

# **PENGGEROMBOLAN DERET WAKTU HARGA SAHAM INDEKS LQ45 BERBASIS *DYNAMIC TIME WARPING* DENGAN PEMODELAN ARIMA DAN GRU**

**FADHILAH YUMNA**



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



@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



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

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ Penggerombolan Deret Waktu Harga Saham Indeks LQ45 Berbasis *Dynamic Time Warping* dengan Pemodelan ARIMA dan GRU” 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.

Dalam penyusunan karya ini, penulis menggunakan bantuan kecerdasan buatan ChatGPT untuk mempercepat penelusuran referensi atau jurnal yang relevan, serta membantu dalam memperbaiki kesalahan sintaks pemrograman. Setelah menggunakan alat/layanan tersebut, penulis meninjau dan menyunting konten sesuai kebutuhan serta bertanggung jawab penuh atas isi karya tugas akhir ini.

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

Bogor, Juli 2026

Fadhilah Yumna  
G1401221053



## ABSTRAK

FADHILAH YUMNA. Penggerombolan Deret Waktu Harga Saham Indeks LQ45 Berbasis *Dynamic Time Warping* dengan Pemodelan ARIMA dan GRU. Dibimbing oleh ERFIANI dan INDAHWATI.

Pergerakan harga saham bersifat dinamis. Setiap emiten memiliki karakteristik pola deret waktu yang berbeda. Perbedaan karakteristik tersebut memerlukan metode yang mampu menggerombolkan saham berdasarkan kemiripan pola sebelum dilakukan peramalan. Penelitian ini bertujuan menggerombolkan emiten indeks LQ45 menggunakan metode *k-medoids* berbasis *dynamic time warping* (DTW). Penelitian ini juga membandingkan kinerja model *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) dan *gated recurrent unit* (GRU) pada *prototype* setiap gerombol. Penelitian ini menggunakan model terbaik untuk meramalkan harga penutupan saham. Penelitian ini menggunakan data harga penutupan mingguan dari 27 emiten indeks LQ45 selama periode 2022–2026. Metode *k-medoids* berbasis DTW membentuk enam gerombol saham. *Prototype median* mewakili setiap gerombol. Model ARIMA dan GRU memodelkan setiap *prototype*. Penelitian ini mengevaluasi kinerja model menggunakan *mean absolute percentage error* (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ARIMA memberikan kinerja yang lebih baik pada *prototype* dengan pola pergerakan yang relatif stabil dan didominasi hubungan linear. Model GRU memberikan kinerja yang lebih baik pada *prototype* dengan pola pergerakan yang lebih kompleks dan hubungan nonlinier. Seluruh model terbaik menghasilkan nilai MAPE kurang dari 10%. Penggerombolan berbasis DTW mampu mengurangi kompleksitas data. Pemodelan pada *prototype* menghasilkan peramalan dengan tingkat akurasi yang baik.

Kata kunci: ARIMA; DTW; GRU; *k-medoids*; peramalan saham.

## ABSTRACT

FADHILAH YUMNA. Time Series Clustering of LQ45 Index Stock Prices Based on Dynamic Time Warping with ARIMA and GRU Modeling. Supervised by ERFIANI and INDAHWATI.

Stock price movements are dynamic. Each listed company exhibits distinct time series characteristics. These differences require a method that can group stocks based on pattern similarity before forecasting. This study aims to cluster companies listed in the LQ45 Index using the  $k$ -medoids method based on dynamic time warping (DTW). This study also compares the performance of the autoregressive integrated moving average (ARIMA) and gated recurrent unit (GRU) models on the prototype of each cluster. The best-performing model is then used to forecast stock closing prices. This study uses weekly closing price data from 27 companies consistently included in the LQ45 Index during the 2022–2026 period. The DTW-based  $k$ -medoids method produces six stock clusters. The median prototype represents each cluster. The ARIMA and GRU models are fitted to each prototype. Model performance is evaluated using the mean absolute percentage error (MAPE). The results show that ARIMA performs better on prototypes with relatively stable movement patterns dominated by linear relationships. The GRU model performs better on prototypes with more complex movement patterns and nonlinear relationships. All selected models achieve MAPE values below 10%. DTW-based clustering reduces data complexity. Prototype-based modeling also produces forecasts with good predictive accuracy.

**Keywords:** ARIMA; DTW; GRU;  $k$ -medoids; stock price forecasting.



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.*

# **PENGGEROMBOLAN DERET WAKTU HARGA SAHAM INDEKS LQ45 BERBASIS *DYNAMIC TIME WARPING* DENGAN PEMODELAN ARIMA DAN GRU**

**FADHILAH YUMNA**

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  
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 : Penggerombolan Deret Waktu Harga Saham Indeks LQ45  
Berbasis *Dynamic Time Warping* dengan Pemodelan ARIMA dan GRU

Nama : Fadhilah Yumna  
NIM : G1401221053

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Ir. Erfiani, M.Si.

\_\_\_\_\_

Pembimbing 2:  
Dr. Ir. Indahwati, M.Si.

\_\_\_\_\_

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:  
Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.  
NIP. 197804112005011002

\_\_\_\_\_

Tanggal Ujian:  
24 Juli 2026

Tanggal Lulus:



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanaahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Penggerombolan Deret Waktu Harga Saham Indeks LQ45 Berbasis *Dynamic Time Warping* dengan Pemodelan ARIMA dan GRU”. Penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Ir. Erfiani, M.Si. dan Ibu Dr. Ir. Indahwati, M.Si. selaku komisi pembimbing yang senantiasa memberikan dukungan, bimbingan, dan arahan yang sangat berarti bagi penulis selama penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M. Si. selaku penguji luar komisi, Ibu Dr. Yenni Angraini, S.Si., M.Si. selaku moderator seminar hasil, dan Bapak La Ode Abdul Rahman, S.Si., M.Si. selaku moderator kolokium yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan karya ilmiah ini.

Penulis turut mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Apriadi dan Ibu Eva Ummu Yulita selaku kedua orang tua yang telah senantiasa memberikan dukungan, doa, serta kasih sayang tanpa henti dalam setiap langkah kehidupan penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua adik penulis, Haniya Alimah dan M. Yahya Ayyasy, yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan hidup penulis. Kepada seluruh keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala doa, perhatian, serta dukungan yang turut berperan penting dalam setiap perjalanan penulis menempuh pendidikan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Meutia, Figra, Satia, Aurally, Avrel, Jasmita, Keyzha, dan Naiya yang senantiasa kebersamai serta berbagi suka dan duka sejak awal perkuliahan hingga tahap akhir penyelesaian studi. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Indra, Deswita, Bintang, dan Rose yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi serta memberikan bantuan selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Penulis juga turut mengucapkan terima kasih kepada keluarga besar Departemen Statistika dan Sains Data IPB, khususnya teman-teman Marinestic Statistika 59, atas kebersamaan, dukungan, dan pengalaman berharga yang telah dilalui selama masa perkuliahan. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala dukungan yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan.

Akhir kata, semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, pihak yang membutuhkan, serta menjadi salah satu kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

*Fadhilah Yumna*



## DAFTAR ISI

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| DAFTAR TABEL                                        | x  |
| DAFTAR GAMBAR                                       | x  |
| DAFTAR LAMPIRAN                                     | x  |
| I PENDAHULUAN                                       | 1  |
| 1.1 Latar Belakang                                  | 1  |
| 1.2 Tujuan                                          | 2  |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                 | 3  |
| 2.1 Saham                                           | 3  |
| 2.2 Indeks LQ45                                     | 4  |
| 2.3 Penggerombolan <i>K-Medoids</i>                 | 4  |
| 2.4 Jarak <i>Dynamic Time Warping</i>               | 5  |
| 2.5 Ketepatan Jumlah Gerombol                       | 6  |
| 2.6 <i>Prototype</i>                                | 7  |
| 2.7 <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> | 7  |
| 2.8 <i>Gated Recurrent Unit</i>                     | 10 |
| 2.9 Ukuran Ketepatan Model                          | 12 |
| III METODE                                          | 13 |
| 3.1 Data                                            | 13 |
| 3.2 Prosedur Penelitian                             | 13 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                             | 15 |
| 4.1 Praproses Data                                  | 15 |
| 4.2 Eksplorasi Data                                 | 15 |
| 4.3 Penggerombolan Deret Waktu                      | 17 |
| 4.4 Pemodelan Deret Waktu ARIMA                     | 24 |
| 4.5 Pemodelan Deret Waktu GRU                       | 26 |
| 4.6 Evaluasi Kinerja Model                          | 29 |
| 4.7 Peramalan Harga Saham                           | 30 |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                | 33 |
| 5.1 Simpulan                                        | 33 |
| 5.2 Saran                                           | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA                                      | 35 |
| LAMPIRAN                                            | 38 |
| RIWAYAT HIDUP                                       | 46 |



## DAFTAR TABEL

|   |                                                                      |    |
|---|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Arsitektur dan kombinasi <i>hyperparameter</i> GRU                   | 11 |
| 2 | Signifikansi selang nilai MAPE                                       | 12 |
| 3 | Hasil penggerombolan <i>k-medoids</i> dengan ukuran jarak DTW        | 18 |
| 4 | Karakteristik hasil penggerombolan <i>k-medoids</i>                  | 19 |
| 5 | Model ARIMA terbaik dan hasil uji diagnostik setiap gerombol         | 26 |
| 6 | Skema pembagian data dengan <i>expanding window cross validation</i> | 28 |
| 7 | Kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik                              | 29 |
| 8 | Evaluasi perbandingan data uji                                       | 29 |
| 9 | Evaluasi peramalan <i>prototype median</i>                           | 31 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                                                   |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Perbandingan pemetaan jarak Euclidean dan DTW (Lee <i>et al.</i> 2020)                                                            | 5  |
| 2  | Arsitektur GRU (Chughtai <i>et al.</i> 2022)                                                                                      | 10 |
| 3  | <i>Plot</i> deret waktu harga penutupan mingguan setiap emiten                                                                    | 15 |
| 4  | <i>Plot</i> kotak garis setiap emiten                                                                                             | 16 |
| 5  | <i>Plot</i> nilai koefisien <i>silhouette</i>                                                                                     | 18 |
| 6  | <i>Plot</i> deret waktu gerombol 1                                                                                                | 19 |
| 7  | <i>Plot</i> deret waktu gerombol 2                                                                                                | 20 |
| 8  | <i>Plot</i> deret waktu gerombol 3                                                                                                | 21 |
| 9  | <i>Plot</i> deret waktu gerombol 4                                                                                                | 21 |
| 10 | <i>Plot</i> deret waktu gerombol 5                                                                                                | 22 |
| 11 | <i>Plot</i> deret waktu gerombol 6                                                                                                | 23 |
| 12 | <i>Plot</i> pergerakan <i>prototype</i> (a) Gerombol 1 (b) Gerombol 2 (c) Gerombol 3 (d) Gerombol 4 (e) Gerombol 5 (f) Gerombol 6 | 24 |
| 13 | Peramalan <i>prototype</i> gerombol (a) Gerombol 1 (b) Gerombol 2 (c) Gerombol 3 (d) Gerombol 4 (e) Gerombol 5 (f) Gerombol 6     | 30 |
| 14 | Perbandingan data <i>prototype median</i> , harga saham emiten anggota gerombol, dan hasil peramalan pada Gerombol 6              | 31 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                                                                           |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Lampiran 1 <i>Plot</i> deret waktu pembagian data <i>prototype</i> masing-masing gerombol | 39 |
| 2 | Lampiran 2 <i>Plot</i> ACF <i>prototype</i> masing-masing gerombol                        | 41 |
| 3 | Lampiran 3 Tabel hasil uji ADF <i>prototype</i> masing-masing gerombol                    | 43 |
| 4 | Lampiran 4 <i>Plot</i> Box–Cox <i>prototype</i> masing-masing gerombol                    | 44 |