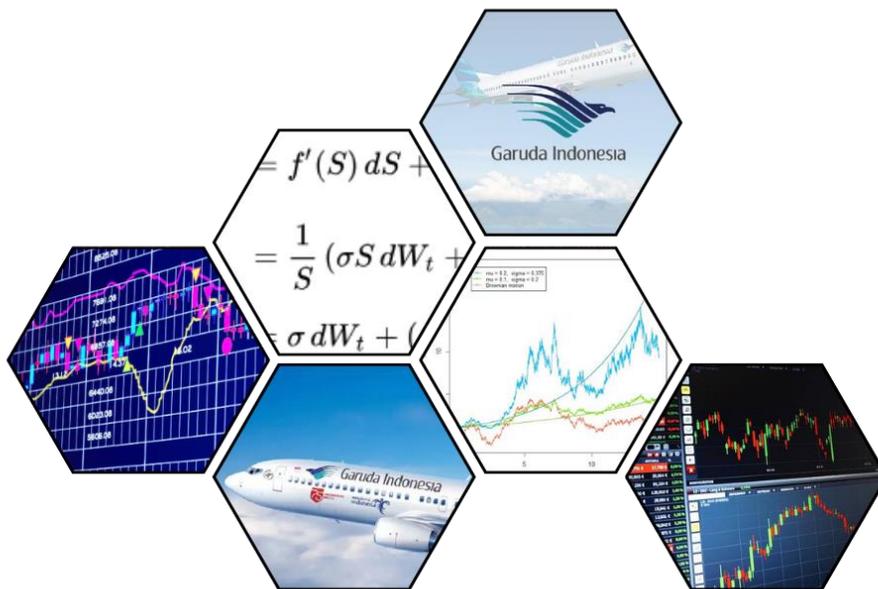


PEMODELAN *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION* DAN *VALUE AT RISK*
DALAM MENGUKUR RESIKO DAN PERAMALAN HARGA SAHAM
(Studi Kasus: Saham PT. Garuda Indonesia Persero Tbk. Tahun 2023)

GEOMETRIC BROWNIAN MOTION AND *VALUE AT RISK* MODELING IN
MEASURING RISK AND FORECASTING STOCK PRICES
(Case Study: Shares of PT. Garuda Indonesia Persero Tbk. 2023)



MUH. IRFAN SABRI
H051171006

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024



**PEMODELAN *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION* DAN *VALUE AT RISK*
DALAM MENGUKUR RESIKO DAN PERAMALAN HARGA SAHAM
(Studi Kasus: Saham PT. Garuda Indonesia Persero Tbk. Tahun 2023)**

**MUH. IRFAN SABRI
H051171006**



**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2024

PEMODELAN *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION* DAN *VALUE AT RISK*
DALAM MENGUKUR RESIKO DAN PERAMALAN HARGA SAHAM
(Studi Kasus: Saham PT. Garuda Indonesia Persero Tbk. Tahun 2023)

MUH. IRFAN SABRI
H051171006

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Statistika

Program Studi Statistika

Pada

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

PEMODELAN GEOMETRIC BROWNIAN MOTION DAN VALUE AT RISK DALAM MENGGUKUR RESIKO DAN PERAMALAN HARGA SAHAM (Studi Kasus: Saham PT. Garuda Indonesia Persero Tbk. Tahun 2023)

MUH. IRFAN SABRI

NIM. H051171006

Skripsi,
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada tanggal 05 Juli 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

PROGRAM STUDI STATISTIKA

DEPARTEMEN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.

NIP. 19620926 198702 2001

Pembimbing Pertama,

Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si.

NIP. 19731228 200003 1001

Ketua Departemen Statistika



Dr. Anna Islamyati, S.Si., M.Si.

NIP. 1974009 200501 2002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Pemodelan Geometric Brownian Motion Dan Value At Risk Dalam Mengukur Resiko Dan Peramalan Harga Saham (Studi Kasus: Saham PT. Garuda Indonesia Persero Tbk. Tahun 2023)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Ibu Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si. sebagai Pembimbing Pertama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang 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 skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas pembuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 05 Juli 2024



MUH. IRFAN SABRI
NIM. H051171006

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur hanya milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang tak terhingga. Shalawat dan salam tercurah kepada Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam, beserta keluarga, para sahabat, dan seluruh umat yang mengikuti jejaknya hingga hari kiamat. Dengan berkat rahmat dan kemudahan dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala, penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul " Pemodelan Geometric Brownian Motion Dan Value At Risk Dalam Mengukur Resiko Dan Peramalan Harga Saham (Studi Kasus: Saham Pt. Garuda Indonesia Persero Tbk. Tahun 2023" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si., sebagai pembimbing utama, dan Bapak Andi Kresna Jaya, S.Si., M.Si., sebagai pembimbing pertama, yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pikirannya di tengah kesibukannya. Panduan, dorongan, motivasi, dan kemudahan yang diberikan sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu Prof. Dr. Nurtiti Sanusi, S.Si., M.Si., dan Bapak Siswanto, S.Si., M.Si., sebagai tim penguji, yang telah memberikan kritikan konstruktif dan arahan berharga dalam penyempurnaan tesis ini, serta meluangkan waktunya. Penulis dengan tulus menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada kedua orang tua penulis, Bapak Fatahuddin Dg. Ngunjung dan Ibu Kasmianti Dg. Bulan, atas dukungan dan doa yang tiada henti. Terima kasih juga kepada Arfan, Dela, Aan, dan juga Shafa atas dorongan dan dukungan yang tiada henti selama proses ini sangat berarti bagi penulis, serta keluarga besar penulis atas doa dan dukungannya selama ini. Spesial terima kasih kepada istri penulis, Cici Novianti Achmad serta mertua dan Sahabat baik, Abd. Rahman atas waktu dan dukungan yang diberikan. Terima kasih pula untuk semua bantuan, arahan, nasihat, dan motivasi yang telah diberikan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini, serta untuk kebersamaan yang penuh suka dan duka. Dan untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak kekurangan. Dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada.

Makassar, 05 Juli 2024

Muh. Irfan Sabri

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur risiko dan meramalkan harga saham PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk dengan menggunakan model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dan *Value at Risk* (VaR). Metode GBM digunakan untuk menguji keakuratan nilai harga saham berdasarkan nilai *return* saham periode sebelumnya, sementara VaR digunakan untuk mengukur risiko kerugian maksimum saham secara statistik. Dalam penelitian ini, pengukuran VaR melibatkan simulasi *Monte Carlo* untuk mengukur nilai VaR dan *backtesting* untuk menguji keakuratan nilai VaR yang dihasilkan dengan menghitung nilai rasio pelanggaran. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data sekunder yang diperoleh dari *Yahoo finance* berupa harga saham harian PT. Garuda Indonesia selama periode 2 Januari 2023 hingga 29 Desember 2023. Adapun analisis data dilakukan dengan melakukan uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, metode *Geometric Brownian Motion* untuk menghitung prediksi harga saham, Metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menghitung *error* prediksi harga saham, metode Simulasi *Monte Carlo* untuk menghitung nilai VaR harga saham prediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil peramalan harga saham PT Garuda Indonesia (Persero) Tbk dengan menggunakan model GBM mengalami fluktuasi setiap harinya. Selain itu, hasil prediksi harga saham dengan metode GBM menghasilkan nilai MAPE sebesar 4.827189% yang berarti model GBM sangat baik digunakan untuk meramalkan harga saham. Adapun hasil estimasi VaR pada harga saham PT Garuda Indonesia (Persero) Tbk. menggunakan metode simulasi Monte Carlo dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dapat dilakukan dengan semua nilai probabilitas pelanggaran sehingga dapat digunakan sebagai patokan dalam perhitungan kerugian yang akan ditanggung oleh investor.

Kata Kunci: Geometric Brown Motion (GBM), Value at Risk, Harga Saham

ABSTRACT

This research aims to measure risk and predict the share price of PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk using the Geometric Brownian Motion (GBM) and Value at Risk (VaR) models. The GBM method is used to test the accuracy of share price values based on the previous period's share return value, while VaR is used to measure the risk of maximum stock loss statistically. In this research, VaR measurement involves Monte Carlo simulation to measure the VaR value and backtesting to test the accuracy of the VaR value produced by calculating the violation ratio value. The data used in this research is secondary data obtained from Yahoo finance in the form of daily share prices of PT. Garuda Indonesia for the period 2 January 2023 to 29 December 2023. Data analysis was carried out by carrying out a normality test using the Kolmogorov-Smirnov test, the Geometric Brownian Motion method for calculating stock price predictions, the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) method for calculating stock price prediction errors, Monte Carlo Simulation method for calculating predicted stock price VaR values. The research results show that the results of forecasting the share price of PT Garuda Indonesia (Persero) Tbk using the GBM model fluctuates every day. Apart from that, the results of stock price predictions using the GBM method produce a MAPE value of 4.827189%, which means the GBM model is very good for predicting stock prices. The VaR estimation results on the share price of PT Garuda Indonesia (Persero) Tbk. using the Monte Carlo simulation method with a confidence level of 95%, it can be carried out with all violation probability values so that it can be used as a benchmark in calculating losses that will be borne by investors.

Keywords: Geometric Brown Motion (GBM), Value at Risk, Stock Prices

DAFTAR ISI

SAMPUL 1	i
SAMPUL 2	ii
SAMPUL 3	iii
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Teori	3
1.5.1 Data Deret Waktu.....	3
1.5.2 Peramalan (forecasting)	4
1.5.3 Saham dan Harga Saham.....	4
1.5.4 Return Saham	5
1.5.5 Distribusi Normal.....	5
1.5.6 Distribusi Lognormal	5
1.5.7 Uji Normalitas Kolmogorov – Smirnov	5
1.5.8 Volatilitas.....	6
1.5.9 Proses Stokastik	6
1.5.10 Gerak Brown	6
1.5.11 Persamaan Diferensial Stokastik.....	7

1.5.12	Teorema <i>Ito</i>	7
1.5.13	Model Harga Saham Geometric Brownian Motion (GBM)	7
1.5.14	MAPE (Mean Absolute Percentage Error)	8
1.5.15	<i>Value at Risk</i> Metode Simulasi Monte Carlo.....	9
1.5.16	Backtesting	9
BAB II METODE PENELITIAN.....		11
2.1	Sumber Data.....	11
2.2	Variabel Penelitian	11
2.3	Metode Analisis.....	11
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN		12
3.1	Karakteristik Data	12
3.2	Perhitungan <i>Return</i> Saham.....	13
3.3	Uji Normalitas Data <i>In Sample Return</i> Saham.....	14
3.4	Estimasi Parameter model Harga Saham <i>Geometric Brownian Motion</i> PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.....	15
3.5	Model <i>Geometric Brownian Motion</i> Harga Saham PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.	16
3.6	Prediksi Harga Saham PT. Garuda Indonesia Tbk.....	16
3.7	Evaluasi Keباikan Model	19
3.8	Permalan Harga Saham PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.	20
3.9	Uji Normalitas <i>Return</i> Saham Prediksi PT. Garuda Indonesia Tbk..	21
3.10	<i>Value at Risk</i> Harga Saham Prediksi dengan Metode Simulasi <i>Monte Carlo</i>.....	21
3.10.1	Penentuan Window Testing.....	22
3.10.2	Estimasi Nilai Parameter <i>Return</i> Saham	22
3.10.3	Simulai Nilai <i>Return</i> Saham dengan Simulasi Monte Carlo	23
3.10.4	Estimasi Kerugian Maksimum (R^2)	23
3.10.5	Menghitung nilai Value at Risk Metode Simulasi Monte Carlo	23
3.10.6	Evaluasi Nilai <i>Value at Risk</i> Pada Saham PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.....	25

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
4.1 Kesimpulan	27
4.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN	31

DAFTAR TABEL

nomor	halaman
1. 2.1	Skala Penilaian Akurasi MAPE
2. 3.1	Statistika Deskriptif Harga Saham
3. 3.2	Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> Data <i>Return</i> saham GIIA.JK
4. 3.3	Harga Aktual dan Prediksi Saham PT. Garuda Indonesia
5. 3.4	Harga Peramalan Harga Saham Periode Januari 2024
6. 3.5	Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> Data <i>Return</i> saham prediksi
7. 3.6	Pembagian Window dan Window <i>Testing</i>
8. 3.7	Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi <i>Return</i> Saham Window
9. 3.8	Nilai <i>Value at Risk</i> Harga Saham Prediksi <i>Testing Window</i>
10. 3.9	Perhitungan Jumlah Pelanggaran Nilai <i>Value at Risk</i>
11. 3.10	Resiko Pelanggaran Value at Risk dengan Simulasi Monte Carlo

DAFTAR GAMBAR

nomor	halaman
1. 3.1 <i>Time Series Plot</i> Harga Penutupan saham GIAA.JK	
2. 3.2 <i>Time Series Plot return</i> saham Harian Periode Januari-Desember 2023	
3. 3.3 Perbandingan harga Aktual dan prediksi harga saham periode 15 september-29 desember 2023	

DAFTAR LAMPIRAN

nomor

halaman

1. Data Harga Saham dan *Return* sahan PT. Garuda Indonesia Tbk.
2. Perhitungan *Mean Absolute Percentage Error*
3. Sintaks Program *Software R* Model *Geometric Brownian Motion*
4. Sintaks Program *Software R* *Mean Absolute Percentage Error*
5. Sintaks Program *Software R* *Value at Risk*
6. Sintaks Program *Software R* Uji *backtesting* estimasi *Value at Risk*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi merupakan salah satu cara yang umum digunakan oleh individu dan perusahaan untuk meningkatkan kekayaan mereka dalam jangka panjang. Investasi merupakan salah satu kegiatan yang cukup diminati oleh masyarakat Indonesia. Investasi yang banyak menarik minat investor khususnya di bidang finansial adalah investasi di pasar modal. Salah satu surat berharga yang paling banyak diperdagangkan di pasar modal adalah saham.

Keputusan investor untuk berinvestasi saham didasari oleh keinginan untuk memperoleh keuntungan. Keuntungan berinvestasi saham dapat dilihat dari besarnya return saham. Harga saham sering mengalami perubahan yang sulit diprediksi, sehingga berakibat pada tidak pastinya nilai return saham, untuk itu diperlukan suatu model matematis untuk memprediksi harga saham di masa yang akan datang berdasarkan data harga saham yang masa lalu. Dalam upaya ini, banyak metode dan pendekatan telah dikembangkan untuk membantu mengoptimalkan keputusan investasi. Salah satu metode yang sering digunakan adalah Analisis Deret Waktu.

Analisis Deret Waktu adalah suatu pengamatan yang dibangun berurutan dalam waktu. Analisis ini dilakukan untuk memperoleh pola data deret waktu, dengan menggunakan pengamatan sebelumnya untuk memprediksi suatu nilai pada masa yang akan datang. Data yang dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu, baik dalam jam, hari, minggu, bulan, maupun dalam tahun. Lebih lanjut, akan dilakukan prediksi (*forecasting*) melibatkan pengamatan data masa lalu dan menempatkannya ke masa mendatang dalam suatu bentuk matematis. (Atman Maulana, 2018)

Masalah peramalan biasanya dikategorikan sebagai jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang. Masalah peramalan jangka pendek hanya melibatkan peramalan peristiwa untuk periode waktu tertentu (hari, minggu, bulan) di masa depan. Perkiraan jangka menengah telah diperluas hingga dua tahun kedepan, sedangkan prakiraan jangka panjang dapat diperluas lebih lanjut dalam beberapa tahun ke depan. Dari deret waktu ini terlihat bahwa perkembangan peristiwa, peristiwa atau variabel mengikuti hukum tertentu. Kecenderungan data deret waktu bergerak dalam satu arah (naik atau turun) dalam jangka waktu yang lama disebut trend. Trend biasanya digambarkan dengan garis lurus atau kurva halus.

Peramalan trend adalah metode yang kompleks. Tapi itu berguna untuk melihat bagaimana untuk mengembangkan penjualan atau pertumbuhan pasar dari waktu ke waktu, untuk menentukan kemungkinan trend dalam data dan menggunakan informasi ini untuk memprediksi apa yang mungkin terjadi di masa depan. Spesialis pemasaran biasanya menggunakan peramalan trend untuk membantu mengidentifikasi potensi pertumbuhan dan pengembangan penjualan di masa depan. Estimasi tersedia di banyak bidang bisnis dan periksa konsep terkait penjualan yang dapat membantu anda mempelajari tentang strategi ini. Prediksi trend adalah tindakan atas dasar apa membentuk gambaran perkembangan bisnis ke depan ini telah terjadi di masa lalu.

Peramalan trend adalah peramalan kuantitatif, yang berupa data prakiraan didasarkan pada angka nyata dan konkret dari masa lalu. Masalah ini menggunakan data deret waktu, yaitu data yang nilainya diketahui pada titik tertentu waktu yang berbeda. Biasanya, data numerik ini diplot pada grafik dengan sumbu x horizontal digunakan untuk memplot waktu, seperti tahun, dan data y digunakan untuk merencanakan informasi yang ingin diramalkan, misalnya angka penjualan, volume orang, jumlah barang yang terjual. Ada beberapa jenis pola yang cenderung muncul pada grafik deret waktu (Bhayangkara & Raya, t.t.).

Peramalan *forecasting* adalah suatu kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara ilmiah (Dhone, 2010). Metode *Geometric brownian Motion* (GBM) merupakan model stokastik waktu kontinu yang dapat digunakan untuk meramalkan harga saham. Model GBM mengasumsikan bahwa *return* saham di masa lalu berdistribusi normal. Pada umumnya pergerakan harga saham memiliki pola fluktuasi yang sulit untuk prediksi dan bersifat *random walk*. Model GBM mampu menangkap sifat *random walk* pada data pergerakan harga saham lebih baik dibandingkan metode lainnya (Fama, 2007). Metode GBM secara komputasi tidak memerlukan waktu yang lama seperti peramalan lainnya tetapi dapat menghasilkan nilai akurasi lebih baik (Purnaningrum, 2018).

Harga saham adalah harga per lembar saham yang berlaku di pasar modal dan merupakan cerminan bagi suatu perusahaan terkait akan pengelolaan yang baik oleh manajemen sehingga bisa menciptakan keuntungan dan mampu memenuhi tanggung jawab kepada pemilik, karyawan, masyarakat dan pemerintah (*stakeholders*). Transaksi jual beli harga saham merupakan salah satu bentuk investasi favorit yang dilakukan oleh banyak investor, karena mendapatkan keuntungan yang menjanjikan. Dalam dasar pengambilan keputusan oleh para investor, data yang ada di area pasar modal baik ekonomi maupun non-ekonomi menjadi salah satu aspek yang memastikan naik turunnya harga saham. Fluktuasi harga saham menjadi atensi untuk para investor sebab harga saham mencerminkan kinerja suatu perusahaan atau industri. Dalam hal ini investor pasti memilih investasi yang mendapatkan keuntungan baginya dengan resiko atau tingkat kegagalan yang kecil (Rusyida & Pratama, 2020).

Investasi saham selain dapat memberikan keuntungan, juga mengandung unsur risiko. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur risiko adalah *Value at Risk*, *Value at Risk* dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu tertentu.

Andhika dan Lienda (2023) dalam penelitiannya tentang Pemodelan Harga Saham Dengan Metode Geometric Brownian motion PT Kalbe Farma Tbk. Menyatakan bahwa menggunakan metode Geometric Brownian motion (GBM) menghasilkan data prediksi yang memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dengan aktualnya. Aditya dan Yanuar (2023) meneliti tentang Prediksi Harga Komoditas gas Alam menggunakan Model brownian Motion dan Geometric brownian Motion dan memperoleh hasil prediksi nilai MAPE dibawah 0.9%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa prediksi menggunakan kedua buah metode tersebut cukup akurat dalam memprediksi harga untuk gas alam.

Berdasarkan beberapa penelitian diatas, maka peneliti akan menggunakan metode Geometric Brownian Motion (GBM) untuk menguji mengenai keakuratan nilai harga saham berdasarkan nilai return saham periode sebelumnya serta melakukan pengukuran value at Risk harga saham prediksi menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Kemudian untuk menguji akurasi nilai VaR yang dihasilkan, dilakukan uji backtesting dengan menghitung nilai rasio pelanggaran. Pada penelitian ini, saham yang dianalisis adalah saham PT. Garuda Indonesia (PERSERO) Tbk periode 2 januari 2023 sampai dengan 29 desember 2023.

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Batasan waktu: Penelitian ini hanya akan memperhitungkan data harga saham Garuda Indonesia dalam kurun waktu tertentu. Misalnya, penelitian ini hanya akan memperhitungkan data harga saham selama 1 tahun terakhir.
2. Batasan model: Penelitian ini akan menggunakan model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dan *Value at Risk* (VaR) untuk memprediksi harga saham Garuda Indonesia. Namun, penelitian ini tidak akan mempertimbangkan model-model lain seperti Analisis Teknis atau Analisis Fundamental dalam memprediksi harga saham.
3. Batasan sumber data: Penelitian ini hanya akan menggunakan data harga saham Garuda Indonesia dari sumber tertentu, seperti Bloomberg atau Yahoo Finance. Sumber data lain yang mungkin memiliki perbedaan data atau metode pengumpulan data tidak akan digunakan dalam penelitian ini.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pemodelan *Geometric Brownian Motion* dan *Value at Risk* dalam meramalkan harga saham PT. GARUDA INDONESIA (PERSERO) Tbk.
2. Untuk mengetahui hasil peramalan harga saham dan risiko kerugian saham PT. GARUDA INDONESIA (PERSERO) dalam periode 1 bulan depan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai penerapan ilmu statistika dalam kehidupan sehari-hari mengenai peramalan harga saham dan nilai resiko dengan menggunakan analisis *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION* dan *VALUE AT RISK*.
2. Menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait dengan harga saham PT. GARUDA INDONESIA (PERSERO) Tbk. dalam investasi.

1.5 Teori

1.5.1 Data Deret Waktu

Data deret waktu (time series) data yang diamati dan diukur selama periode waktu tertentu berdasarkan rentang waktu yang sama. Secara umum, data deret waktu dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu stasioner dan non-stasioner. Data deret waktu dikatakan stasioner jika memiliki rata-rata dan varian yang konstan dari waktu ke waktu. Secara garis besar, pola data deret waktu meliputi pola data horizontal, pola data musiman, pola data siklis, dan pola data trend. Pola data horizontal terjadi ketika data berfluktuasi di sekitar penjualan rata-rata yang konstan. Pola data musiman terjadi ketika rangkaian dipengaruhi oleh faktor musiman, seperti data produksi tanaman musiman. Pola data siklis terjadi ketika data dipengaruhi pada fluktuasi ekonomi jangka panjang, seperti yang terkait dengan siklus bisnis. Pola data trend terjadi ketika data meningkat atau menurun dalam jangka waktu yang lama.

1.5.2 Peramalan (forecasting)

Peramalan (*forecasting*) adalah kegiatan memprediksi apa yang akan terjadi di masa depan. Peramalan diperlukan dalam banyak situasi. Peramalan memainkan peran penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan. Hasil dari perencanaan dan pengambilan keputusan sangat bergantung pada keakuratan ramalan. Suatu peramalan (*forecasting*) akan selalu tetap berupa peramalan yang tentunya masih mengandung faktor error, sehingga penting untuk selalu berusaha meminimalisasi error saat melakukan peramalan.

Peramalan merupakan masalah penting dalam berbagai bidang, antara lain ekonomi, bisnis, pemerintahan, pendidikan, pertanian, lingkungan, kesehatan, dll. Peramalan secara umum dibagi menjadi tiga jenis, yaitu peramalan jangka pendek, peramalan jangka menengah, dan peramalan jangka panjang. Peramalan jangka pendek hanya memprediksi peristiwa dalam jangka waktu tertentu (hari, minggu, bulan). peramalan jangka menengah memperkirakan satu hingga dua tahun ke depan. Peramalan jangka panjang memprediksi apa yang akan terjadi beberapa tahun ke depan.

Ada dua metode peramalan, yaitu metode peramalan kuantitatif dan metode peramalan kualitatif. Metode peramalan kuantitatif meliputi model regresi, metode smoothing, model ARIMA *box-jenkins*, dan berbagai model lainnya, termasuk model regresi dinamis, *neural networks*, dan autoregresi vektor. Peramalan dengan metode kualitatif merupakan teknik peramalan yang lebih mengandalkan penilaian dan intuisi daripada pengolahan data historis masa lalu.

1.5.3 Saham dan Harga Saham

Saham merupakan surat berharga sebagai bukti penyertaan atau kepemilikan inidividu maupun institusi dalam suatu perusahaan (Hadi, 2013). Berdasarkan Anoraga dan Pakarti (2001), harga saham didefinisikan sebagai harga pada pasar riil. Harga ini tidaklah statis, melainkan fluktuatif atau terus berubah-ubah setiap harinya. Kenaikan atau penurunan harga saham dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kinerja Perusahaan, kondisi ekonomi. Permintaan dan penawaran, serta faktor psikologis.

1.5.4 Return Saham

Berdasarkan Ruppert (2011), return adalah tingkat pengembalian atas hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi. Analisis sekuritas umumnya menggunakan geometric return. Metode geometric return diformulasikan sebagai berikut:

$$R_t = \left(\frac{P_t(P_{t-1})}{(P_{t-1})} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

R_t = Return Saham Harian

P_t = Harga penutupan saham pada periode t

(P_{t-1}) = Harga penutupan saham pada periode t-1

1.5.5 Distribusi Normal

Menurut Bain dan Engelhardt (1992), sebuah variabel random X disebut mengikuti Distribusi Normal dengan mean μ dan variansi σ^2 jika memiliki fungsi kepadatan peluang:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2)$$

untuk " $-\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty$ " dan $0 < \sigma < \infty$, dapat dilambangkan dengan $X \sim N(\mu, \sigma^2)$.

1.5.6 Distribusi Lognormal

Berdasarkan Ginos (2009), fungsi kepadatan peluang untuk distribusi lognormal ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi\sigma^2)} y} \exp \left[-\frac{\ln(y)-\mu}{2\sigma^2} \right] \quad (3)$$

Untuk $y > 0, -\infty < \mu < \infty$ dan $0 < \sigma < \infty$, dapat dilambangkan dengan $X \sim LN(\mu, \sigma^2)$.

1.5.7 Uji Normalitas Kolmogorov – Smirnov

Menurut Daniel (1989), Prosedur uji Kolmogorov-Smirnov untuk menguji normalitas suatu data adalah sebagai berikut :

1. Hipotesis
 $H_0 : F(x) = F_0(x)$
 $H_1 : F(x) \neq F_0(x)$
2. Taraf signifikansi : α
3. Statistik Uji :

$$D = \sup |F_0(x) - F(x)|$$

Dengan : $F_0(x)$ = Probabilitas kumulatif distribusi Normal.

$F(x)$ = Probabilitas kumulatif distribusi empiris

4. Kriteria penolakan :

H_0 ditolak apabila nilai $D >$ kuantil $1-\alpha$ table uji Kolmogorov Smirnov, atau nilai p-value $< \alpha$.

1.5.8 Volatilitas

Menurut Maruddani dan Purbowati (2009), volatilitas merupakan besarnya harga fluktuasi dari sebuah asset. Jika terdapat n (jumlah observasi) *return*, maka nilai ekspektasi *return* dapat diestimasi dengan rata-rata sampel (sampel mean) *return* :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (4)$$

Return rata-rata kemudian digunakan untuk mengestimasi variansi tiap periode yaitu:

$$S^2 = \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2 \quad (5)$$

Akar variansi (standar deviasi) merupakan estimasi nilai volatilitas harga saham.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (6)$$

1.5.9 Proses Stokastik

Menurut Taylor dan Karlin (1998), proses stokastik adalah himpunan variabel random $\{X(t), t \in T\}$ dengan t menyatakan waktu dan $X(t)$ menyatakan proses pada waktu t . Himpunan T disebut himpunan indeks dari suatu proses stokastik. Jika himpunan T adalah suatu interval waktu $t \in (0, \infty)$, maka proses stokastik dikatakan sebagai proses stokastik waktu kontinu dan dinyatakan dalam bentuk $\{X(t), t \geq 0\}$.

1.5.10 Gerak Brown

1. Gerak Brown

Menurut Dmouj (2006), suatu proses stokastik $\{W(t), t \in T\}$ disebut sebagai Gerak Brown jika memenuhi beberapa kriteria berikut :

- I. $W(0) = 0$ (dengan probabilitas 1)
- II. Untuk $0 \leq s \leq t \leq T$, variabel acak yang diberikan oleh perubahan $W(t) - W(s)$ berdistribusi Normal dengan mean 0 dan variansi $\sigma^2(t - s)$
- III. Untuk $0 \leq s < t < u < v \leq T$, perubahan $W(t) - W(s)$ dan $W(v) - W(u)$ saling bebas.

2. Gerak Brown Standar

Menurut Higham (2001), suatu proses stokastik $\{W(t), t \in T\}$ dikatakan sebagai Gerak Brown standar jika proses tersebut memenuhi beberapa kriteria berikut:

- I. $W(0) = 0$ (dengan probabilitas 1)
- II. Untuk $0 \leq s \leq t \leq T$, variabel acak yang diberikan oleh perubahan $W(t) - W(s)$ berdistribusi Normal dengan mean 0 dan variansi $t - s$, atau secara ekuivalen $W(t) - W(s) \sim N(0,1)$, dengan $N(0,1)$ menotasikan distribusi Normal dengan mean 0 dan variansi 1.

- III. Untuk $0 \leq s < t < u < v \leq T$, perubahan $W(t) - W(s)$ dan $W(v) - W(u)$ saling bebas.
3. Gerak Brown dengan Suku *Drift*
Berdasarkan Dmouj (2006), Gerak Brown dengan suku *drift* mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$B(t) = \mu(t) + \sigma W(t) \quad (7)$$

dengan $\mu(t)$ adalah nilai rata – rata dan σ adalah nilai standar deviasi proses t . $W(t) = Z\sqrt{t}$ Z adalah bilangan random berdistribusi Normal Standar.

4. Gerak Brown Geometri

Menurut Dmouj (2006) Jika diberikan model Gerak Brown dengan suku *drift* $B(t) = \mu^*(t) + \sigma W(t)$; $t \geq 0$ dengan parameter *drift* $\mu^*(t) = \mu - \frac{1}{2}\sigma^2$, parameter variansi σ^2 , dan $W(t)$ adalah gerak Brown yang dimulai pada $W(0) = 0$. Pada pemodelan harga saham, proses stokastik $\{P(t); t \geq 0\}$ disebut gerak Brown Geometri jika $B(t) = \ln \frac{p(t)}{p(t-1)}$, dengan $B(t)$ adalah *return* saham pada waktu ke – t .

1.5.11 Persamaan Diferensial Stokastik

Menurut Higham (2001), Persamaan Diferensial Stokastik memiliki bentuk sebagai berikut :

$$dX(t) = f(X(t)) dt + g(X(t))dW(t) \quad (8)$$

untuk $t \in [0, T]$, nilai awal $X(0) = X_0$. Suku $f(X(t)) dt$ merupakan suku *drift*, dengan $f(X(t))$ adalah koefisien *drift*. Sedangkan $g(X(t)) dW(t)$ adalah suku difusi, dengan $g(X(t))$ adalah koefisien difusi. $W(t)$ merupakan gerak Brown Standar.

1.5.12 Teorema $It\hat{o}$

Berdasarkan Hull (2009), jika terdapat variabel $X(t)$ yang mengikuti proses $It\hat{o}$ dengan persamaan :

$$dX(t) = \mu(X, t)dt + \sigma(X, t)dW(t) \quad (9)$$

dengan $W(t)$ merupakan Gerak Brown serta nilai μ dan σ adalah parameter dari X dan t , teorema $It\hat{o}$ menyebutkan bahwa, jika terdapat fungsi $G = G(X, t)$, maka fungsi G akan mengikuti persamaan berikut :

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial X(t)} \mu + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial X(t)^2} \sigma^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial X(t)} \sigma dW(t) \quad (10)$$

1.5.13 Model Harga Saham Geometric Brownian Motion (GBM)

Berdasarkan Brigo *et al* (2008), model harga saham *Geometric Brownian Motion* mengasumsikan bahwa *return* saham masa lalu berdistribusi normal. Model *Geometric Brownian Motion* ditentukan sebagai berikut :

$$dS(p) = \mu S(p)dp + \sigma S(p) dW(p) \quad (11)$$

Dengan $S(p)$ merupakan harga saham pada waktu ke p . W adalah gerak Brown Standar. Kemudian penyelesaian persamaan diferensial stokastik untuk memperoleh model harga saham *Geometric Brownian Motion* dapat diperoleh melalui teorema *Itô*. Apabila terdapat persamaan :

$$dS(p) = \mu S(p)dp + \sigma S(p) dW(p)$$

maka berdasarkan teorema *Itô*, fungsi $G = G(S, p)$ adalah sebagai berikut :

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial S(p)} \mu S(p) + \frac{\partial G}{\partial p} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial S(p)^2} \sigma^2 S(p)^2 \right) dp + \frac{\partial G}{\partial S(p)} \sigma S(p) dW(p)(t)$$

Misal fungsi $G = \ln S(p)$, dengan ketentuan $\frac{\partial G}{\partial S(p)} = \frac{1}{S(p)}$, $\frac{\partial^2 G}{\partial S(p)^2} = -\frac{1}{S(p)^2}$, dan $\frac{\partial G}{\partial p} = 0$, dari persamaan 10 diperoleh :

$$dG = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dp + \sigma dW(p) \quad (12)$$

Menurut Abidin dan Jaffar (2014), jika perubahan harga saham periode sekarang dengan harga saham pada periode sebelumnya berselisih satu hari, dimana $p_0 < p_1 < p_2 \dots < p_n$, model harga saham *Geometric Brownian Motion* ditulis :

$$\begin{aligned} \int_{p_{i-1}}^{p_i} dG &= \int_{p_{i-1}}^{p_i} \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dp + \int_{p_{i-1}}^{p_i} \sigma dW(p) \\ \Leftrightarrow \ln(S(p_i)) - \ln(S(p_{i-1})) &= \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (p_i - p_{i-1}) + \sigma (W(p_i) - W(p_{i-1})) \\ \Leftrightarrow \ln \frac{S(p_i)}{S(p_{i-1})} &= \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (p_i - p_{i-1}) + \sigma (W(p_i) - W(p_{i-1})) \\ \Leftrightarrow \frac{S(p_i)}{S(p_{i-1})} &= \exp \left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (p_i - p_{i-1}) + \sigma (W(p_i) - W(p_{i-1})) \right) \\ \Leftrightarrow \hat{S}(p_i) &= \hat{S}(p_{i-1}) \exp \left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (p_i - p_{i-1}) + \hat{\sigma} \sqrt{p_i - p_{i-1}} Z_{i-1} \right) \quad (13) \end{aligned}$$

1.5.14 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Menurut Abidin dan Jafar (2014), perhitungan nilai MAPE adalah sebagai berikut :

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{p=1}^n \left| \frac{Y_p - F_p}{Y_p} \right|}{n} \times 100\% \quad (14)$$

dengan Y_p merupakan nilai aktual pada waktu ke p . F_p merupakan nilai peramalan pada waktu ke p . n merupakan banyaknya observasi.

Tabel 2.1. Skala Penilaian Akurasi MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Peramalan
<10%	Akurasi peramalan sangat baik
11%-20%	Akurasi peramalan baik
21%-50%	Akurasi peramalan masih dalam batas wajar
>51%	Akurasi peramalan tidak akurat

Sumber : Lawrence, K. D., Klimberg R. K., & Lawrence S. M

1.5.15 Value at Risk Metode Simulasi Monte Carlo

Value at Risk adalah suatu metode pengukuran risiko secara statistik untuk memperkirakan kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas suatu portofolio pada tingkat kepercayaan (*level of confidence*) tertentu. Berdasarkan Maruddani dan Purbowati (2009), *Value at Risk* dengan metode simulasi Monte Carlo pada aset tunggal mengasumsikan bahwa *return* aset berdistribusi Normal. Secara umum, algoritma sederhana perhitungan *Value at Risk* menggunakan metode simulasi Monte Carlo pada aset tunggal adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai parameter dari *return* aset tunggal. *Return* diasumsikan mengikuti distribusi Normal dengan mean μ dan variansi σ^2
2. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara random *return* aset tunggal dengan parameter yang diperoleh dari langkah (1) sebanyak n buah sehingga terbentuk distribusi empiris dari *return* hasil simulasi.
3. Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ yaitu sebagai nilai kuantil ke- α dari distribusi empiris *return* yang diperoleh pada langkah (2), dinotasikan dengan R^* .
4. Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu r hari yaitu :

$$VaR_{(1-\alpha)}(r) = W_0 R^* \sqrt{r} \quad (15)$$

Dengan :

W_0 = dana investasi awal aset atau portofolio.

R^* = nilai kuantil ke- α dari distribusi *return*.

\sqrt{r} = periode waktu.

Nilai *VaR* yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diderita oleh aset tunggal.

5. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (4) sebanyak m sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai *VaR* aset tunggal yaitu $VaR1, VaR2, \dots, VaRm$.

Menghitung rata-rata hasil dari langkah (5) untuk menstabilkan nilai karena nilai *VaR* yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

1.5.16 Backtesting

Menurut Danielsson (2011) *backtesting* merupakan prosedur pengujian akurasi nilai *Value at Risk* yang telah dihitung. Untuk melakukan *backtesting*, sampel dengan ukuran K akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu jendela estimasi (K_E) dan jendela uji (K_U). Jendela estimasi (K_E) merupakan kelompok observasi yang digunakan untuk menghitung *Value at Risk*. Sementara itu jendela uji (K_U) merupakan sampel dari periode (K_{E+1}) hingga periode K .

1.5.16.1 Rasio Pelanggaran (*Violation Ratio*)

Pada periode (K_{E+1}) hingga periode K (panjang jendela uji), pelanggaran disimbolkan dengan n_K .

$$n_K = \begin{cases} 1 & \text{jika } R_t \leq VaR_k \\ 0 & \text{jika } R_t > VaR_k \end{cases} \quad (15)$$

$$VR = \frac{v_1}{m_0 \times K_U} \quad (16)$$

Dengan VR adalah besarnya rasio pelanggaran, adalah jumlah yang bernilai 1 (jumlah hari terjadi pelanggaran), merupakan probabilitas pelanggaran yang diduga.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data sekunder yang diperoleh dari *Yahoo Finance* <https://finance.yahoo.com/quote>. Data yang digunakan yaitu data penutupan harga saham PT. Ciputra Development Tbk (kecuali hari libur) pada periode 2 Januari sampai dengan 29 Desember 2023.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data harga penutupan (*closing price*) saham PT Garuda Indonesia (Persero) Tbk (GIAA.JK) dari bulan Januari hingga Desember 2023 sebanyak 239 data yang akan diramalkan 31 hari kedepan. Data dibagi menjadi dua kelompok yaitu data *in sample* sebagai data pelatihan (*training*) dengan banyaknya data yaitu 167 data data *out sample* sebagai data pengujian (*testing*) dengan banyaknya data yaitu 72 data.

2.3 Metode Analisis

Langkah – langkah analisis untuk melakukan prediksi harga saham dan penghitungan *Value at Risk* adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data harga penutupan saham yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Menentukan data *in sample* dan *out sample*.
3. Menghitung nilai *return* saham data *in sample*.
4. Melakukan uji normalitas data *in sample return* saham dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
5. Menghitung nilai ekspektasi harga saham ($\hat{\mu}$), variansi ($\hat{\sigma}^2$), dan volatilitas ($\hat{\sigma}$) data *in sample return* saham.
6. Melakukan pemodelan dan prediksi harga saham dengan metode *Geometric Brownian Motion*.
7. Menghitung *error* prediksi harga saham dengan metode MAPE.
8. Melakukan uji normalitas data *return* saham prediksi dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
9. Menghitung nilai *Value at Risk* harga saham prediksi.
10. Melakukan Uji *backtesting* nilai *Value at Risk*.