



# PERBANDINGAN PERAMALAN HARGA PENUTUP SAHAM HARIAN BMRI MENGGUNAKAN ARIMA DAN LSTM BERBASIS *RECURSIVE* DAN *WALK-FORWARD VALIDATION*

**MUHAMMAD LUTHFI HANAFI PUTERA**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Peramalan Harga Penutup Saham Harian BMRI Menggunakan ARIMA dan LSTM Berbasis *Recursive* dan *Walk-Forward Validation*” 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

Muhammad Luthfi Hanafi Putera  
G540122092



## ABSTRAK

MUHAMMAD LUTHFI HANAFI PUTERA. Perbandingan Peramalan Harga Penutup Saham Harian BMRI Menggunakan ARIMA dan LSTM Berbasis *Recursive* dan *Walk-Forward Validation*. MOHAMAD KHOIRUN NAJIB dan MOCHAMAD TITO JULIANTO.

Pergerakan harga saham yang dinamis dan non-linear memerlukan metode peramalan yang akurat untuk mitigasi risiko investasi. Penelitian ini membandingkan kinerja model ARIMA dan LSTM dalam meramalkan harga penutupan harian saham PT Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) periode Juli 2003 hingga September 2025 menggunakan strategi *recursive forecasting* dan *walk-forward validation*. Hasil menunjukkan bahwa pada *recursive forecasting*, ARIMA(0,1,0) menghasilkan MAPE 1.91%, sedangkan LSTM mendapatkan MAPE 2.12%, tetapi kedua model cenderung menghasilkan prediksi statis sehingga kurang adaptif terhadap fluktuasi harian pasar. Pada *walk-forward validation*, performa model meningkat signifikan terhadap volatilitas pasar. Model ARIMA(2,1,4) menjadi yang terbaik pada basis ini dengan MAPE 1.34%, sedangkan LSTM memperoleh MAPE 4.04%. Penelitian menyimpulkan bahwa pendekatan *recursive forecasting* kurang memadai sebagai dasar pengambilan keputusan investasi, sedangkan kombinasi ARIMA dan *walk-forward validation* memberikan hasil peramalan yang lebih baik dibandingkan LSTM berbasis *walk-forward validation*.

Kata kunci: ARIMA, LSTM, *Recursive Forecasting*, *Walk-Forward Validation*.

## ABSTRACT

MUHAMMAD LUTHFI HANAFI PUTERA. Comparison of BMRI Daily Stock Closing Price Forecasting Using ARIMA and LSTM Based on Recursive and Walk-Forward Validation. Supervised by MOHAMAD KHOIRUN NAJIB and MOCHAMAD TITO JULIANTO.

The dynamic and non-linear movement of stock prices requires accurate forecasting methods for investment risk mitigation. This study compares the performance of ARIMA and LSTM models in forecasting the daily closing stock prices of PT Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) from July 2003 to September 2025 using recursive forecasting and walk-forward validation strategies. The results show that under recursive forecasting, ARIMA achieved a MAPE of 1.91% and an RMSE of 114.74, while LSTM obtained a MAPE of 2.12% and an RMSE of 125.43. However, both models tended to produce static predictions and were less adaptive to daily market fluctuations. Under walk-forward validation, model performance improved significantly in handling market volatility. The ARIMA(2,1,4) model achieved the best performance with a MAPE of 1.34% and an RMSE of 81.95, while LSTM obtained a MAPE of 4.04% and an RMSE of 214.00. The study concludes that recursive forecasting is less suitable as a basis for investment decision-making, whereas the combination of ARIMA and walk-forward validation provides best precise forecasting results than walk-forward-based LSTM.

**Keywords:** ARIMA, LSTM, *Recursive Forecasting*, *Walk-Forward Validation*.



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.*

# PERBANDINGAN PERAMALAN HARGA PENUTUP SAHAM HARIAN BMRI MENGGUNAKAN ARIMA DAN LSTM BERBASIS *RECURSIVE* DAN *WALK-FORWARD VALIDATION*

**MUHAMMAD LUTHFI HANAFI PUTERA**

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

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA  
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.



Judul Skripsi : Perbandingan Peramalan Harga Penutup Saham Harian BMRI Menggunakan ARIMA dan LSTM Berbasis *Recursive* dan *Walk-Forward Validation*

Nama : Muhammad Luthfi Hanafi Putera  
NIM : G5401221092

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat.

\_\_\_\_\_

Pembimbing 2:

Mochamad Tito Julianto, S.Si., M.Kom.

\_\_\_\_\_

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.  
NIP.197902272005011001

\_\_\_\_\_

Tanggal Ujian: 23 Juni 2026

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 September 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah komparasi model *forecasting*, dengan judul “Perbandingan Peramalan Harga Penutup Saham Harian BMRI Menggunakan ARIMA dan LSTM Berbasis *Recursive* dan *Walk-Forward Validation*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Hanapi Djamil dan Eti Sumiati selaku orang tua dari penulis serta keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, dan telah menjadi donatur kepada penulis.
2. Bapak Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat dan Bapak Mochamad Tito Julianto, S.Si., M.Kom selaku pembimbing yang telah memberikan ilmu, arahan, dan waktu untuk membimbing dan membantu penulis.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Matematika SSMI IPB yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di IPB.
4. Anggun Larassati selaku *partner* penulis yang telah hadir dan memberikan semangat, doa, waktu, perhatian, dan dukungannya.
5. Grup Para Pesantai, *Brotherhood*, dan Lulus Bwang yang telah menemani penulis selama tiga tahun terakhir masa kuliah penulis.
6. Grup Pemuda Masjid DR yang telah menemani penulis dari tahun pertama perkuliahan penulis.
7. Grup RW 06 dari kelompok KKN yang bertugas di desa Tegalwaru yang menemani penulis selama masa KKN.
8. Teman-teman Matematika dan Aktuaria IPB Angkatan 59 sebagai rekan akademik dan organisasi penulis selama tiga tahun.
9. Kakak tingkat Matematika dan Aktuaria IPB Angkatan 57 dan 58 yang telah membimbing tidak hanya dari akademisi namun dalam kehidupan perkuliahan penulis.
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu penulisan karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Bogor, Juli 2026

*Muhammad Luthfi Hanafi Putera*



## DAFTAR ISI

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| DAFTAR TABEL                                        | x  |
| DAFTAR GAMBAR                                       | x  |
| DAFTAR LAMPIRAN                                     | x  |
| I 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 Analisis Deret Waktu                            | 4  |
| 2.2 <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> | 4  |
| 2.3 <i>Artificial Neural Network</i>                | 7  |
| 2.4 <i>Recurrent Neural Network</i>                 | 9  |
| 2.5 <i>Long Short-Term Memory</i>                   | 10 |
| 2.6 <i>Recursive Forecasting</i>                    | 12 |
| 2.7 <i>Walk-Forward Validation</i>                  | 14 |
| 2.8 <i>Mean Absolute Percentage Error</i>           | 15 |
| 2.9 <i>Root Mean Squared Error</i>                  | 15 |
| III METODE PENELITIAN                               | 16 |
| 3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian                 | 16 |
| 3.2 Sumber dan Jenis Data                           | 16 |
| 3.3 Tahapan Penelitian                              | 16 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                             | 20 |
| 4.1 Eksplorasi data                                 | 20 |
| 4.2 Pemodelan ARIMA <i>Recursive</i>                | 21 |
| 4.3 Pemodelan LSTM <i>Recursive</i>                 | 24 |
| 4.4 Evaluasi Model Basis <i>Recursive</i>           | 27 |
| 4.5 Pemodelan ARIMA <i>Walk-Forward</i>             | 28 |
| 4.6 Pemodelan LSTM <i>walk-forward</i>              | 30 |
| 4.7 Evaluasi Model Basis <i>Walk-Forward</i>        | 32 |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                | 33 |
| 5.1 Simpulan                                        | 33 |
| 5.2 Saran                                           | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA                                      | 35 |
| LAMPIRAN                                            | 37 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 Ciri plot ACF dan PACF untuk komponen $p$ dan $q$ model             | 17 |
| 4.1 Model ARIMA <i>recursive</i> terbaik berdasarkan algoritma          | 22 |
| 4.2 Ruang parameter awal pencarian untuk LSTM <i>recursive</i>          | 25 |
| 4.3 Hasil tiga terbaik <i>grid search hyperparameter tuning</i>         | 25 |
| 4.4 Perbandingan model berbasis <i>recursive</i>                        | 28 |
| 4.5 Model ARIMA <i>Walk-Forward</i> terbaik berdasarkan algoritma       | 29 |
| 4.6 Tabel ruang parameter awal pencarian untuk LSTM <i>walk-forward</i> | 30 |
| 4.7 Hasil tiga terbaik <i>grid search hyperparameter tuning</i>         | 31 |
| 4.8 Perbandingan model berbasis <i>walk-forward</i>                     | 32 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Visualisasi <i>perceptron</i> pada struktur ANN                                                      | 8  |
| 2.2 Visualisasi alur struktur RNN                                                                        | 9  |
| 2.3 Visualisasi dari arsitektur sel LSTM                                                                 | 11 |
| 3.1 Bagan alir penelitian                                                                                | 19 |
| 4.1 Plot data pengamatan harga saham penutup BMRI                                                        | 20 |
| 4.2 Plot data pengamatan harga saham penutup BMRI amatan 10 bulan                                        | 21 |
| 4.3 Pembagian data latih dan data uji basis <i>recursive</i>                                             | 21 |
| 4.4 Plot (a) ACF dan (b) PACF dari data latih model <i>recursive</i>                                     | 22 |
| 4.5 Hasil peramalan ARIMA(0,1,0) <i>recursive forecasting</i>                                            | 23 |
| 4.6 Peramalan LSTM basis <i>recursive</i> (a) dan Gambar (b) hasil peramalan terhadap selang kepercayaan | 26 |
| 4.7 Komparasi hasil peramalan model ARIMA dan LSTM berbasis <i>recursive forecasting</i>                 | 27 |
| 4.8 Pembagian data latih dan data uji model <i>walk-forward</i>                                          | 28 |
| 4.9 Plot (a) ACF dan (b) PACF dari data latih model <i>walk-forward</i>                                  | 29 |
| 4.10 Hasil Peramalan ARIMA(2,1,4) <i>Walk-Forward</i>                                                    | 30 |
| 4.11 Hasil peramalan LSTM <i>walk-forward</i> dengan hyperparameter terbaik                              | 31 |
| 4.12 Komparasi hasil peramalan model ARIMA dan LSTM berbasis <i>Walk-Forward Validation</i>              | 32 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Pengambilan data dari yfinance dengan <i>python</i>                      | 37 |
| 2 Data <i>cleansing</i> dan pra-pemrosesan data                            | 37 |
| 3 Visualisasi data 14 Juli 2003 – 30 September 2025 dan visualisasi        | 37 |
| 4 Visualisasi pembagian data latih serta data uji data <i>walk-forward</i> | 37 |
| 5 Pengambilan data 10 bulan untuk basis <i>recursive</i>                   | 38 |
| 6 Visualisasi data 10 bulan untuk basis <i>recursive</i>                   | 38 |



|    |                                                                                  |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7  | Visualisasi data <i>training</i> dan <i>testing</i> untuk basis <i>recursive</i> | 38 |
| 8  | Pemodelan ARIMA <i>recursive forecasting</i>                                     | 39 |
| 9  | Peramalan dan visualisasi ARIMA (0,1,0) basis <i>recursive</i>                   | 41 |
| 10 | Pemodelan LSTM <i>recursive forecasting</i>                                      | 42 |
| 11 | Visualisasi komparasi model ARIMA dan LSTM <i>recursive</i>                      | 47 |
| 12 | Pemodelan ARIMA <i>walk-forward</i>                                              | 48 |
| 13 | Pemodelan LSTM <i>walk-forward</i>                                               | 51 |
| 14 | Visualisasi komparasi model ARIMA dan LSTM <i>walk-forward</i>                   | 56 |

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.