ESTIMASI *TAIL VALUE AT RISK* PORTOFOLIO BIVARIAT DENGAN PENDEKATAN *COPULA GUMBEL*

FRANSISKA
H1091211010

SKRIPSI

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

ESTIMASI *TAIL VALUE AT RISK* PORTOFOLIO BIVARIAT DENGAN PENDEKATAN *COPULA GUMBEL*

FRANSISKA
H1091211010

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Estimasi *Tail Value at Risk* Portofolio Bivariat Dengan Pendekatan *Copula Gumbel*
Nama Mahasiswa	:	Fransiska
NIM	:	H1091211010
Jurusan/Program Studi	:	Matematika/Statistika
Tanggal Lulus	:	3 Maret 2025
SK Pembimbing	:	No.2589/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 2 September 2024
SK Penguji	:	No.598/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 25 Februari 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.	Neva Satyahadewi, M.Sc., CRA., CRP., CRMP.
NIP. 198502172008122006	NIP. 198212042005012001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Shantika Martha, M.Si	Hendra Perdana, M.Sc
NIP. 198403082008122003	NIP. 198810102019031020

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.	Neva Satyahadewi, M.Sc., CRA., CRP., CRMP.
NIP. 198502172008122006	NIP. 198212042005012001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

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

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa	: Fransiska
NIM	: H1091211010
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, 30 Oktober 2024



Fransiska
H1091211010

Estimasi *Tail Value at Risk* Portofolio Bivariat

Dengan Pendekatan *Copula Gumbel*

Abstrak

Investasi di pasar saham sering kali melibatkan risiko yang signifikan, dimana investor berusaha memaksimalkan *return* dengan meminimalkan risiko. Dalam mengukur risiko tersebut, *Value at Risk* (VaR) sering digunakan sebagai alat ukur standar. Namun, VaR memiliki kelemahan dalam menangani risiko ekstrem. Oleh sebab itu, *Tail Value at Risk* (TVaR) dapat digunakan sebagai alternatif untuk memperhitungkan kerugian rata-rata yang melebihi batas VaR. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis TVaR pada portofolio bivariat dengan pendekatan *Copula Gumbel*. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa harga penutupan harian saham PT Adaro *Energy* Indonesia Tbk (ADRO) dan PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG) selama periode 3 Juli 2023 hingga 30 Juli 2024. Metode penelitian dimulai dengan perhitungan *return* saham dan uji asumsi untuk memastikan bahwa return tidak memiliki autokorelasi dan bersifat homoskedastisitas. Kemudian, parameter *Copula Gumbel* diestimasi menggunakan *Kendall's Tau* dengan nilai parameter yang diperoleh adalah sebesar 1,7791. Selanjutnya, dengan pendekatan *Mean Variance Efficient Portfolio* (*MVEP*), diperoleh bobot optimal untuk saham ADRO sebesar 31,61% dan saham ITMG sebesar 68,39%. Simulasi *Monte Carlo* dengan parameter *Copula Gumbel* dilakukan sebanyak 1000 kali untuk menghasilkan data *return* baru. Pada setiap iterasi, *return* portofolio dihitung menggunakan bobot saham yang telah diperoleh. VaR dan TVaR portofolio kemudian dihitung dengan berbagai tingkat kepercayaan dalam satu hari mendatang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata TVaR pada tingkat kepercayaan 80%, 90%, 95%, dan 99% masing-masing adalah sebesar 2,08%, 2,64%, 3,14%, dan 4,11%. Hal ini menunjukan bahwa semakin tinggi tingkat kepercayaan, maka semakin besar pula risiko kerugian yang mungkin dialami investor.

Kata kunci: *Monte Carlo*, *Archimedian, Kendall's Tau*

Estimation of Tail Value at Risk for Bivariate Portfolio

Using Gumbel Copula

Abstract

Investment in the stock market often involves significant risks, where investors strive to maximize returns while minimizing risks. In measuring this risk, Value at Risk (VaR) is commonly used as a standard risk measure. However, VaR has limitations in addressing extreme risks. Therefore, Tail Value at Risk (TVaR) can be used as an alternative to account for the average loss that exceeds the VaR threshold. This study aims to analyze Tail Value at Risk (TVaR) on a stock portfolio using the Gumbel Copula approach. The data used are secondary data in the form of daily closing prices for PT Adaro Energy Indonesia Tbk (ADRO) and PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG) during the period from July 3, 2023, to July 30, 2024. The research method begins with the calculation of stock returns and assumption tests to ensure that the returns are free from autocorrelation and exhibit homoskedasticity. Then, the Gumbel Copula parameter is estimated using Kendall's Tau, with the obtained parameter value being 1.7791. Next, using the Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP) approach, optimal weights of 31,61% for ADRO and 68,39% for ITMG are determined. Monte Carlo simulations with Gumbel Copula parameters are conducted 1000 times to generate new return data. In each iteration, the portfolio return is calculated using the obtained stock weights. The VaR and TVaR of the portfolio are then calculated at various confidence levels for a one-day horizon. The results show that the average TVaR at confidence levels of 80%, 90%, 95%, and 99% are 2,08%, 2,64%, 3,14%, and 4,11%, respectively. This indicates that the higher the confidence level, the greater the potential loss that investors may experience.

Keywords: Monte Carlo, Archimedian, Kendall’s Tau

PRAKATA

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Estimasi *Tail Value at Risk* pada Portofolio Bivariat dengan Pendekatan *Copula Gumbel***" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia, hidayah, pertolongan, dan kemudahan yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dan penulisan skripsi ini dengan baik.
2. Orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, motivasi, dukungan, perhatian, serta kasih sayang yang tak terhingga. Terima kasih atas segala pengorbanan dan dorongan yang telah diberikan selama ini.
3. Fahmi Giovani Maga yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menjalani setiap proses.
4. Sahabat terdekat penulis "Ancugh" yaitu Della, Hera, Luis, Putri, Nanda, Ulya, Wahida, Mutiara dan Ghina yang telah bersama penulis melewati suka dan duka serta memberikan dukungan serta keceriaan di berbagai kesempatan.
5. Ibu Dr. Nilamsari Kusumastuti, M.Sc selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi bimbingan selama masa perkuliahan.
6. Ibu Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan Ibu Neva Satyahadewi, M.Sc., CRA., CRP., CRMP selaku dosen pembimbing II atas ilmu, arahan, dan bimbingan yang sangat berharga dalam proses penulisan skripsi ini.

7. Ibu Shantika Martha, M.Si selaku dosen penguji I dan Bapak Hendra Perdana, M.Sc selaku dosen penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Pihak pengelola Beasiswa KIPK yang telah memberikan bantuan finansial selama masa studi, sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini dengan baik.
9. Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat berarti selama masa perkuliahan.
10. Staf administrasi dan tenaga kependidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membantu dalam berbagai urusan administrasi selama proses studi.
11. Teman-teman angkatan 2021 "Expos" atas kebersamaan dan dukungan yang telah kalian berikan selama masa kuliah.
12. Terima kasih yang mendalam juga penulis sampaikan kepada diri sendiri yang telah melalui setiap proses dengan ketekunan dan semangat pantang menyerah.
13. Terakhir, terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung penulis selama masa studi ini.

Penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca dapat membantu memperbaiki kualitas penelitian ini di masa yang akan datang. Semoga hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dan inspirasi bagi penelitian selanjutnya di bidang yang sama.

Pontianak, 30 Oktober 2024



Fransiska
H1091211010

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... **iii**
Abstrak ..... **iv**
Abstract ..... **v**
PRAKATA ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**
DAFTAR SIMBOL ..... **xiii**
BAB 1 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 3
1.6 Metodologi Penelitian 5

BAB II LANDASAN TEORI **9**

2.1 Investasi dan Saham 9
2.2 *Return* Saham 10
2.3 Portofolio 10
2.4 Uji Autokorelasi dan Heteroskedastisitas 11
2.5 Simulasi *Monte Carlo* Portofolio 13
2.6 *Copula* 13

BAB III *TAIL VALUE AT RISK* DAN *COPULA GUMBEL* **15**

3.1 *Value at Risk* 15

3.2 *Tail Value at Risk* 16
3.3 *Copula Gumbel* 17
3.4 Korelasi *Kendall's Tau* dan Parameter *Copula Gumbel* 18
3.5 *Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP)* 20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 22

4.1 Karakteristik Data 22
4.2 Uji Autokorelasi dan Heteroskedastisitas 24
4.3 Parameter *Copula Gumbel* Menggunakan *Kendall"s Tau* 25
4.4 Bobot Saham Portofolio dengan *MVEP* 26
4.5 Simulasi Menggunakan Parameter *Copula Gumbel* 27
4.6 Perhitungan VaR dan TVaR Portofolio 28

BAB V PENUTUP 30

5.1 Kesimpulan 30
5.2 Saran 30

DAFTAR PUSTAKA 31
LAMPIRAN 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Flowchart* Penelitian.....8
Gambar 4.1 *Plot* Harga Penutupan Saham ADRO dan ITMG.....22
Gambar 4.2 *Plot Return* Saham ADRO dan ITMG.....23
Gambar 4.3 *Plot* ACF *Return* Saham ADRO dan ITMG.....24
Gambar 4.4 *Scatter-Plot* Bangkitan Data *Return* Baru 28

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Uji Ljung-Box *Return* Saham ADRO dan ITMG 24
Tabel 4.2 Uji ARCH LM *Return* Saham ADRO dan ITMG.....25
Tabel 4.3 Estimasi VaR dan TVaR Portofolio Saham ADRO dan ITMG.....29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harga Penutupan dan *Return* Saham ADRO 35
Lampiran 2. Data Harga Penutupan dan *Return* Saham ITMG 39
Lampiran 3. Bangkitan Data *Return* Baru Iterasi Pertama.....43
Lampiran 4. Data *Return* Portofolio Iterasi Pertama.....46
Lampiran 5. *Syntax Software RStudio*.....49

DAFTAR SIMBOL

t	: Periode waktu (hari), $t = 1, 2, \dots, n$
R_t	: *Return* saham pada waktu ke-*t*
S_t	: Harga penutupan saham pada waktu ke-*t*
S_{t-1}	: Harga penutupan saham pada waktu ke-*t*-1
i	: Banyaknya saham, $i = 1, 2, \dots, k$
R_i	: *Return* saham ke-*i*
Rp_t	: *Return* portofolio periode ke-t
$R_{i,t}$	: *Return* saham ke-*i* pada waktu ke-*t*
$\bar{R}_i$	: Rata-rata *return* saham ke-*i*
s	: Standar deviasi
${s_i}^2$	: Varians dari *return* saham ke-*i*
${s_{1,2}}^2$	: Kovarians antar dua *return* saham
$\boldsymbol{w}_i$	: Bobot saham ke-*i*
n	: Jumlah data atau periode waktu
m	: Banyaknya simulasi, $m = 1, 2, \dots, q$
τ	: Korelasi *Kendall's Tau*
k	: Pasangan konkordan
d	: Pasangan diskordan
$VaR_{(1-\alpha)}$	: *Value at Risk* pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$
V_0	: Investasi awal
R^*	: Kuantil dari distribusi *return* portofolio
α	: Taraf signifikansi
$TVaR_{(1-\alpha)}$	: *Tail Value at Risk* pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$
u_1, u_2	: Bangkitan data *return* saham ke-1 dan saham ke-2
$C(u_1, u_2)$	: Fungsi distribusi *Copula* bivariat
$\emptyset(u)$	: Fungsi generator *Copula Gumbel*
$C^{Gu}(u_1, u_2)$	: Fungsi distribusi *Copula Gumbel*

θ	: Parameter *Copula Gumbel*
$\boldsymbol{\Sigma^{-1}}$	: Invers matriks varians-kovarians
$\boldsymbol{1_P}$	: Vektor satuan dengan dimensi $P \times 1$

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi merupakan tindakan untuk menggunakan sejumlah dana atau sumber daya lainnya pada saat ini dengan tujuan untuk mendapatkan manfaat yang lebih besar di masa mendatang. Dalam melakukan investasi, seorang investor akan berusaha untuk memperoleh nilai yang tinggi pada tingkat pengembalian (*return*). Tetapi, ketika tingkat *return* bernilai tinggi, risikonya juga cenderung tinggi dan begitu sebaliknya (Candrasuari, Sumarjaya, dan Sari, 2024). Di Indonesia, investasi pada sektor pertambangan menempati peringkat pertama dalam realisasi investasi Triwulan II tahun 2024 dengan total Rp 32,1 Triliun (BKPM, 2024). Hal ini menunjukkan besarnya minat investor terhadap sektor pertambangan. Tingginya potensi *return* di sektor ini juga disertai dengan risiko yang relatif tinggi.

Bentuk investasi yang banyak diminati oleh investor adalah saham. Saham merupakan lembaran surat berharga yang digunakan sebagai bukti kepemilikan dari suatu perusahaan. Saham menjadi alternatif investasi karena dianggap mampu memberikan *return* yang tinggi, tetapi secara bersamaan, investor juga akan dihadapkan pada risiko atas investasi yang dilakukan. Menurut Tandelilin (2010), risiko dapat diartikan sebagai *return* aktual yang tidak sesuai dengan *return* yang diharapkan. Strategi yang dapat digunakan untuk mengelola risiko tersebut adalah dengan membentuk portofolio. Pembentukan portofolio dilakukan dengan menggabungkan dua saham atau lebih untuk memaksimalkan *return* dengan minimalisir risiko yang mungkin terjadi. Sehingga, investor perlu mengestimasikan risiko terlebih dahulu dengan menggunakan alat ukur, yaitu *Value at Risk* (VaR).

VaR adalah metode yang dapat digunakan dalam mengestimasi risiko dengan menggunakan beberapa pendekatan seperti *historical simulation data* (data historis), *variance-covariance* dan simulasi *Monte Carlo*. VaR bermanfaat untuk mengestimasi kerugian maksimum yang dapat terjadi pada suatu portofolio maupun saham dengan tingkat kepercayaan tertentu pada periode waktu yang telah ditentukan (Candrasuari et

al., 2024). Dalam mengidentifikasi batas potensial dari kerugian, para inverstor dan manajer risiko dapat menggunakan VaR sebagai solusi untuk merencanakan tindakan pengelolaan risiko yang sesuai. Walaupun sering digunakan, VaR memiliki kelemahan dalam menangani risiko ekstrem. Oleh sebab itu, *Tail Value at Risk* (TVaR) atau *Conditional Value at Risk* (CVaR) dapat digunakan sebagai alternatif yang lebih akurat dalam mengidentifikasi risiko ekstrem.

TVaR adalah sebuah pendekatan dalam pengukuran risiko dengan menghitung rata-rata dari kerugian yang melampaui nilai VaR (Trimono, Handayani, Syuhada, 2019). Dengan kata lain, jika VaR menetapkan batas maksimum dari kerugian potensial dalam jangka waktu tertentu, maka TVaR adalah ekspektasi dari kerugian yang melebihi batas tersebut. Ada beberapa asumsi yang perlu dipertimbangkan dalam mengukur risiko, seperti variabel harus bersifat linier dan berdistribusi secara normal. Danielsson (2011) mengungkapkan bahwa data finansial umumnya tidak mengikuti distribusi normal dan mempunyai hubungan nonlinear, yang dapat menyebabkan pengukuran risiko menjadi tidak akurat. Dengan demikian, penggunaan *copula* dapat menjadi jawaban dalam mengatasi permasalahan tersebut.

Copula merupakan alat yang efektif dalam memodelkan distribusi gabungan dikarenakan tidak terikat pada asumsi normalitas, sehingga sangat fleksibel dalam mengatasi berbagai jenis data, terutama data keuangan (Palaro dan Hotta, 2006). Keluarga *copula* yang populer antara lain *Copula Eliptical* dan *Copula Archimedian*. Keluarga *Copula Eliptical* terdiri atas *Copula Gaussian* dan *Copula t-Student*, sedangkan keluarga *Copula Archimedian* terdiri atas *Copula Clayton, Copula Frank* dan *Copula Gumbel. Copula Archimedian* sering digunakan untuk menganalisis kasus bivariat karena fungsi *copula* yang mudah dan kelas di dalam *copula* ini memiliki fungsi pembangkit yang bervariasi (Binsanno, Sudarno, dan Maruddani, 2023).

Copula Gumbel merupakan *copula* paling sensitif terhadap risiko ekstrem. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya dalam mengidentifikasi ketergantungan pada ekor atas (*upper tail)*, sehingga mampu mendeteksi nilai ekstrem yang berkaitan nilai residual *return* yang tinggi dan mengakibatkan risiko yang tinggi juga (Prihatiningsih, Maruddani, dan Rahmawati, 2020).

Penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi TVaR pada portofolio dengan kombinasi dari dua saham pertambangan yang terindeks LQ45 dan memiliki *expected return* yang positif, yaitu PT Adaro *Energy* Indonesia Tbk (ADRO) dan PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG) menggunakan *Copula Archimedian* yakni *Copula Gumbel.* Pemilihan saham ADRO dan ITMG sebagai objek analisis sangat relevan karena kedua saham ini berada dalam satu sektor, yaitu pertambangan batu bara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana analisis *Tail Value at Risk* pada portofolio bivariat dengan menggunakan *Copula Gumbel.*

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah menganalisis *Tail Value at Risk* pada portofolio bivariat dengan menggunakan *Copula Gumbel.*

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Analisis *Tail Value at Risk* pada portofolio saham ADRO dan ITMG dengan metode *Copula Gumbel* dan pendekatan *Monte Carlo.*
2. Periode penelitian terbatas pada data saham dari 3 Juli 2023 sampai 30 Juli 2024.
3. Saham ADRO dan saham ITMG tidak terdapat autokorelasi dan heteroskedastisitas.
4. Pengulangan simulasi dilakukan sebanyak 1000 kali.

1.5 Tinjauan Pustaka

Karlina, Sulistianingsih, dan Satyahadewi (2024) melakukan penelitian tentang analisis risiko investasi menggunakan *Conditional Value at Risk* (CVaR) dengan pendekatan *Copula Clayton*. Data yang digunakan adalah harga penutupan saham

harian PT Aneka Tambang Tbk (ANTM) dan PT Timah Tbk (TINS) dari 3 Oktober 2022 hingga 3 November 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CVaR portofolio saham adalah 3,04% pada tingkat kepercayaan 90%, 3,56% pada tingkat kepercayaan 95%, dan 4,57% pada tingkat kepercayaan 99%. Ini menunjukkan bahwa nilai CVaR meningkat seiring dengan tingkat kepercayaan, sehingga mengindikasikan risiko investasi yang lebih tinggi hadir pada tingkat kepercayaan yang lebih tinggi.

Ardhitha, Sulistianingsih dan Satyahadewi (2023) melakukan penelitian tentang analisis risiko investasi menggunakan *Value at Risk* (VaR) dengan pendekatan *Copula Gaussian* terhadap portofolio saham *Blue Chip*. Data yang digunakan adalah harga penutupan saham harian PT Bank Negara Indonesia Tbk (BBNI) dan PT Bank Tabungan Negara Tbk (BBTN) dari 2 November 2020 hingga 27 Oktober 2022. Hasil nya menunjukkan bahwa VaR portofolio dengan *Copula Gaussian* pada tingkat kepercayaan 90%, 95%, dan 99% adalah 2,24%, 2,88%, dan 4,02%. Hal ini memberikan gambaran risiko yang mungkin dihadapi dalam periode satu hari ke depan.

Prihatiningsih, Maruddani, dan Rahmawati (2020) melakukan penelitian tentang analisis risiko investasi dengan menggunakan *Conditional Value at Risk* (CVaR) untuk portofolio saham menggunakan *Copula Gumbel*. Data saham dimodelkan menggunakan metode ARIMA-GARCH, dengan pemilihan model ARIMA otomatis melalui perangkat lunak R. Penelitian ini memodelkan *Copula Gumbel*-GARCH untuk menghitung VaR dan CVaR pada portofolio PT Bank Mandiri Tbk (BMRI) dan PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG). Hasilnya menunjukkan bahwa VaR berturut-turut sebesar 3,98%, 2,55%, dan 1,84% pada tingkat kepercayaan 99%, 95%, dan 90%, serta CVaR sebesar 4,76%, 3,46%, dan 2,78%. Hasil ini mengindikasikan potensi kerugian yang lebih besar berdasarkan CVaR, sehingga membantu investor memahami risiko maksimum yang mungkin akan terjadi.

Sementara itu, penelitian lain yang dilakukan oleh Najiha, Herdiani dan Tinungki (2023) menganalisis tentang penerapan *Copula Gumbel* dalam mengestimasi *Value at Risk* (VaR) dengan *Backtesting*. Data yang digunakan adalah harga penutupan saham harian PT XL Axiata Tbk dan PT Telkomunikasi Indonesia Tbk dari 7 Januari 2019 hingga 3 Januari 2020. Hasil penelitian menunjukkan bahwa VaR pada tingkat

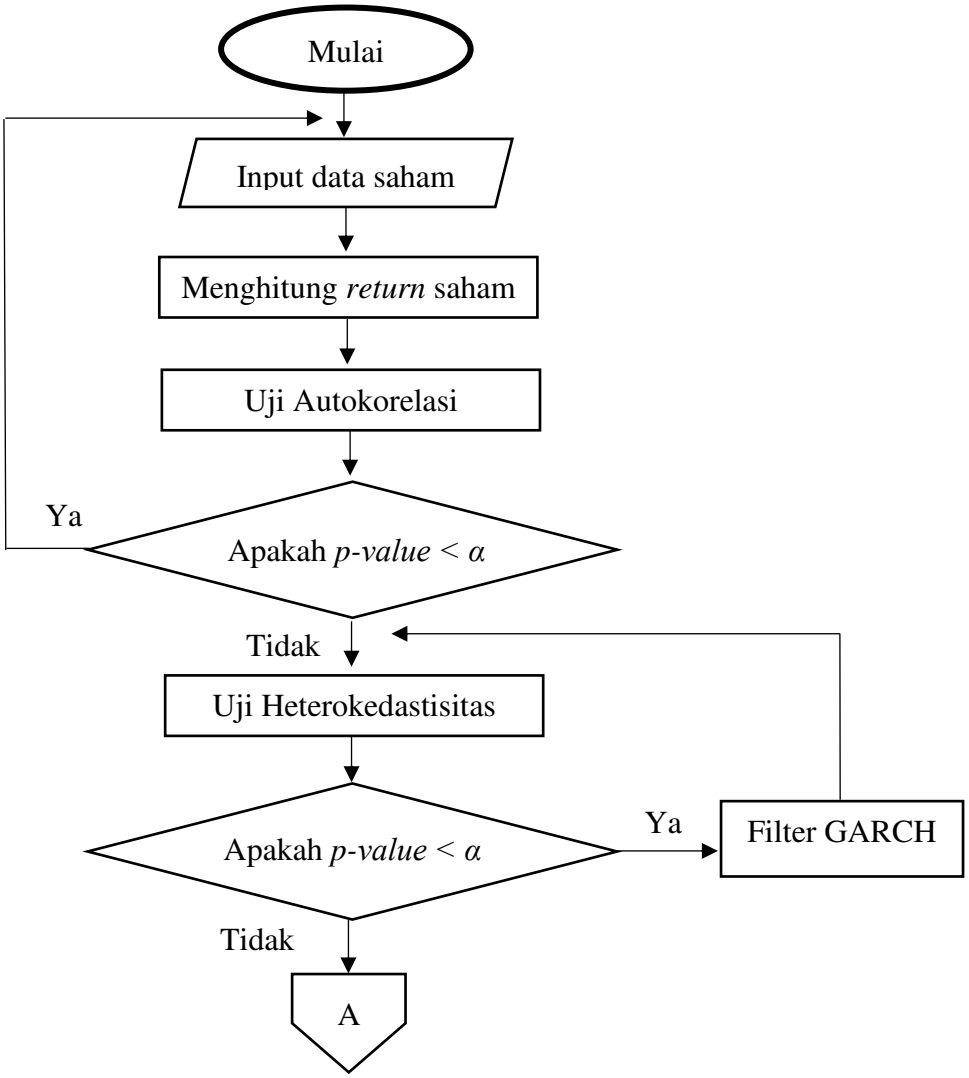
kepercayaan 90% adalah sebesar 0,076 dan 99% adalah sebesar 0,231. Selanjutnya, untuk menguji kelayakan model VaR dilakukan *Backtesting*. Dari hasil pengujian menunjukan bahwa nilai VaR yang diperoleh adalah valid dan cocok untuk digunakan dalam penilaian risiko PT. XL Axiata Tbk dan PT. Telkomunikasi Indonesia Tbk.

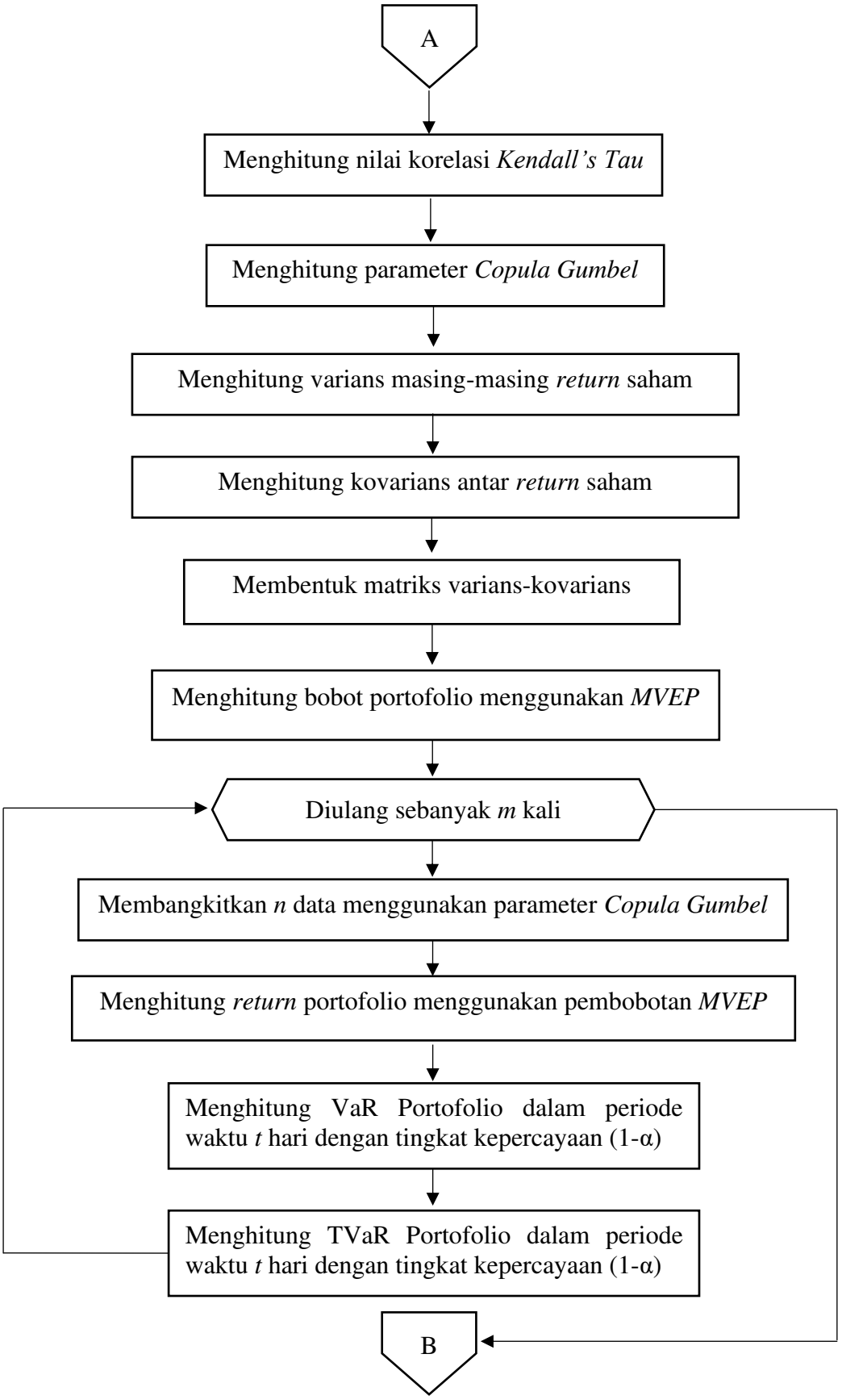
1.6 Metodologi Penelitian

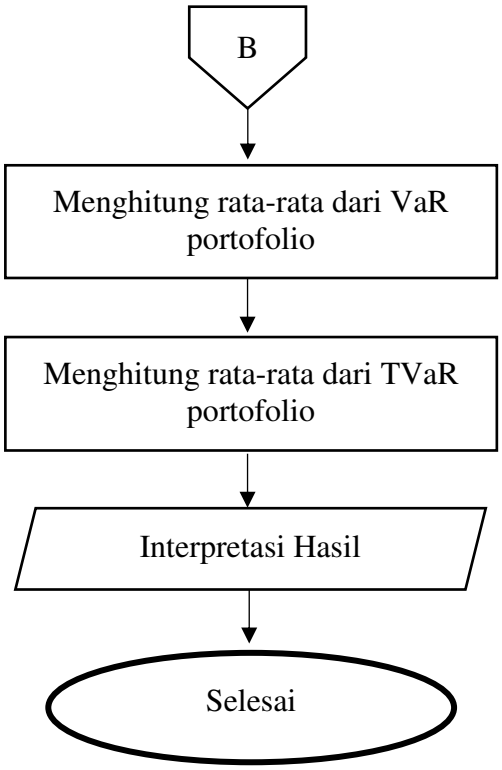
Penelitian ini menggunakan data sekunder dari *website* www.yahoofinance.com. Data yang digunakan adalah harga penutupan saham harian PT Adaro *Energy* Indonesia Tbk (ADRO) dan PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG) periode 3 Juli 2023 sampai 30 Juli 2024. Penelitian dimulai dengan meneliti literatur yang relevan berkaitan dengan saham ADRO dan ITMG, *return* saham, metode *Copula Gumbel* dan perhitungan TVaR. Untuk proses analisis akan menggunakan bantuan *software RStudio* dan *Microsoft Excel*. Tahapan analisis yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Input data harga penutupan saham ADRO dan ITMG,
2. Menghitung nilai *return* harga penutupan masing-masing saham,
3. Uji autokorelasi menggunakan *plot Autocorrelation Function* (ACF) ataupun uji Ljung Box dari data *return* harga penutupan masing-masing saham, ganti saham
4. Uji heteroskedastisitas menggunakan uji *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Lagrange Multiplier* (ARCH LM). Jika terdapat heteroskedastisitas dilakukan penyaringan untuk menghilangkan sifat tersebut menggunakan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) (Hidayati, Dharmawan, dan Sumarjaya, 2015),
5. Melakukan estimasi parameter menggunakan *Copula Gumbel* dengan *Kendall's Tau*,
6. Menghitung varians masing-masing *return* saham
7. Menghitung kovarians antar *return* saham,
8. Membentuk matriks varians-kovarians,
9. Menghitung bobot masing-masing saham pada portofolio bivariat menggunakan metode *Mean Variance Efficient Portfolio* (*MVEP*),

10. Membangkitkan data *return* baru sebanyak *n* data menggunakan parameter *Copula Gumbel*,
11. Menghitung *return* portofolio menggunakan bangkitan data *return* dari parameter *Copula Gumbel*,
12. Menghitung VaR portofolio,
13. Menghitung TVaR portofolio,
14. Mengulang langkah (10) sampai (13) sebanyak *m* kali,
15. Menghitung rata-rata dari VaR portofolio,
16. Menghitung rata-rata dari TVaR portofolio,
17. Interpretasi hasil, dan selesai.




A
Menghitung nilai korelasi *Kendall's Tau*
Menghitung parameter *Copula Gumbel*
Menghitung varians masing-masing *return* saham
Menghitung kovarians antar *return* saham
Membentuk matriks varians-kovarians
Menghitung bobot portofolio menggunakan *MVEP*
Diulang sebanyak *m* kali
Membangkitkan *n* data menggunakan parameter *Copula Gumbel*
Menghitung *return* portofolio menggunakan pembobotan *MVEP*
Menghitung VaR Portofolio dalam periode waktu *t* hari dengan tingkat kepercayaan (1-α)
Menghitung TVaR Portofolio dalam periode waktu *t* hari dengan tingkat kepercayaan (1-α)
B



Gambar 1.1 *Flowchart* Penelitian