ANALISIS RISIKO MENGGUNAKAN *VALUE AT RISK* DAN *EXPECTED SHORTFALL* PADA PREDIKSI HARGA SAHAM DENGAN *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION* (STUDI KASUS: PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA TBK)

RAHILA DARA DINANTI
H1011201038

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

ANALISIS RISIKO MENGGUNAKAN *VALUE AT RISK* DAN *EXPECTED SHORTFALL* PADA PREDIKSI HARGA SAHAM DENGAN *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION* (STUDI KASUS: PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA TBK)

RAHILA DARA DINANTI
H1011201038

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

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Analisis Risiko Menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* pada Prediksi Harga Saham dengan *Geometric Brownian Motion* (Studi Kasus: PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk)
Nama Mahasiswa	: Rahila Dara Dinanti
NIM	: H1011201038
Jurusan/Program Studi	: Matematika/Matematika
Tanggal Lulus	: 26 Juni 2025
SK Pembimbing	: No. 2540/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 2 September 2024
SK Penguji	: No. 1846/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 20 Juni 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.	Nur'ainul Miftahul Huda, M.Si.
NIP. 198502172008122006	NIP. 199411142020122014

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Yundari, M.Sc.	Fransiskus Fran, M.Si.
NIP. 198310202008012012	NIP. 198804152019031014
Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.	Nur'ainul Miftahul Huda, M.Si.
NIP. 198502172008122006	NIP. 199411142020122014

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

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

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Rahila Dara Dinanti
NIM	: H1011201038
Program Studi/Jurusan	: Matematika/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 pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 26 Juni 2025



Rahila Dara Dinanti

H1011201038

Analisis Risiko Menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* Pada Prediksi Harga Saham Dengan *Geometric Brownian Motion* (Studi Kasus: PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk)

Abstrak

Prediksi harga saham digunakan oleh investor untuk memperkirakan pergerakan harga saham di masa depan, sehingga investor dapat membuat keputusan investasi yang lebih baik. Harga saham yang terus berubah secara tidak terduga mengakibatkan harga saham sulit diprediksi. Hal tersebut menyebabkan tidak pastinya nilai *return* atau keuntungan saham, sehingga dibutuhkan model matematis yang dapat memprediksi harga saham di saat waktu mendatang. Model *Geometric Brownian Motion* (GBM) mampu memprediksi harga saham periode mendatang yang didasarkan pada nilai *return* saham di masa lalu. *Return* saham adalah nilai yang menjadi acuan bagi investor dalam menentukan keuntungan. Keuntungan dari kegiatan investasi saham selalu diimbangi dengan adanya risiko. Salah satu langkah pengelolaan manajemen risiko ialah menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES). Penelitian ini bertujuan memprediksi harga saham menggunakan *Geometric Brownian Motion* (GBM) dan menghitung risiko berinvestasi saham menggunakan VaR dan ES. Penelitian ini menggunakan harga penutupan saham harian PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk periode 5 Juni 2023 sampai dengan 30 Juli 2024. Langkah-langkah yang dilakukan adalah mengumpulkan data, memprediksi harga saham, dan menghitung risiko menggunakan VaR dan ES. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa rata-rata nilai MAPE berada dibawah 10% sehingga model GBM dikategorikan sangat baik dan hasil dari nilai VaR pada tingkat kepercayaan 90%, 95%, 99% adalah 0,02186; 0,02784; 0,03903. Sedangkan nilai *Expected Shortfall* yang diperoleh dengan tingkat kepercayaan 90%, 95%, 99% adalah 0,023423; 0,028864; 0,039806. Dapat diartikan bahwa, jika investor berinvestasi pada saham AMRT dengan modal awal Rp.100.000.000 pada tingkat kepercayaan 99% terdapat kerugian senilai Rp.3.903.000.

Kata Kunci : Saham, Risiko, *Value at Risk, Expected Shortfall*

Risk Analysis Using Value at Risk and Expected Shortfall To Predict Stock Prices With Geometric Brownian Motion (Case Study: PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk)

Abstract

Stock price prediction is used by investors to estimate future stock price movement, so that investors can make better investment decisions. Unpredictable stock prices make them difficult to predict. This leads to uncertainty in stock returns, necessitating the need for a mathematical model that can predict future stock prices. The Geometric Brownian Motion (GBM) model is capable of predicting future stock prices based on past stock returns. Stock returns are the benchmark for investors in determining profits. Profits from stock investments are always offset by risks. One step in risk management is the use of Value at Risk (VaR) and Expected Shortfall (ES). This study aims to predict stock prices using Geometric Brownian Motion (GBM) and calculate the risk of stock investment using VaR and ES. This study uses the daily closing price of PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk for the period June 5, 2023, to July 30, 2024. The steps taken are collecting data, predicting stock prices, and calculating risk using VaR and ES. The results of the study obtained show that the average MAPE value is below 10% so that the GBM model is categorized as very good and the results of the VaR value at the 90%, 95%, 99% confidence level are 0.02186; 0.02784; 0.03903. While the Expected Shortfall value obtained with the 90%, 95%, 99% confidence level is 0.023423; 0.028864; 0.039806. It can be interpreted that, if an investor invests in AMRT shares with an initial capital of IDR 100,000,000 at the 99% confidence level there is a loss of IDR 3,903,000.

***Keyword** : Stock, Risk, Value at Risk, Expected Shortfall*

PRAKATA

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT, dengan segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Analisis Risiko Menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* pada Prediksi Harga Saham dengan *Geometric Brownian Motion* (Studi Kasus: PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk)"**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, terutama kepada yang saya hormati:

1. Keluarga tercinta, yaitu Bapak Purmadi dan Ibu Dahlia selaku orang tua penulis yang telah senantiasa memberikan dukungan serta doa yang tiada henti-hentinya.
2. Ibu Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc dan Ibu Nur'ainul Miftahul Huda, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukam, dan motivasi untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
3. Ibu/Bapak selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen juruan matematika dan staff pengajar lainnya yang telah memberikan banyak ilmu selama masa perkuliahan di program studi matematika.
5. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak untuk penulisan ini.

Pontianak, 2025

Rahila Dara Dinanti

DAFTAR ISI

Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xi
DAFTAR SIMBOL xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Masalah 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Tinjauan Pustaka 4
1.6 Metodologi Penelitian 5
BAB II LANDASAN TEORI 9
2.1 Investasi 9
2.2 Return Saham 10
2.3 Risiko Saham 11
2.4 Distribusi Normal 14
2.5 Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov 14
2.6 Proses Stokastik 15
2.7 Lemma Itô's 15
2.8 *Brownian Motion* 16
2.9 *Geometric Brownian Motion* (GBM) 16
2.10 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 18
2.11 *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* 19
BAB III MENGITUNG RISIKO HARGA SAHAM HASIL PREDIKSI 23
3.1. Prediksi Harga Saham PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk (AMRT) 23
3.2. Analisis Risiko Harga Saham AMRT Hasil Prediksi 27

KESIMPULAN 31
DAFTAR PUSTAKA 32
LAMPIRAN 36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Akurasi Nilai MAPE……..……...19

Tabel 3.1. Statistik Desriptif *Return* Saham *in sample*…….……...25

Tabel 3.2. Nilai *Value at Risk*…….……...28

Tabel 3.3. Nilai *Expected Shortfall*……29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Data harga *in sample* dan *out sample* AMRT……..……...24

Gambar 3.2. *Return* data *in sample* AMRT……..…….25

Gambar 3.3. Pergerakan Harga Saham Prediksi Menggunakan GBM……..…26

Gambar 3.4. Harga Saham Aktual dan Harga Saham Hasil Prediksi….……..27

Gambar 3.5. Return Hasil Prediksi……..……..28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hrga dan *Return* Saham Harian AMRT……..……....35

Lampiran 2. Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)…….……...43

Lampiran 3. Perbandingan harga saham aktual dan hasil prediksi...……...48

DAFTAR SIMBOL

R_t	: *Return* saham pada saat ke-t
$\overline{R_t}$	: Rata-rata harga saham pada saat ke-t
$S(t)$	: Harga saham pada saat ke-t
$S(t-1)$	: Harga saham pada saat $(t-1)$
$f(x)$	: Fungsi kepadatan peluang
μ	: Rata-rata atau *mean return* saham
σ	: Standar deviasi *return* saham
ε	: Bilangan acak berdistribusi normal standar
$B(t)$	: Gerak Brown Standar
n	: Jumlah data
$x(t)$	: Data ke-t
H_0	: Hipotesis nol
H_1	: Hipotesis alternatif
α	: Taraf signifikansi
D	: Statistik uji
$F(x)$	: Probabilitas kumulatif distribusi empiris
$F_0(x)$	: Probabilitas kumulatif distribusi normal
$\{X(t), t \in T\}$	: Proses stokastik
$X(t)$	: Variabel acak pada waktu ke-t
t	: Waktu
Δt	: Selang waktu perubahan harga saham
Var_α	: *Value at Risk* pada tingkat kepercayaan α
ES_α	: *Expected Shortfall* pada tingkat kepercayaan α
$\Phi^{-1}(\alpha)$	: $Z-score$ dari ringkat kepercayaan $1-\alpha$
V_0	: Modal awal investasi
R^*	: Nilai kuantil ke-α

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi pada hakekatnya merupakan penempatan sejumlah dana pada saat ini dengan harapan untuk memperoleh keuntungan dimasa mendatang (Adnyana, 2020). Terdapat dua jenis investasi, yaitu investasi terhadap aset (*real asset*) dan investasi terhadap aset finansial (*financial asset*). Investasi terhadap aset dilakukan dalam aset-aset yang berwujud nyata, seperti emas, *real estate*, dan karya seni. Investasi terhadap aset finansial dilakukan pada sektor-sektor finansial, seperti deposito, saham, obligasi, dan reksadana. Investasi terhadap aset finansial yang sedang berkembang yaitu investasi di pasar modal, dengan salah satu produk yang paling banyak diperdagangkan adalah saham (Seru dkk., 2024).

Saham merupakan tanda kepemilikan investor atas investasinya pada suatu perusahaan dan merupakan salah satu bentuk yang paling diminati karena dapat memberikan tingkat keuntungan yang menarik (Aziz dkk., 2015). Masyarakat Indonesia saat ini sudah mulai menunjukkan ketertarikan untuk melakukan investasi saham. Pada saat sekarang investasi saham bisa dilakukan dengan menggunakan aplikasi *online* yang memudahkan masyarakat untuk menanamkan modalnya agar memperoleh keuntungan jangka panjang yang diharapkan. Investor di pasar modal didominasi oleh milenial dan Gen Z, mencapai lebih dari 59% dari total investor di Indonesia. Saham menjadi salah satu investasi yang diminati oleh banyak kalangan ini karena harga yang sangat bervariasi dan relatif terjangkau. Selain itu, kemudahan teknologi dan platfrom perdagangan saham *online* telah mempermudah proses jual beli saham bagi mereka (Septiany, 2023). Harga saham yang terus berubah secara tidak terduga mengakibatkan harga saham sulit diprediksi. Hal tersebut menyebabkan tidak pastinya nilai *return* atau keuntungan saham, sehingga dibutuhkan model matematis yang dapat memprediksi harga saham saat waktu mendatang. Oleh karena itu dibutuh kan model yang mampu memprediksi harga saham periode mendatang yang didasarkan pada nilai *return*

saham di masa lalu. Proses stokastik pada model *Geometric Brownian Motion* (GBM) memungkinkan untuk memperoleh berbagai hasil prediksi, sehingga didapatkan prediksi harga saham yang mendekati harga aktual dengan akurasi tinggi (Maruddani dkk., 2022). Model *Geometric Brownian Motion* (GBM) terjadi dikarenakan adanya pergerakan bilangan acak yang mengikuti proses stokastik serta berasumsi bahwa *return* saham masa lalu berdistribusi normal (Hasanah dan Putri, 2022).

Keuntungan dari kegiatan investasi saham dapat dilihat dari dividen dan nilai *return* saham. *Return* saham adalah perubahan nilai terhadap waktu (Danielsson, 2011). Keuntungan dari kegiatan investasi saham juga selalu diimbangi dengan adanya risiko. Risiko adalah tingkat potensi kerugian yang terjadi karena hasil yang diharapkan dari investasi tidak sejalan dengan harapan (Fitaloka dkk., 2018). Terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk menganalisis risiko yaitu, Metode *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* (Zhongling dkk., 2020). *Value at Risk* atau VaR didefinisikan sebagai kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu (Jorion, 2001). VaR memiliki kelemahan yaitu tidak memperhitungkan besarnya potensi kerugian yang terjadi diluar VaR. Untuk mengatasi hal ini, maka digunakan *Expected Shortfall. Expected Shortfall* atau ES adalah *return* yang diharapkan dari suatu aset dengan syarat *return* tersebut dibawah kuantil tertentu dari distribusimya, yaitu VaR-nya. Dengan kata lain, ES didefinisikan sebagai ekspektasi dari ukuran risiko yang nilainya lebih besar dari VaR (Seru dkk., 2024).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengukur risiko menggunakan VaR dan ES diantaranya Stevel et al (2022), dalam penelitiannya dilakukan analisis risiko pasar terhadap valuta asingg USD/AMU di perbankan Indonesia menggunakan VaR dan ES. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Saepudin dkk, (2017) dengan menghitung nilai *Value at Risk* dan *Expected Shortfall* untuk mengetahui besarnya risiko pada PT. Sumber Alfaria Trijaya (AMRT) dengan menggunakan tingkat kepercayaan 90%, 95%, dan 99%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ES lebih tinggi dari nilai *Value at Risk.*

Dalam Bursa Efek Indonesia, saham-saham dikelompokkan menjadi 11 sektor saham berdasarkan industri atau bidang sektor perusahaannya. Sektor saham adalah kumpulan perusahaan yang terdaftar dan beroperasi dikelompokkan berdasarkan jenis bisnis utama yang dijalankan. Tujuan pengelompokkan sektor saham untuk memudahkan investor mengetahui kinerja perusahaan atau emiten tertentu dan dapat dibandingkan satu sama lain. Mulai 25 Januari 2021, Bursa Efek Indonesia menginformasikan klasifikasi sektor saham terbaru dan terdapat 11 sektor saham utama di Indonesia, yaitu energi, barang baku, perindustrian, barang konsumen primer, barang konsumen non-primer, kesehatan, keuangan, properti dan real-estate, teknologi, infrastruktur, dan transportasi logistk. Hingga 30 November 2022, kinerja saham-saham terlihat bervariasi, dimana sejumlah sektor mencatatkan kinerja yang baik, dan beberapa sektor lainnya sebaliknya. Salah satu dari tiga penguatan terbesar sejak awal tahun ialah sektor konsumer non-siklikal dengan *return* sebesar +12,17% (Tim Wealth Management OCBC NISP, 2022). Hingga dengan 30 Juni 2023, sektor konsumer non-siklikal masih masuk kedalam tiga penguat terbesar dengan *return* sebesar +4,94% (Bloomberg, 2023).

Industri barang konsumen primer atau konsumer non-siklikal terdiri dari perusahaan yang memproduksi atau mendistribusikan produk dan jasa yang biasanya dijual kepada konsumen, dimana merupakan barang primer/dasar. Sebagai tambahan, barang konsumsi primer adalah jenis sektor konsumsi bahan pokok yang umumnya akan tetap dibutuhkan dan dikonsumsi bahkan pada kondisi ekonomi resesi, sehingga sektor ini bersifat lebih defensif. Dilihat dari *investing.com* tiga perusahaan dengan kapitalisasi pasar tertinggi pada sektor konsumer non-siklikal ialah PT. Astra International Tbk (ASII), PT. Indofood CBP Sukses Makmur Tbk (ICBP), dan PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk (AMRT). Pada skripsi ini, akan digunakan harga saham PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk. atau AMRT untuk dibuat prediksi harga saham menggunakan metode *Geometric Brownian Motion* dan akan di analisis risiko menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall.* PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk merupakan perusahaan yang berbasis di Indonesia yang utamanya bergerak dalam pengoperasian rangkaian minimarket dan mengelola waralabanya. Gerai minimarketnya tersedia di berbagai wilayah di Indonesia. Pada

tahun 2009, PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk (AMRT) melakukan penawaran perdana di Bursa Efek Indonesia. PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk (AMRT) membagikan dividen tunai dari perolehan laba bersih tahun buku 2023 sebesar Rp. 1.19 triliun atau setara dengan Rp. 28,68 per saham.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diperoleh rumusan masalah antara lain:

a. Bagaimana prediksi harga saham PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk menggunakan *Geometric Brownian Motion* (GBM).
b. Bagaimana risiko berinvestasi pada saham harian PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk dengan menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall.*

1.3 Tujuan Masalah

Tujuan dari penelitian ini adalah:

a. Membuat prediksi harga saham PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk dengan menggunakan *Geometric Brownian Motion* (GBM).
b. Mengetahui risiko berinvestasi dari saham PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk berdasarkan nilai *Value at Risk* dan *Expected Shortfall.*

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu menggunakan data harga penutupan (*closing price*) dari saham harian PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk (AMRT). Data yang diteliti adalah data harian terhitung dari tanggal 5 Juni 2023 sampai dengan 30 Juli 2024.

1.5 Tinjauan Pustaka

Aulia, Sulistianingsih, dan Andani (2023) menggunakan *Geometric Brownian Motion* dan perhitungan nilai *Value at Risk* pada saham Bank Central Asia Tbk periode 1 November 2021 hingga 31 Desember 2022 sebanyak 290 hari perdagangan dengan estimasi kerugian maksimum untuk periode satu hari kedepan

menggunakan VaR simulasi Monte-Carlo dengan tingkat kepercayaan 80%, 90%, 95%, dan 99% berturut-turut yaitu sebesar 1,17%, 1,74%, 2,19% dan 2,86%.

Seru dan Kuddi (2024) melakukan penelitian mengukur risiko VaR dan ES pada harga minyak mentah dunia *West Texas Intermediate* (WTI). Nilai VaR yang diperoleh pada prediksi harga minyak mentah menggunakan GBM dengan tingkat kepercayaan 90%, 95%, 99% baik untuk jangka waktu 1 hari adalah 0,02836; 0,03692; 0,05298 dan untuk 5 hari adalah 0,06342; 0,08256; 0,11847. Sedangkan nilai ES yang diperoleh tingkat kepercayaan 90%, 95%, dan 99% baik untuk jangka waktu 1 hari adalah 0,04212; 0,04937; 0,06356 dan untuk 5 hari adalah 0,09419; 0,11039; 0,14212.

1.6 Metodologi Penelitian

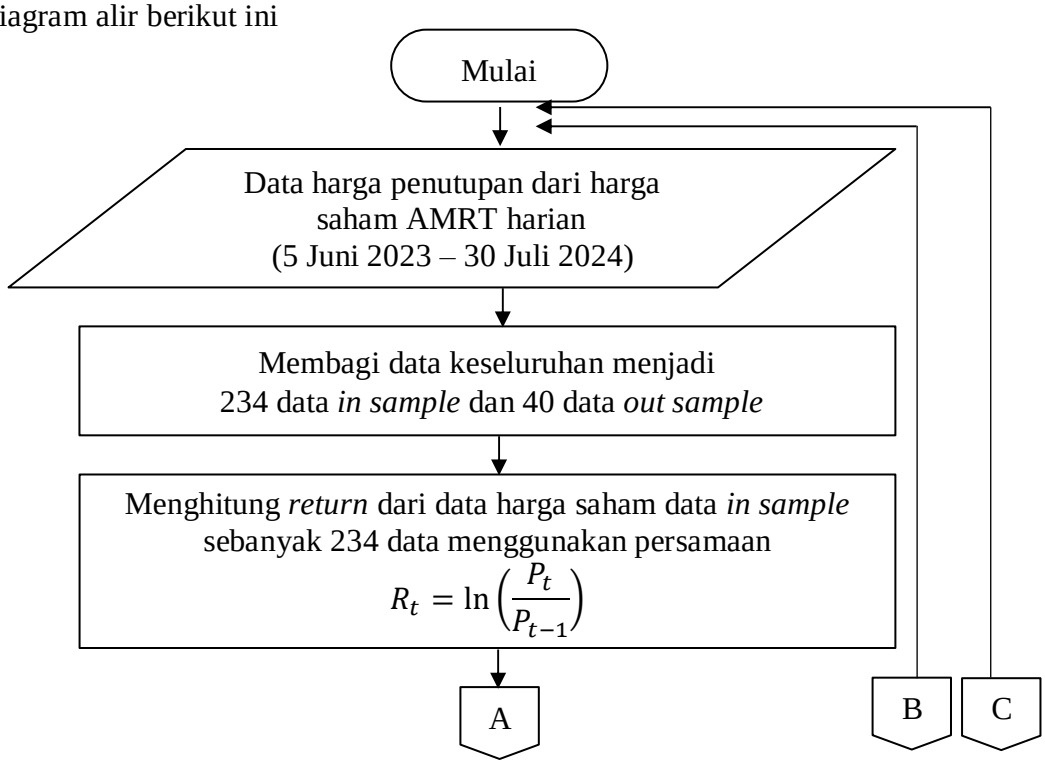
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa studi literatur dan dikombinasikan dengan aplikasi berdasarkan data yang diperoleh melalui sumber resmi. Data yang digunakan berupa data harga penutupan dari tanggal 5 Juni 2023 sampai dengan tanggal 30 Juli 2024.

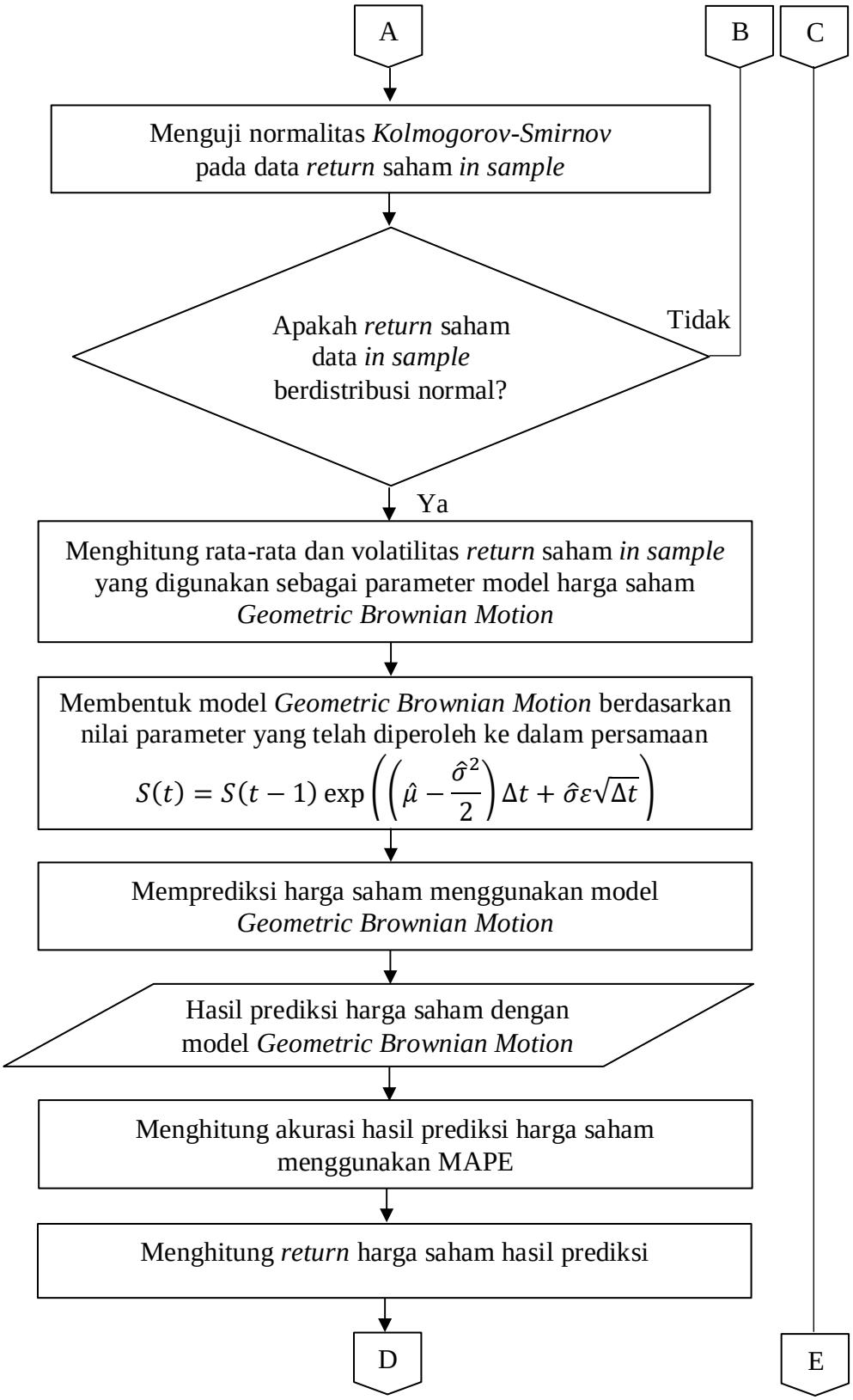
Tahapan prediksi harga saham menggunakan model *Geometric Brownian Motion* (GBM) menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) ialah melakukan pembagian data menjadi data *in sample* dan *out sample* dari total keseluruhan data yang digunakan dari harga penutupan (*closing price*) harian saham PT. Sumber Alfaria Trijaya Tbk yang diperoleh dari *yahoo finance* dengan total 276 data, yaitu sebanyak 239 data sebagai data *in sample* dan 37 data sebagai data *out sample.* Setelah itu, menghitung nilai *return* data saham *in sample* dan menguji normalitas harga saham menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov pada *return* harga saham *in sample.* Kemudian, menghitung rata-rata dan volatilitas *return* saham *in sample* yang akan digunakan sebagai parameter model harga saham *Geometric Brownian Motion* (GBM) dan membentuk model harga saham GBM berdasarkan nilai parameter model harga saham *Geometric Brownian Motion* (GBM). Langkah selanjutnya ialah memprediksi harga saham periode selanjutnya menggunakan model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dan jika sudah mendapat

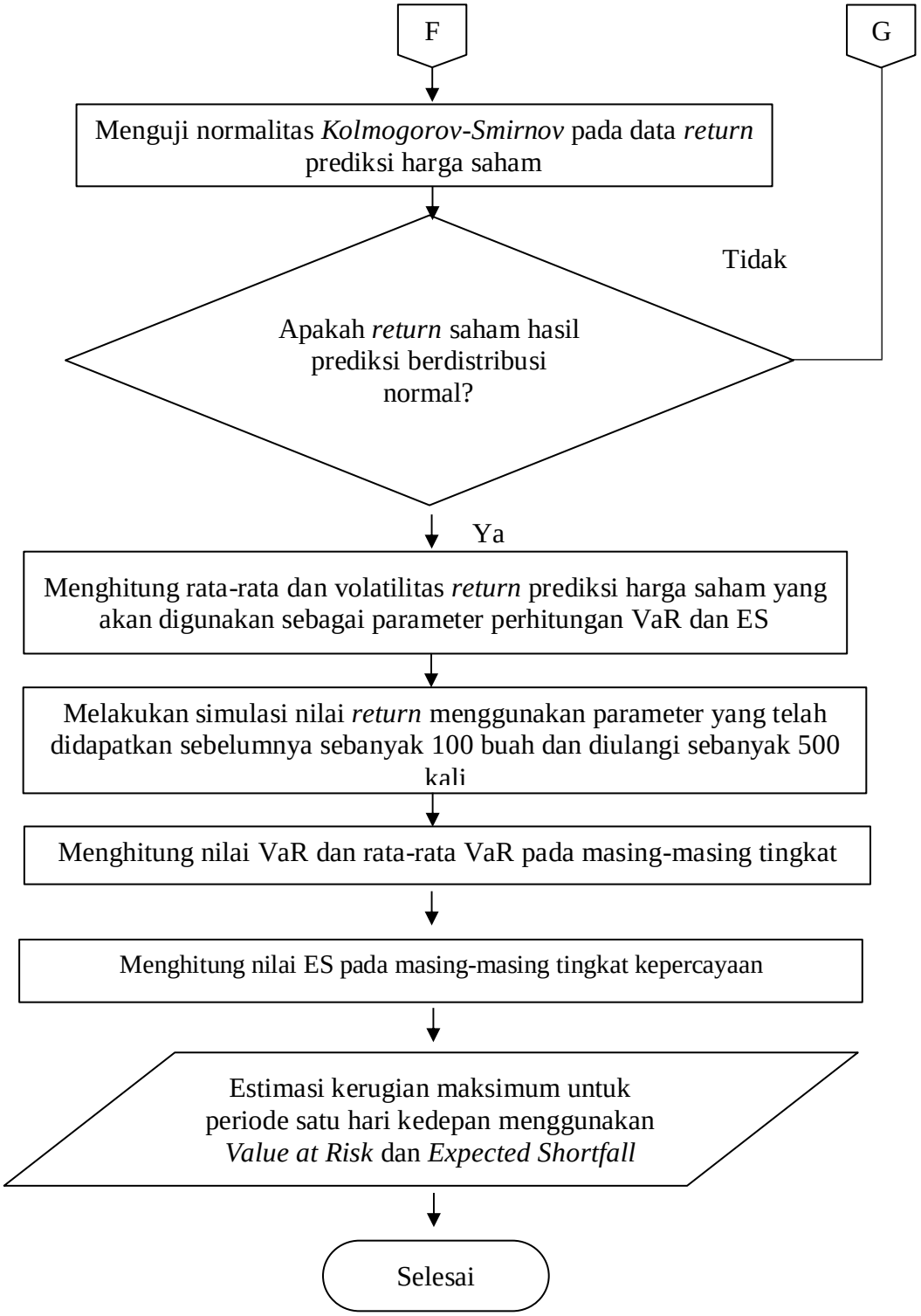
hasil prediksi harga saham periode selanjutnya maka hitung akurasi prediksi harga saham menggunakan nilai MAPE.

Tahapan analisis risiko menggunakan VaR dan ES ialah melakukan perhitungan nilai *return* prediksi harga saham dan melakukan uji normalitas data *return* hasil prediksi saham dengan menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov. Kemudian mengestimasi parameter μ dan σ yang diperoleh dari mean dan standar deviasi pada data *return* hasil prediksi dan mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan data acak berdistribusi normal menggunakan nilai estimasi parameter yang diperoleh dari langkah sebelumnya. Pada penelitian ini, data yang dibangkitkan sebanyak 100 data dan dihitung nilai VaR pada masing-masing tingkat kepercayaan. Menghitung rata-rata VaR untuk masing-masing tingkat kepercayaan yang diperoleh dari langkah sebelumnya untuk mendapatkan konsistensi nilai VaR. Setelah itu menghitung nilai *Expected Shortfall* pada masing-masing tingkat kepercayaan untuk mengetahui estimasi risiko kerugian yang lebih besar.

Langkah-langkah analisis dalam penelitian dapat dilakukan menggunakan diagram alir berikut ini




A
B
C
Menguji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* pada data *return* saham *in sample*
Apakah *return* saham data *in sample* berdistribusi normal?
Tidak
Ya
Menghitung rata-rata dan volatilitas *return* saham *in sample* yang digunakan sebagai parameter model harga saham *Geometric Brownian Motion*
Membentuk model *Geometric Brownian Motion* berdasarkan nilai parameter yang telah diperoleh ke dalam persamaan
$S(t) = S(t-1)\exp\left(\left(\hat{\mu} - \frac{\hat{\sigma}^2}{2}\right)\Delta t + \hat{\sigma}\varepsilon\sqrt{\Delta t}\right)$
Memprediksi harga saham menggunakan model *Geometric Brownian Motion*
Hasil prediksi harga saham dengan model *Geometric Brownian Motion*
Menghitung akurasi hasil prediksi harga saham menggunakan MAPE
Menghitung *return* harga saham hasil prediksi
D
E


F
G
Menguji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* pada data *return* prediksi harga saham
Tidak
Apakah *return* saham hasil prediksi berdistribusi normal?
Ya
Menghitung rata-rata dan volatilitas *return* prediksi harga saham yang akan digunakan sebagai parameter perhitungan VaR dan ES
Melakukan simulasi nilai *return* menggunakan parameter yang telah didapatkan sebelumnya sebanyak 100 buah dan diulangi sebanyak 500 kali
Menghitung nilai VaR dan rata-rata VaR pada masing-masing tingkat
Menghitung nilai ES pada masing-masing tingkat kepercayaan
Estimasi kerugian maksimum untuk periode satu hari kedepan menggunakan *Value at Risk* dan *Expected Shortfall*
Selesai