <b>Gambar 3.4</b> Tampilan Halaman Ketiga <i>Website</i> Prediksi .....                                  | 43 |
| <b>Gambar 3.5</b> Tampilan Halaman Keempat <i>Website</i> Prediksi .....                                 | 44 |
| <b>Gambar 4.1.</b> Hasil Visualisasi Data Harga Telur Ayam, Daging Ayam, dan Daging Sapi .....           | 52 |
| <b>Gambar 4.2.</b> Hasil Summary Uji Signifikansi Variabel .....                                         | 54 |
| <b>Gambar 4.3.</b> Pembagian <i>Data Train</i> dan <i>Data Test</i> .....                                | 55 |
| <b>Gambar 4.4.</b> Grafik Harga Telur Ayam .....                                                         | 57 |
| <b>Gambar 4.5.</b> Transformasi Box-Cox .....                                                            | 58 |
| <b>Gambar 4.6.</b> Hasil Grafik Plot ACF dan PACF Harga Telur .....                                      | 59 |
| <b>Gambar 4.7</b> Hasil <i>Summary</i> Pemodelan ARIMAX [2,0,0] .....                                    | 69 |
| <b>Gambar 4.8</b> Visualisasi Data Asli VS Data Prediksi ARIMAX [2,0,0] .....                            | 71 |
| <b>Gambar 4.9.</b> Residual ARIMAX [2,0,0] .....                                                         | 73 |
| <b>Gambar 4.10.</b> Normaslisasi Residual .....                                                          | 74 |
| <b>Gambar 4.11.</b> <i>History Loss</i> .....                                                            | 79 |
| <b>Gambar 4.12.</b> Proses <i>Recursive Forecasting</i> .....                                            | 80 |
| <b>Gambar 4.13.</b> Visualisasi Data Asli VS Prediksi ARIMAX VS Prediksi <i>Hybrid</i> ARIMAX-LSTM ..... | 83 |
| <b>Gambar 4.14.</b> Halaman " <i>About</i> " .....                                                       | 87 |
| <b>Gambar 4.15.</b> Tampilan Unggah Data Pada Halaman " <i>Upload Data</i> " .....                       | 87 |
| <b>Gambar 4.16.</b> Tampilan Memilih Data Pada Halaman " <i>Upload Data</i> " .....                      | 88 |
| <b>Gambar 4.17.</b> Hasil Tampilan Unggah Data Pada Halaman " <i>Upload Data</i> " .....                 | 88 |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.18.</b> Halaman "Praproses Data" .....                                                               | 89 |
| <b>Gambar 4.19.</b> Halaman "Analisis Deskriptif dan Visualisasi Data" .....                                     | 90 |
| <b>Gambar 4.20.</b> Halaman "Pemodelan <i>Hybrid</i> ARIMAX-LSTM" .....                                          | 91 |
| <b>Gambar 4.21.</b> Tampilan Unggah Data Peramalan Pada Halaman "Prediksi Masa Depan" .....                      | 91 |
| <b>Gambar 4.22.</b> Tampilan Hasil Prediksi Masa Depan Harga Telur Ayam Pada Halaman "Prediksi Masa Depan" ..... | 92 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Kajian Terdahulu.....                                                                                | 7  |
| <b>Tabel 2.2.</b> Transformasi Box-Cox.....                                                                           | 14 |
| <b>Tabel 2.3.</b> Kategori MAPE.....                                                                                  | 30 |
| <b>Tabel 3.1.</b> Keterangan Variabel.....                                                                            | 35 |
| <b>Tabel 4.1.</b> Data Mentah .....                                                                                   | 45 |
| <b>Tabel 4.2.</b> <i>Missing Value</i> .....                                                                          | 46 |
| <b>Tabel 4.3.</b> Hasil Pengecekan <i>Outlier</i> .....                                                               | 47 |
| <b>Tabel 4.4.</b> Data Setelah Praproses .....                                                                        | 48 |
| <b>Tabel 4.5.</b> Analisis Deskriptif Harga Telur Ayam .....                                                          | 49 |
| <b>Tabel 4.6.</b> Analisis Deskriptif Harga Daging Ayam .....                                                         | 50 |
| <b>Tabel 4.7.</b> Analisis Deskriptif Harga Daging Sapi .....                                                         | 51 |
| <b>Tabel 4.8.</b> Statistik Uji Stasioner ADF .....                                                                   | 56 |
| <b>Tabel 4.9.</b> Statistik Uji ADF data_telur.....                                                                   | 58 |
| <b>Tabel 4.10.</b> Hasil Plot ACF dan PACF.....                                                                       | 59 |
| <b>Tabel 4.11.</b> Hasil Pembagian Variabel .....                                                                     | 60 |
| <b>Tabel 4.12.</b> Percobaan Kombinasi Orde.....                                                                      | 61 |
| <b>Tabel 4.13.</b> Hasil Uji Ljung-Box Residual.....                                                                  | 64 |
| <b>Tabel 4.14.</b> Hasil Uji Jarque-Bera .....                                                                        | 65 |
| <b>Tabel 4.15.</b> Hasil Uji Heteroskedastisitas.....                                                                 | 66 |
| <b>Tabel 4.16.</b> Hasil Ringkasan Uji Asumsi Residual .....                                                          | 66 |
| <b>Tabel 4.17.</b> Mencari Model Terbaik.....                                                                         | 67 |
| <b>Tabel 4.18.</b> 5 Data <i>Train</i> Terakhir.....                                                                  | 70 |
| <b>Tabel 4.19.</b> Data Asli dan Data Prediksi ARIMAX [2,0,0] .....                                                   | 71 |
| <b>Tabel 4.20.</b> Evaluasi MAPE ARIMAX [2,0,0] .....                                                                 | 72 |
| <b>Tabel 4.21.</b> Percobaan Pemodelan LSTM.....                                                                      | 76 |
| <b>Tabel 4.22.</b> Perbandingan Data Asli, Data Prediksi ARIMAX, Dan Data Prediksi<br><i>Hybrid</i> ARIMAX-LSTM ..... | 82 |
| <b>Tabel 4.23.</b> Evaluasi MAPE <i>Hybrid</i> ARIMAX-LSTM.....                                                       | 83 |
| <b>Tabel 4.24.</b> Hasil Peramalan Bulan Januari 2025.....                                                            | 84 |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Lampiran 1.</b> Data Kajian .....                                | 103 |
| <b>Lampiran 2.</b> Skript <i>Website</i> Prediksi Harga Telur ..... | 103 |
| <b>Lampiran 3.</b> Skript Penelitian.....                           | 104 |
| <b>Lampiran 4.</b> LoA Artikel.....                                 | 105 |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR NOTASI

|                                    |   |                                                                    |
|------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|
| $\hat{\delta}$                     | : | Estimasi <i>least square</i> dari $\delta$                         |
| $\sigma(\hat{\delta})$             | : | Standar error dari estimasi <i>least square</i> dari $\delta$      |
| $\nabla Y$                         | : | Data hasil <i>differencing</i> pertama pada periode waktu ke- $t$  |
| $Y_t$                              | : | Pengamatan pada periode waktu saat ini                             |
| $Y_{t-1}$                          | : | Pengamatan pada periode waktu sebelumnya                           |
| $\hat{\rho}_k$                     | : | Koefisien autokorelasi pada sisaan <i>lag</i> ke- $k$              |
| $n$                                | : | Jumlah data pengamatan                                             |
| $k$                                | : | Nilai <i>lag</i>                                                   |
| $\lambda$                          | : | Nilai Lambda                                                       |
| $Z_t$                              | : | Nilai variabel Z pada saat ke- $t$                                 |
| $\bar{Z}$                          | : | Rata-rata nilai variabel Z                                         |
| $\hat{\phi}_{kk}$                  | : | Koefisien korelasi antara dua variabel acak $Z_t$ dengan $Z_{t+k}$ |
| $j$                                | : | $1, 2, \dots, k$                                                   |
| $\hat{\phi}_{k-1,j}$               | : | Fungsi autokorelasi parsial pada <i>lag</i> ke $k + 1$ dengan $j$  |
| $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ | : | Kelambanan ( <i>lag</i> ) dari $Y$                                 |
| $p$                                | : | Orde AR                                                            |
| $\phi_p$                           | : | Koefisien model AR, $i = 1, 2, \dots, p$                           |
| $e_t$                              | : | Residual pada waktu saat ke- $t$                                   |
| $q$                                | : | Orde MA                                                            |
| $\theta_q$                         | : | Koefisien model MA, $i = 1, 2, \dots, q$                           |
| $(p, d, q)$                        | : | Orde AR, orde difensiasi, dan orde MA                              |
| $(1 - B)^d$                        | : | Operator untuk diferensiasi orde d                                 |
| $\alpha$                           | : | Konstanta                                                          |
| $X_t$                              | : | Variabel eksogen pada saat ke- $t$                                 |
| $\beta_k$                          | : | Koefisien variabel eksogen                                         |
| $f_t$                              | : | Keluaran <i>forget gate</i>                                        |
| $\sigma$                           | : | Fungsi aktivasi <i>sigmoid</i>                                     |
| $W_f$                              | : | Bobot pada <i>forget gate</i>                                      |

|                 |                                                                          |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|
| $h_{t-1}$       | Hidden state dari time step sebelumnya                                   |
| $x_t$           | Masukan pada time step saat ini                                          |
| $b_f$           | Bias pada forget gate                                                    |
| $i_t$           | Keluaran input gate                                                      |
| $W_i$           | Bobot pada input gate                                                    |
| $b_i$           | Bias pada input gate                                                     |
| $C'_t$          | Calon nilai cell state baru sebelum ditambahkan ke cell state sebelumnya |
| $\tanh$         | Fungsi aktivasi $\tanh$                                                  |
| $W_c$           | Bobot pada cell state                                                    |
| $b_c$           | Bias pada input gate                                                     |
| $C_t$           | Cell state pada time step saat ini                                       |
| $C_{t-1}$       | Cell state dari time step sebelumnya                                     |
| $o_t$           | Keluaran output gate                                                     |
| $W_o$           | Bobot pada output gate                                                   |
| $b_o$           | Bias pada output gate                                                    |
| $h_t$           | Hasil keluaran pada time step saat ini                                   |
| $x$             | Data masukan                                                             |
| $e$             | Bilangan euler                                                           |
| $t$             | Indeks Waktu                                                             |
| $y_t$           | Data asli saat ke-t                                                      |
| $L_t$           | Bagian linier saat ke-t                                                  |
| $N_t$           | Bagian non-linier saat ke-t                                              |
| $f$             | Fungsi non-linier dari model LSTM                                        |
| $\varepsilon_t$ | Error                                                                    |
| $y'_t$          | Hasil prediksi dari model <i>Hybrid</i> pada saat ke-t                   |
| $L'_t$          | Hasil prediksi dari bagian linier saat ke-t                              |
| $N'_t$          | Hasil prediksi dari bagian non-linier saat ke-t                          |