OPTIMASI PARAMETER MODEL ARIMA PADA HARGA PENUTUPAN SAHAM MENGGUNAKAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*

GANDES GHINA MAGHFIRA SANI
H1091221051

SKRIPSI

PROGRAM STUDI STATISTIK
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

OPTIMASI PARAMETER MODEL ARIMA PADA HARGA PENUTUPAN SAHAM MENGGUNAKAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*

GANDES GHINA MAGHFIRA SANI
H1091221051

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika pada Program Studi Statistik

PROGRAM STUDI STATISTIK
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Optimasi Parameter Model ARIMA pada Harga Penutupan Saham Menggunakan Algoritma *Particle Swarm Optimization*
Nama Mahasiswa	: Gandes Ghina Maghfira Sani
NIM	: H1091221051
Jurusan/Program Studi	: Matematika/Statistik
Tanggal Lulus	: 17 Juni 2026
SK Pembimbing	: No. 3604/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 9 Oktober 2025
SK Penguji	: No. 3087/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 11 Juni 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Nurfitri Imro'ah, M.Si.	Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.
NIP 198907182019032021	NIP 198502172008122006

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Hendra Perdana, S.Si., M.Sc.	Wirda Andani, M.Si.
NIP 198810102019031020	NIP 199411152022032016
Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Nurfitri Imro'ah, M.Si.	Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.
NIP 198907182019032021	NIP 198502172008122006

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, M.Si.
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Gandes Ghina Maghfira Sani
NIM	: H1091221051
Program Studi/ Jurusan	: Statistika / Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 17 Juni 2026



Gandes Ghina Maghfira Sani
H1091221051

Optimasi Parameter Model ARIMA pada Harga Penutupan Saham Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization

Abstrak

Pergerakan harga saham yang bersifat fluktuatif menyebabkan ketidakpastian dalam menentukan waktu yang tepat untuk membeli atau menjual saham. Oleh karena itu, diperlukan metode yang mampu menggambarkan pola pergerakan harga saham sebagai dasar pengambilan keputusan investasi. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), namun kualitas model dipengaruhi oleh estimasi parameter model. Estimasi parameter yang kurang optimal dapat meningkatkan kesalahan model sehingga diperlukan metode optimasi untuk memperoleh parameter yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dalam mengoptimasi estimasi parameter model ARIMA pada data harga penutupan saham PT Repower Asia Indonesia Tbk (REAL.JK), serta membandingkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebelum dan sesudah proses optimasi. Data yang digunakan berupa harga penutupan saham harian periode 1 September 2024 hingga 1 September 2025. Tahapan penelitian meliputi *preprocessing* data, uji stasioneritas, identifikasi orde ARIMA, estimasi parameter, uji diagnostik residual, dan optimasi parameter menggunakan PSO. Posisi awal partikel dibangkitkan melalui distribusi normal berdasarkan estimasi parameter ARIMA awal, sedangkan fungsi objektif yang digunakan adalah minimisasi MAPE pada data *training*. Optimasi parameter dilakukan menggunakan algoritma PSO dengan memperbarui posisi partikel secara iteratif berdasarkan nilai *personal best* dan *global best* dengan fungsi objektif minimisasi MAPE pada data *training*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA(0,1,1) menghasilkan estimasi parameter MA(1) sebesar 0,3646 dengan nilai MAPE *training* sebesar 5,72%. Setelah optimasi PSO, diperoleh estimasi parameter MA(1) optimal dengan nilai MAPE *training* sebesar 4,9047%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma PSO mampu meningkatkan estimasi parameter model ARIMA.

Kata kunci: ARIMA, Optimasi, Harga Saham, Deret Waktu.

ARIMA Model Parameter Optimization on Closing Stock Prices Using the Particle Swarm Optimization Algorithm

Abstract

Fluctuating stock prices make it difficult to determine the right time to buy or sell shares. Therefore, a method capable of describing price movement patterns is needed to inform investment decision-making. One commonly used method is the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), but model quality is affected by model parameter estimation. Suboptimal parameter estimation can increase model error, so an optimization method is needed to obtain better parameters. This study aims to implement the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm to optimize ARIMA model parameter estimation on PT Repower Asia Indonesia Tbk (REAL.JK) stock closing price data, as well as to compare the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) values before and after the optimization process. The data used are daily stock closing prices for the period September 1, 2024, to September 1, 2025. The research stages include data preprocessing, stationarity testing, ARIMA order identification, parameter estimation, residual diagnostic testing, and parameter optimization using PSO. The initial particle positions are generated through a normal distribution based on the initial ARIMA parameter estimates, while the objective function used is MAPE minimization on the training data. Parameter optimization is performed using the PSO algorithm by iteratively updating the particle positions based on the personal best and global best values with the MAPE minimization objective function on the training data. The results show that the ARIMA(0,1,1) model produces an MA(1) parameter estimate of 0,3646 with a training MAPE value of 5,72%. After PSO optimization, the optimal MA(1) parameter estimate is obtained with a training MAPE value of 4,9047%. These results indicate that the PSO algorithm is able to improve the parameter estimation of the ARIMA model.

Keywords: *ARIMA, Optimization, Stock Price, Time Series.*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Optimasi Parameter Model ARIMA pada Harga Penutupan Saham Menggunakan Algoritma *Particle Swarm Optimization*". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Wirda Andani, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik, Ibu Nurfitri Imro'ah, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama, dan Ibu Dr. Evy Sulistianingsih, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, serta saran yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Hendra Perdana, S.Si., M.Sc. dan Ibu Wirda Andani, M.Si. selaku dosen penguji atas masukan, kritik, dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.

Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, saudara, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, semangat, dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyelesaian skripsi ini.
2. Seluruh dosen dan staf pengajar di lingkungan Program Studi Statistika yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
3. Teman-teman Majestic 2022 terutama Enjel, Risty, Andini, Disma, Aisya, dan rekan-rekan seperjuangan saya yaitu Alya, Nazhara, Orien, dan Nurlita, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Pontianak, 17 Juni 2026



Gandes Ghina Maghfira Sani

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... Error! Bookmark not defined.
Abstrak ..... **iv**
Abstract ..... **v**
PRAKATA ..... Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**
DAFTAR SIMBOL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Tinjauan Pustaka 4
1.6 Metodologi Penelitian 5
BAB II LANDASAN TEORI **10**
2.1 Saham 10
2.2 Deret Waktu 11
2.3 Stasioneritas 12
2.4 *Autocorrelation Function* (ACF) 14
2.5 *Partial Autocorrelation Function* (PACF) 15
2.6 Identifikasi Model 16
2.7 Estimasi Parameter 17
2.8 Uji Diagnostik Residual 18
2.9 Optimasi 19
2.10 Keakuratan Model 20
BAB III OPTIMASI MODEL DENGAN ARIMA-PSO **22**

3.1 *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) 22
3.2 *Particle Swarm Optimization* 27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Deskripsi Data 32
4.2 Uji Stasioneritas 33
4.3 Identifikasi Model 35
4.4 Estimasi Parameter 36
4.5 Uji Diagnostik Residual 36
4.6 Model Terbaik 38
4.7 Penerapan *Particle Swarm Optimization* (PSO) 38
4.8 Pembaruan Kecepatan dan Posisi Setiap Partikel 40
4.9 Peramalan 42
BAB V KESIMPULAN 44
DAFTAR PUSTAKA 46
LAMPIRAN 52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Alur Penelitian Optimasi ARIMA-PSO 9
Gambar 2. 1 Ilustrasi (a) Data Tidak Stasioner dan (b) Data Stasioner 12
Gambar 2. 2 Ilustrasi Plot (a) ACF dan (b) PACF 16
Gambar 3. 1 Ilustrasi Particle Swarm Optimization..... 30
Gambar 4. 1 Plot Harga Saham REAL.JK Selama Periode Pengamatan..... 33
Gambar 4. 2 Pola Stasioneritas Terhadap Varians Dengan Nilai Lambda..... 34
Gambar 4. 3 (a) Grafik ACF dan (b) Grafik PACF..... 35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Transformasi Box-Cox 13
Tabel 2. 2 Kriteria Identifikasi Orde 16
Tabel 2. 3 Kriteria MAPE 21
Tabel 4. 1 Statistik Deskriptif 32
Tabel 4. 2 Estimasi dan Signifikansi Parameter Kemungkinan Model 36
Tabel 4. 3 Output Uji Diagnostik Residual 37
Tabel 4. 4 Kesimpulan Uji Diagnostik Residual 37
Tabel 4. 5 Penentuan Parameter PSO 39
Tabel 4. 6 Inisialisasi Posisi Awal Partikel 39
Tabel 4. 7 Nilai Fitness dan Posisi Awal Partikel 40
Tabel 4. 8 Kecepatan Partikel pada Iterasi Pertama 41
Tabel 4. 9 Posisi Partikel pada Iterasi Pertama 41
Tabel 4. 10 Hasil Peramalan Harga Saham REAL.JK 43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harga Penutupan Saham REAL.JK 52
Lampiran 2. *Output Software* RStudio 55

DAFTAR SIMBOL

X_t : Nilai deret waktu pada periode ke-t

Y_t : Nilai deret waktu hasil *differencing*

t : Indeks waktu

p : Orde *Autoregressive* (AR)

d : Orde *differencing*

q : Orde *Moving Average* (MA)

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$: Koefisien *Autoregressive* (AR)

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$: Koefisien *Moving Average* (MA)

ε_t : *Error* acak pada waktu ke- t

σ_ε^2 : Variansi dari *error* acak ε_t

μ : Nilai harapan (ekspektasi)

γ_0 : Variansi deret waktu

B : Operator *backshift*

$\phi_p B$: *Backshift* untuk komponen AR

$\theta_q B$: *Backshift* untuk komponen MA

i : Indeks partikel

N : Jumlah partikel dalam *swarm*

t : Iterasi

D : Dimensi ruang pencarian

$x_i(t)$: Posisi partikel ke-i pada iterasi ke-t

$v_i(t)$: Kecepatan partikel ke-i pada iterasi ke-t

$p_{best,i}$: Posisi terbaik partikel ke-i (*personal best*)

g_{best} : Posisi terbaik global dalam *swarm* (*global best*)

$f(\cdot)$: Fungsi objektif (*fitness function*)

ω : Bobot inersia

c_1 : Koefisien percepatan kognitif

c_2 : Koefisien percepatan sosial

r_1, r_2 : Parameter random dari 0 hingga 1

v_{max} : Batas maksimum kecepatan partikel

v_{min} : Batas minimum kecepatan partikel

λ : Parameter transformasi *Box-Cox*

$T(X_t)$: Data hasil transformasi *Box-Cox*

γ_k : Autokovariansi pada *lag* ke-*k*

$\hat{\gamma}_k$: Estimator autokovariansi sampel

ρ_k : Autokorelasi populasi pada *lag* ke-*k*

r_k : Estimator autokorelasi sampel

$\bar{X}$: Rata-rata sampel

$\hat{e}_l$: Estimator PACF pada *lag* ke-*l*

$L(\cdot)$: Fungsi *likelihood*

$l(\cdot)$: Fungsi log-*likelihood*

$S(\cdot)$: Fungsi jumlah kuadrat residual

σ^2 : Variansi residual model

$\hat{\sigma}^2$: Estimator variansi residual

$\varepsilon_t(\mu, \theta)$: Residual model MA/ARIMA

Q : Statistik uji *Ljung-Box*

K : *Lag* maksimum pengujian

$\chi^2_{\alpha,(K-p-q)}$: Nilai Chi-Square taraf signifikansi α dan derajat bebas $K-p-q$

D_{hitung} : Statistik uji *Kolmogorov-Smirnov*

$F_s(x)$: Distribusi kumulatif sampel

$F_t(x)$: Distribusi kumulatif teoritis

X_t : Nilai aktual periode ke-t

$\hat{X}_t$: Nilai hasil peramalan periode ke-t

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi dalam pasar saham akan menghasilkan tingkat pengembalian (*return*) yang bergantung pada risiko (Kumala et al., 2022). Setiap investor berkeinginan mencapai *return* saham yang tinggi dan risiko yang rendah. Saham memiliki sifat naik turun atau fluktuatif yang sulit diperkirakan (Marcellina & Sugara, 2025). Setiap investor memiliki strategi untuk mencapai *return* yang diinginkan, salah satunya dengan meramalkan atau peramalan data saham. Metode yang dapat digunakan pada peramalan khususnya peramalan data saham bermacam-macam, salah satunya data deret waktu. Data deret waktu merupakan data pengamatan yang mengandung variabel bergantung pada waktu ke waktu secara berurutan dengan selang waktu yang konsisten (Ihsanuddin et al., 2023)

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah salah satu metode peramalan yang menggunakan data deret waktu. ARIMA menganalisis data dengan memenuhi beberapa asumsi seperti autokorelasi, tren, ataupun musiman (Dharma et al., 2020). ARIMA dapat meramalkan data deret waktu melalui akurasi yang tepat untuk peramalan jangka pendek dan dapat mengatasi data musiman bersifat fluktuatif. Tidak hanya itu, ARIMA dalam meramalkan data deret waktu membutuhkan stasioneritas data, apabila data tidak stasioner maka harus dilakukan *differencing* sehingga data menjadi stasioner (Ardesfira et al., 2022).

Parameter pada model ARIMA diestimasi menggunakan metode *maximum likelihood* yang merupakan metode untuk menentukan nilai parameter dengan memaksimalkan fungsi *likelihood* dalam pemodelan (Newing et al., 2025). Nilai parameter model akan memberikan model terbaik (Arya et al., 2019). Dharma et al. (2020) meneliti bahwa parameter model ARIMA dapat dioptimasi dengan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dengan hasil *error* yang didapatkan lebih minim dibandingkan dengan metode kuadrat terkecil. Optimasi dalam hal ini merupakan upaya untuk memperoleh model yang paling ideal dan efektif. Optimasi

model ARIMA dilakukan dengan cara mencari estimasi parameter terbaik sehingga menghasilkan model dengan kinerja peramalan yang lebih akurat.

Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) merupakan salah satu algoritma optimasi untuk pengambilan keputusan yang dilakukan dengan konsep perilaku kawanan burung atau ikan (Gad, 2022). Algoritma ini menggunakan solusi paling optimal dari posisi dan kecepatan partikel yang diperbarui pada setiap iterasi, oleh karena itu dihasilkan solusi baru yang terbaik (Ramadhan, S. P., et al., 2019). Optimasi menggunakan PSO telah diteliti oleh Astutiningtyas & Kharisudin (2024) yang menerapkan Auto ARIMA, PSO-LSTM, dan PSO-GRU pada saham perusahaan telekomunikasi dalam indeks LQ-45. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model LSTM dan GRU yang dioptimasi dengan PSO mampu menghasilkan MAPE kurang dari 5%. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penggabungan model ARIMA dengan algoritma optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada saham perusahaan dengan harga saham rendah (*low price stock*) seperti PT Repower Asia Indonesia Tbk (REAL.JK) masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk mengkaji potensi peningkatan akurasi peramalan harga saham melalui optimasi parameter model ARIMA menggunakan PSO.

Dalam penelitian ini, model ARIMA digunakan untuk memodelkan data harga penutupan saham PT Repower Asia Indonesia Tbk (REAL.JK). Pemilihan saham REAL.JK didasarkan pada karakteristik pergerakan harga saham yang terlihat pada perubahan tren serta periode volatilitas tinggi pada bulan April 2025 yang mengalami peningkatan hingga 162,5% yang menyatakan bahwa penguatan harga saham PT Repower Asia Indonesia Tbk (REAL) dipengaruhi oleh kondisi makroekonomi global yang mengarah pada tren penurunan suku bunga. Penurunan biaya pinjaman tersebut diperkirakan dapat mendorong kembali aktivitas sektor properti, khususnya pada segmen perumahan menengah (Natsir, 2025). Hal ini menjadi ketertarikan penulis untuk dianalisis dari sisi peramalan. Selanjutnya, parameter model ARIMA yang diperoleh akan dioptimasi menggunakan algoritma PSO. Hasil optimasi parameter ARIMA menggunakan algoritma *Particle Swarm*

Optimization (PSO) dievaluasi berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) peramalan yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses optimasi parameter model ARIMA (p, d, q) menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada data harga saham REAL.JK?
2. Bagaimana perbandingan nilai MAPE model ARIMA sebelum dan sesudah dilakukan optimasi menggunakan algoritma PSO?

1.3 Tujuan Penelitian

Menurut rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji proses optimasi parameter model ARIMA (p, d, q) menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada data harga saham REAL.JK.
2. Menganalisis perbandingan nilai MAPE model ARIMA sebelum dan sesudah dilakukan optimasi menggunakan algoritma PSO.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan agar pembahasan tidak menjadi terlalu luas dan memungkinkan lebih terfokus pada permasalahan yang diteliti, maka penulis mendefinisikan permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Data yang digunakan terbatas pada harga penutupan (*closing price*) saham Indonesia yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI), yaitu saham PT Repower Asia Indonesia Tbk. (REAL.JK) dengan periode 1 September 2024 sampai 1 September 2025 dalam frekuensi harian.

2. Pemodelan hanya menggunakan metode ARIMA (p, d, q) tanpa mempertimbangkan faktor eksternal seperti inflasi, kurs, atau indikator ekonomi lainnya.
3. Optimasi parameter ARIMA dilakukan menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dengan tujuan meminimalkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) tanpa membandingkan dengan algoritma optimasi lain.
4. Proses PSO hanya diterapkan pada model yang parameter awalnya telah memenuhi kriteria signifikansi hingga memperoleh nilai parameter MA yang paling optimal dengan melihat nilai MAPE yang dihasilkan.
5. Proses PSO menggunakan parameter PSO ditetapkan dengan nilai koefisien kognitif $c_1 = 0{,}9$, nilai koefisien sosial $c_2 = 0{,}9$, bobot inersia $w = 0{,}9$, serta $r_1, r_2 \sim U(0{,}1)$ dengan $r_1, r_2 = 0{,}5$, dengan jumlah partikel sebanyak 5 dan jumlah iterasi sebanyak 10.

1.5 Tinjauan Pustaka

Penelitian sebelumnya merupakan penelitian yang terkait dan relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Peneliti memasukkan penelitian sebelumnya dalam tinjauan pustaka sebagai referensi yang mendukung, melengkapi, membandingkan, dan memberikan gambaran awal mengenai topik yang dibahas dalam penelitian ini.

Penelitian oleh Ramadhan, S. P., et al. (2019) telah melakukan optimasi parameter model *Autoregressive* (AR) menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang diterapkan pada data dari PT Perusahaan Gas Negara. Hasil kedua metode akan dibandingkan. Pada model AR (1), nilai *Mean Squared Error* (MSE) adalah 0,532 dan MAPE adalah 0,993. Sementara itu, algoritma PSO memperoleh MSE 0,531 dan MAPE 0,988. Hasil penelitian membuktikan bahwa algoritma PSO memberikan nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil dan dapat memberikan hasil yang lebih baik.

Dharma et al. (2020) telah menganalisis perbandingan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan algoritma kelelawar dalam mengoptimasi nilai parameter model ARIMA. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data

time series Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) PT. Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma PSO memberikan solusi yang lebih baik dibandingkan algoritma kelelawar. Penyelesaian yang didapat dari algoritma PSO memiliki nilai MSE sebesar 92265.4177, sedangkan algoritma kelelawar menghasilkan nilai MSE sebesar 92277.9934.

Studi yang dilakukan oleh Ihsanuddin et al. (2023) menganalisis tentang penerapan metode *Fuzzy Time Series* menggunakan algoritma PSO untuk peramalan indeks saham LQ45. Data yang digunakan adalah harga penutupan indeks saham LQ45 pada tanggal 5 Januari 2020 hingga 26 Desember 2021. Peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* menghasilkan nilai *Symmetric* MAPE sebesar 1,53%, kemudian setelah optimasi menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization*, nilai *Symmetric* MAPE menurun menjadi 1,27%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa optimasi menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada *Fuzzy Time Series* menghasilkan nilai peramalan yang lebih optimal.

Selain itu, Rahmalia (2021) menganalisis peramalan jumlah pengunjung Wisata Bahari Lamongan (WBL) menggunakan model ARIMA musiman (SARIMA) dengan optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO). Hasil simulasi menunjukkan bahwa PSO mampu menghasilkan parameter SARIMA yang optimal dengan nilai *Mean Squared Error* (MSE) yang kecil.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data harga penutupan saham yang termasuk dalam Bursa Efek Indonesia (BEI), yaitu saham REAL.JK pada periode satu tahun yaitu September 2024 sampai dengan September 2025 yang diperoleh dari *website* Yahoo Finance dan diolah menggunakan *software* RStudio.

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data berupa data harga penutupan saham PT Repower Asia Indonesia Tbk (REAL.JK) yang merupakan data runtun waktu harga penutupan harian dalam periode pengamatan tertentu. Data tersebut selanjutnya dipersiapkan melalui tahap *preprocessing* data, yang meliputi pemeriksaan data hilang dan transformasi awal untuk memastikan data dapat

digunakan dalam analisis data deret waktu (*time series*). Hasil dari tahap ini adalah data harga saham yang telah bersih.

Data hasil *preprocessing* selanjutnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk memperoleh gambaran umum karakteristik data. Setelah itu, data dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan dalam proses pembentukan dan estimasi model, sedangkan data *testing* digunakan untuk mengevaluasi kinerja peramalan. Tahap pertama pada data *training* adalah uji stasioneritas dalam rataan dan varians untuk memastikan data memenuhi asumsi stasioneritas yang diperlukan dalam pembentukan model ARIMA. Apabila data *training* belum stasioner, maka dilakukan transformasi dan/atau differencing hingga data menjadi stasioner.

Tahap berikutnya adalah identifikasi model awal ARIMA menggunakan grafik *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) pada data *training* yang telah dilakukan *differencing*. Analisis ACF dan PACF ini bertujuan untuk menentukan orde model ARIMA yang sesuai, yaitu parameter *autoregressive* (p), *differencing* (d), dan *moving average* (q).

Model ARIMA awal yang telah ditentukan kemudian diestimasi parameternya menggunakan data *training*. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter pada data *training* untuk memastikan bahwa parameter dalam model berpengaruh signifikan. Residual model kemudian dihitung dan dilakukan uji diagnostik residual pada data *training* untuk memeriksa apakah residual bersifat saling bebas dan berdistribusi normal. Apabila residual memenuhi kriteria w*hite noise*, maka model ARIMA dianggap layak digunakan. Jika tidak, maka diperlukan perbaikan atau penggunaan metode lain.

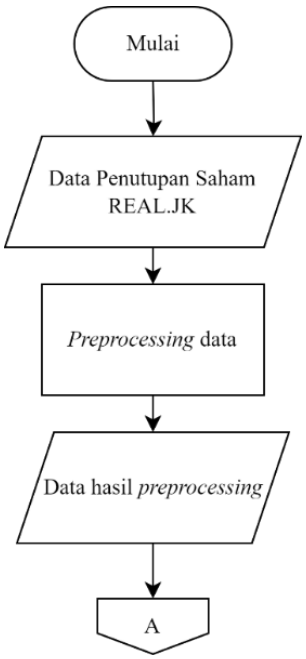
Model ARIMA yang telah memenuhi kriteria diagnostik kemudian dievaluasi menggunakan data *testing* dengan menghitung nilai kesalahan peramalan, yaitu menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil evaluasi ini digunakan sebagai dasar untuk menilai kinerja model ARIMA sebelum dilakukan optimasi.

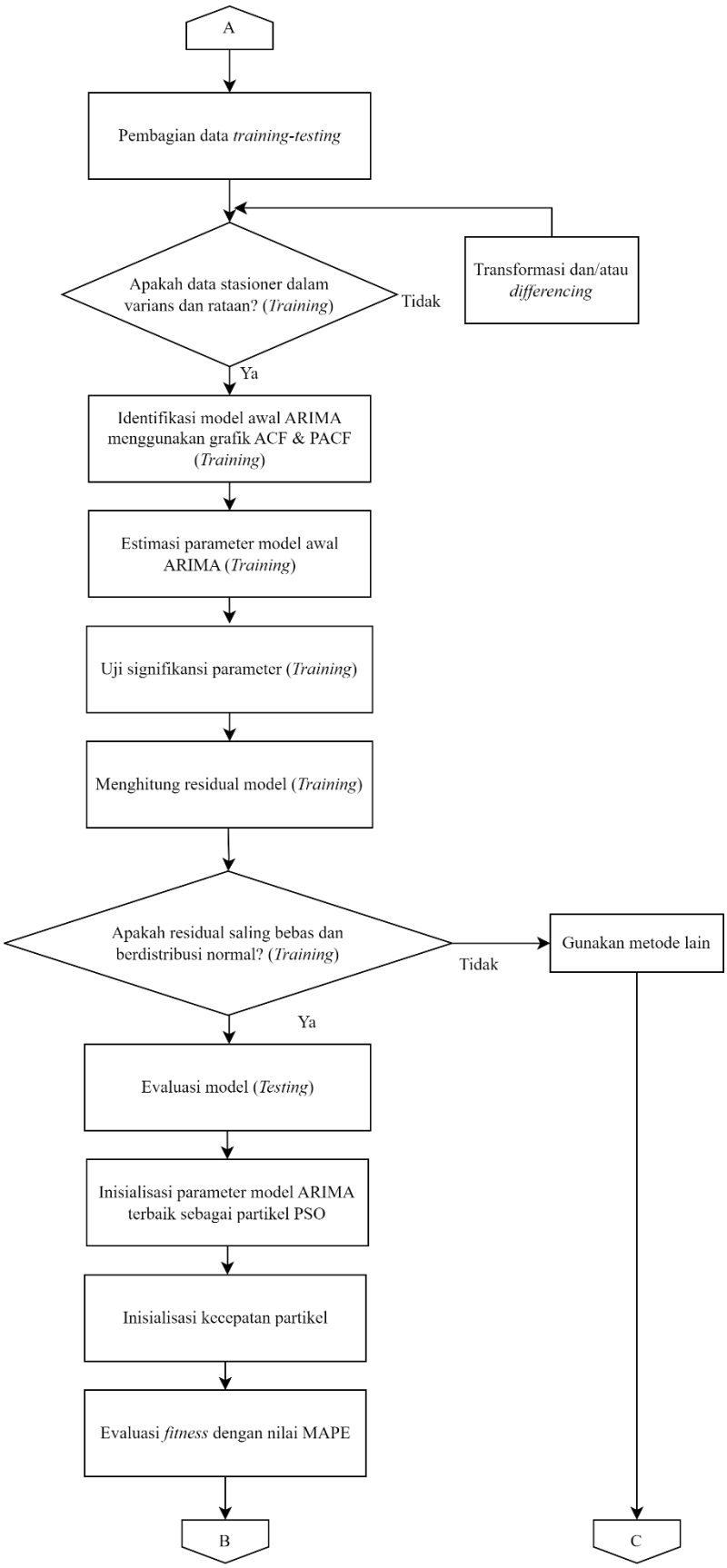
Tahap selanjutnya adalah optimasi parameter ARIMA menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Parameter ARIMA hasil estimasi awal dijadikan

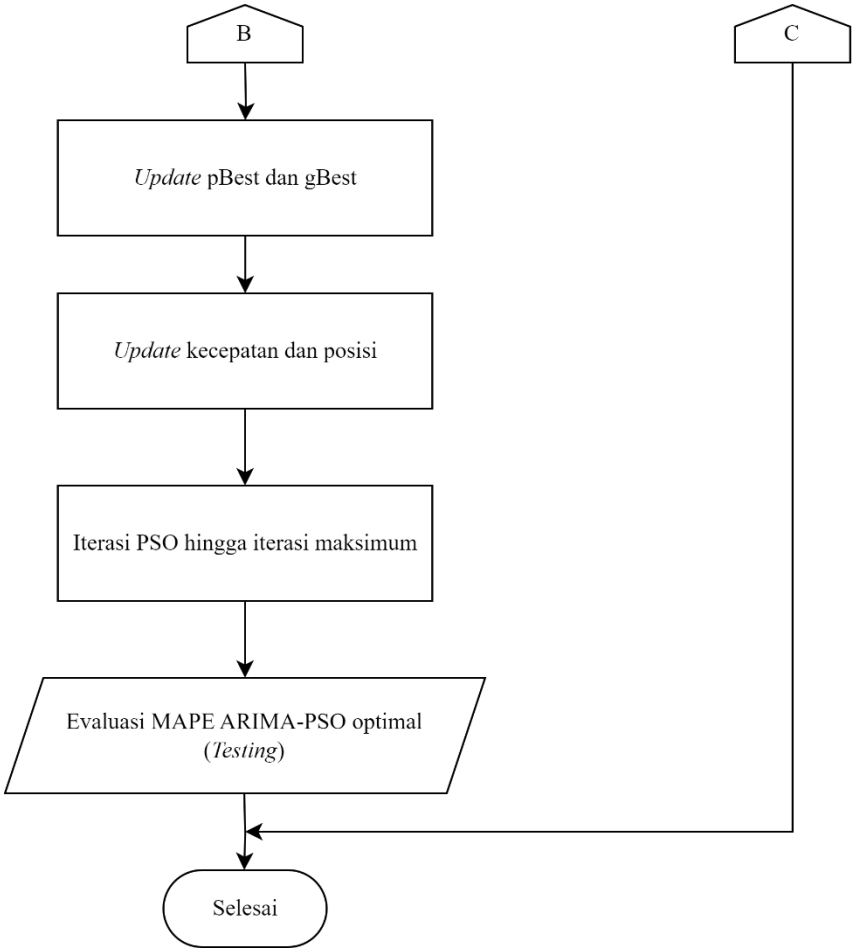
sebagai posisi awal partikel PSO, kemudian dilakukan inisialisasi kecepatan partikel. Setiap partikel dievaluasi menggunakan fungsi *fitness* berupa nilai MAPE pada data *testing*. Berdasarkan nilai *fitness* tersebut, ditentukan nilai *personal best* (*pBest*) dan *global best* (*gBest*). Selanjutnya, dilakukan pembaruan kecepatan dan posisi partikel secara iteratif hingga mencapai jumlah iterasi maksimum yang telah ditentukan.

Setelah proses optimasi selesai, diperoleh parameter ARIMA optimal hasil PSO yang digunakan untuk membentuk model ARIMA–PSO. Model ARIMA–PSO ini kemudian dievaluasi kembali menggunakan data *testing* dengan menghitung nilai MAPE. Hasil evaluasi tersebut dibandingkan dengan model ARIMA tanpa optimasi untuk menilai algoritma PSO dalam meningkatkan akurasi peramalan.

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil evaluasi dan perbandingan kinerja antara model ARIMA dan ARIMA–PSO pada saham PT Repower Asia Indonesia Tbk (REAL.JK). Seluruh tahapan penelitian ini disajikan secara sistematis dalam alur penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.




A
Pembagian data *training-testing*
Apakah data stasioner dalam varians dan rataan? (*Training*)
Tidak
Transformasi dan/atau *differencing*
Ya
Identifikasi model awal ARIMA menggunakan grafik ACF & PACF (*Training*)
Estimasi parameter model awal ARIMA (*Training*)
Uji signifikansi parameter (*Training*)
Menghitung residual model (*Training*)
Apakah residual saling bebas dan berdistribusi normal? (*Training*)
Tidak
Gunakan metode lain
Ya
Evaluasi model (*Testing*)
Inisialisasi parameter model ARIMA terbaik sebagai partikel PSO
Inisialisasi kecepatan partikel
Evaluasi *fitness* dengan nilai MAPE
B
C



Gambar 1. 1 Alur Penelitian Optimasi ARIMA-PSO