

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi merupakan suatu alternatif bisnis yang cukup berkembang dimasa sekarang. Investasi dapat berupa penanaman modal untuk satu atau lebih aktiva dalam jangka waktu yang cukup lama untuk memperoleh keuntungan, terutama dalam bidang saham. Harga saham sering mengalami perubahan yang susah untuk diprediksi. Hal tersebut dapat mengakibatkan ketidakpastian pada nilai *return* saham. Setiap investor pastinya mengharapkan *return* saham yang sebesar-besarnya dengan besaran risiko yang juga terbilang cukup besar dalam berinvestasi. Salah satu cara untuk meminimalisir besaran risiko dan mengoptimalkan tingkat *return* saham adalah dengan membentuk suatu portofolio saham. Portofolio saham tersebut dapat membagi beberapa saham ke dalam sebuah investasi sehingga dapat menghasilkan suatu keuntungan yang optimal (Prihatiningsih et al., 2020).

Dalam melakukan investasi, investor sering mengalami masalah mengenai makasimalisasi tingkat *return* dan meminimumkan tingkat risiko dari investasi yang sedang investor investasikan. Sebelum melakukan investasi, investor harus cermat dan teliti dalam menilai serta menentukan nilai saham yang akan diinvestasikan. Investor umumnya memilih perusahaan yang memiliki pertumbuhan relatif tinggi sehingga dapat menghasilkan laba yang sesuai dengan laju pertumbuhan dari perusahaan tersebut, jika mengalami hal yang demikian maka investor tersebut akan memperoleh sebuah deviden atau keuntungan dari *capital gain*. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi adanya penurunan jumlah investor yaitu adanya kekhawatiran dalam melakukan jual beli saham karena investor belum bisa mengukur besar keuntungan dan resiko kerugian yang akan didapatkan oleh investor tersebut. Resiko kerugian inilah yang menjadi masalah utama kepada para investor dalam menentukan saham yang akan diperjualbelikan (Ningsih and Aرسال, 2022)

Oleh karena itu, maka diperlukan suatu model sistematis untuk memprediksi harga saham di masa depan berdasarkan harga saham yang telah terjadi dimasa lalu. Untuk mengevaluasi saham-saham pembentuk portofolio diperlukan suatu metode yang mampu mengukur risiko sehingga pengelolaan risiko menjadi lebih terkendali. Salah satu cara untuk mengukur risiko adalah dengan menggunakan perhitungan *Value at Risk* (*VaR*), yang merupakan salah satu metode yang dapat mengukur kerugian maksimum yang mungkin akan dihadapi oleh investor (Firdaus et al., 2022). Nilai *VaR* sangat penting dalam menentukan besarnya modal yang harus disediakan oleh investor untuk mengetahui seberapa besar kerugian yang mungkin terjadi. Hal ini disebabkan karena semakin besar risiko dalam portofolio, maka semakin besar pula kerugian yang akan dihadapi. Konsep sederhana dalam perhitungan menjadikan *VaR* sebagai ukuran risiko yang umum digunakan dalam manajemen risiko finansial (Sudina et al., 2019).

Terdapat tiga pendekatan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai *VaR* yaitu, varian-kovarian, simulasi historis, dan Monte Carlo (Firdaus et al., 2022). Varian-kovarian merupakan metode yang menghasilkan estimasi lebih rendah terhadap potensi volatilitas di masa depan dibandingkan dengan simulasi historis dan simulasi Monte Carlo.

Semakin rendah estimasi volatilitas maka semakin rendah tingkat resiko yang akan diterima. (Anam et al., 2020). Simulasi historis merupakan metode pendekatan non-parametrik yang didasarkan dengan menggunakan data pasar historis serta tidak bergantung pada distribusi statistik tertentu. Simulasi historis mengasumsikan bahwa distribusi pengambilan pada masa lalu adalah referensi yang baik dan lengkap dari pengembalian yang diharapkan dimasa depan. (Maronrong et al., 2022). Monte Carlo merupakan metode analisis numerik yang melibatkan pengambilan sampel bilangan acak dan sampel yang berbasis pada komputer. Simulasi Monte Carlo juga sering disebut dengan simulasi yang membangkitkan bilangan acak berdasarkan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan, data tersebut yang nantinya akan digunakan untuk melakukan estimasi nilai *VaR*-nya. Simulasi ini biasanya dikenal dengan istilah *sampling simulation* atau *Monte Carlo sampling technique*. Simulasi yang sering digunakan untuk mengevaluasi dampak perubahan input dan risiko dalam pengambilan keputusan dengan menggunakan data sampel yang telah ada (*historical data*). Jadi simulasi Monte Carlo adalah simulasi yang melibatkan pembangkitan bilangan acak dengan distribusi probabilitas yang nantinya dapat diketahui dan ditentukan. Simulasi Monte Carlo menjadi metode simulasi yang paling bagus digunakan untuk menghitung *VaR* karena dapat menghitung bermacam-macam susunan eksposur dan risiko serta cukup fleksibel untuk menggabungkan variasi waktu pada volatilitas, *fat tails*, dan scenario yang ekstrem. Berdasarkan ketiga pendekatan tersebut, simulasi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan simulasi monte carlo.

Pada investasi saham, *return* saham biasanya tidak memenuhi asumsi normal multivariat, sehingga salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan pendekatan copula (Christova et al., 2022). *Copula* pertama kali dipopulerkan oleh seorang matematikawan bernama Abe Sklar pada tahun 1959 yang dikenal sebagai teorema Sklar (Hidayati et al., 2015). Teorema Sklar merupakan teori tentang *copula* yang menjadi dasar dari banyaknya pengaplikasian teori statistika. (Khairiati et al., 2022). *Copula* memiliki konsep sebagai alat untuk mempelajari ketergantungan tidak linear antara kejadian dalam kasus multivariat. *Copula* memiliki beberapa keunggulan antara lain tidak memerlukan asumsi distribusi normal dan dapat menunjukkan adanya pola sebaran data pada ekor distribusi masing-masing variabel (Hidayati et al., 2015). Salah satu keluarga copula yang umum diketahui adalah *elliptical copula*. *Elliptical copula* terdiri dari *copula gaussian* dan *copula t-student*. *Copula T-Student* biasanya menggunakan data finansial yang mempunyai ekor gemuk karena dalam probabilitas, distribusi *copula t-student* memiliki ekor yang lebih gemuk (datanya menyebar pada bagian bawah dan atas) dibandingkan dengan distribusi normal (Christova et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang dan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis ingin melakukan penelitian mengenai penggunaan copula t student pada data penutupan harga saham pada Bank PT. Bank Negara Indonesia (BNI) Tbk dan PT. Bank Tabungan Negara (BTN) Tbk dan menghitung nilai resiko yang diperoleh sehingga dituangkan kedalam tugas akhir dengan judul **“Penerapan Metode Copula T-Student untuk Menentukan Nilai Value at Risk pada Data Return Saham (Studi Kasus : Return Saham PT Bank Negara Indonesia Tbk dan PT Bank Tabungan Negara Tbk)”**

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data *return* pada penutupan harga saham PT. BNI Tbk dan PT. BTN Tbk periode 2 Januari 2020 sampai 31 Agustus 2024.
2. Data *return* saham PT BNI Tbk dan PT BTN memenuhi uji dependensi.
3. Untuk melihat nilai resiko dari saham PT BNI Tbk dan PT BTN Tbk digunakan nilai investasi dengan bobot:
 - a. 10% PT BNI Tbk dan 90% PT BTN Tbk
 - b. 50% PT BNI Tbk dan 50% PT BTN Tbk
 - c. 70% PT BNI Tbk dan 30% PT BTN Tbk
 - d. 95% PT BNI Tbk dan 5% PT BTN Tbk

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Memperoleh nilai parameter *Copula T-Student* pada data *return* saham PT. BNI Tbk dan PT. BTN Tbk.
2. Memperoleh nilai *VaR* dengan menggunakan *Copula T-Student* pada data *return* saham PT. BNI Tbk dan PT. BTN Tbk.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Menambah ilmu pengetahuan tentang statistika mengenai perhitungan *VaR* dengan menggunakan *Copula T-Student*.
2. Menjadi bahan referensi untuk penelitian yang akan dilakukan kedepannya.
3. Menjadi bahan pertimbangan kepada investor dalam melakukan investasi pada saham PT. BNI Tbk dan PT. BTN Tbk.

1.5 Teori

1.5.1 Investasi dan saham

Investasi adalah sebuah komitmen untuk menanamkan modal pada periode tertentu untuk mendapatkan pembayaran dimasa yang akan datang sebagai kompensasi bagi investor dalam waktu sesuai dengan modal yang diinvestasikan, tingkat inflasi dan ketidakpastian pembayaran dimasa yang akan datang. Keputusan investasi merupakan faktor penting dalam suatu fungsi keuangan perusahaan (Tambunan, 2020).

Investasi saham yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan *dividend* dan *capital gain*. *Dividend* adalah pembagian laba yang diperoleh perusahaan kepada pemegang saham yang besarnya sebanding atau sama besar dengan jumlah keseluruhan saham yang dimiliki. Sedangkan *capital gain* adalah selisih yang diperoleh dari harga saham pada saat pembelian dan penjualan saham. Harga saham berupa harga penutupan pasar saham selama periode pengamatan pada waktu tertentu untuk setiap jenis saham yang menjadi sampel yang diamati oleh investor.

Investasi saham yang sering dilakukan dijamin sekarang biasanya dilakukan pada lembaga keuangan. Kepemilikan suatu bank terdiri atas bank pemerintah, bank swasta nasional, bank asing, dan bank campuran. Beberapa bank pemerintah yang banyak

diminati dijamin sekarang yaitu PT Bank Negara Indonesia (BNI) Tbk dan PT Bank Tabungan Negara (BTN) Tbk yang sebagian besar modalnya dimiliki oleh pemerintah.

1. Saham BNI

PT BNI Tbk adalah bank BUMN (Badan Usaha Milik Negara) pertama yang mencatatkan saham pada tahun 1996 di bursa efek Jakarta dan bursa efek Surabaya. PT BNI Tbk didirikan di Indonesia dan menjadi bank sentral yang bernama "Bank Negara Indonesia" berdasarkan peraturan pemerintah sebagai pengganti undang-undang No. 2 tahun 1946 tanggal 05 Juli 1946. Sampai sekarang PT BNI Tbk masih terus beroperasi dan berinovasi demi memberikan pelayanan yang terbaik untuk masyarakat. Harga saham PT BNI Tbk mengalami kenaikan pada tahun 2020-2021 (Hidayat 2023).

2. Saham BTN

PT BTN Tbk adalah suatu lembaga keuangan yang mendaftarkan sahamnya di pasar modal Indonesia yang dikenal dengan bursa efek Indonesia. Sebagian besar modal PT BTN Tbk dimiliki oleh pemerintah. Pasar modal berguna sebagai sarana pendanaan bagi suatu lembaga atau perusahaan yang membutuhkan modal atau dana untuk mengembangkan usahanya. Pasar modal juga berperan sebagai modal bagi investor yang ingin berinvestasi dalam bentuk surat-surat berharga seperti saham (Mulyani et al., 2021).

1.5.1.1 Risiko

Risiko merupakan besarnya penyimpangan antara tingkat *return* yang diharapkan (*expected return*) dengan tingkat *return* yang nyata (*actual return*). Sedangkan menurut Hartono, risiko adalah suatu penyimpangan dari *outcome* yang diterima dengan yang diinginkan. Aspek risiko juga perlu diperhitungkan karena *return* dan risiko merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Investasi yang memiliki risiko berarti investasi tersebut tidak memberikan keuntungan yang pasti. Secara teoritis, *return* dan risiko mempunyai hubungan yang positif, semakin besar risiko yang harus ditanggung, semakin besar *return* yang harus dikompensasikan (Hadinata, 2018).

Risiko dalam suatu investasi merupakan ketidakpastian yang harus dihadapi karena harga suatu aset atau investasi menjadi lebih kecil daripada *return* investasi yang diharapkan. Risiko yang terjadi biasanya berupa penurunan harga saham, inflasi, peningkatan suku bunga, dan lain-lain. Banyak hal yang memengaruhi timbulnya risiko sehingga diperlukan suatu alat ukur risiko untuk mempermudah meminimalkan risiko terkait dengan investasi yang dilakukan (Akbar et al., 2019).

Menurut Reilly dan Norton (2007) risiko merupakan ketidakpastian dari hasil yang akan diperoleh dimasa yang akan datang atau peluang dari kerugian atas pendapatan dimasa yang akan datang. Terdapat 2 jenis risiko dalam investasi yaitu:

1. Risiko non sistematis merupakan risiko yang dapat dihilangkan dengan cara melakukan diversifikasi atau berinvestasi dalam berbagai jenis saham dari berbagai macam sektor karena risiko dapat berasal dari kondisi internal perusahaan. Risiko ini dapat berdampak terhadap suatu saham atau sektor tertentu.
2. Risiko sistematis merupakan risiko yang tidak dapat dihilangkan karena berasal kondisi makro ekonomi atau pasar. Risiko ini dapat berdampak ke semua jenis

saham. Contoh risiko sistematis adalah risiko inflasi, risiko tingkat suku bunga, dan risiko pasar.

1.5.2 Return

Return yang diperoleh dari saham terdiri atas dua bagian, yaitu *capital gain (loss)* dan *yield*. *Capital gain (loss)* adalah selisih harga sekarang relatif terhadap harga periode sebelumnya. *Yield* adalah bagian *return* aliran kas atau pendapatan yang diperoleh secara periodik dari suatu investasi. *Yield* merupakan besarnya dividen yang diperoleh. *Return* dapat dibagi menjadi dua yaitu *return* realisasian (*realized return*) dan *return* ekspektasian (*expected return*). *Return* realisasian yaitu *return* yang sudah terjadi dan dapat dihitung menggunakan data historis. *Return* realisasian dapat berguna dalam penentuan *return* eskpektasian dan risiko dimasa yang akan datang. Sedangkan *return* ekspektasian sebagai *return* yang diharapkan akan diperoleh oleh investor dimasa mendatang. Berbeda dengan *return* realisasian yang sifatnya sudah terjadi, *return* ekspektasian sifatnya belum terjadi. *Return* adalah tingkat pengembalian yang diperoleh akibat melakukan investasi. Nilai *return* dapat dihitung menggunakan rumus *Continuously Compounded Return* sebagai berikut (Prihatiningsih et al., 2020).

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (1)$$

Dengan

r : *return* saham

P_t : harga saham periode sekarang

P_{t-1} : harga saham periode sebelumnya.

Secara matematis, *return* portofolio dua aset pada waktu ke- t dapat ditulis sebagai berikut (Saputri et al., 2019).

$$r_{pt} = w_1 r_{1t} + w_2 r_{2t} \quad (2)$$

Dengan:

w_1 : bobot alokasi dana untuk aset tunggal ke-1

r_{1t} : *return* aset ke-1 pada waktu ke- t

w_2 : bobot alokasi dana untuk aset tunggal ke-2

r_{2t} : *return* aset ke-2 pada waktu ke- t

Return merupakan rasio keuntungan atau kerugian dari sebuah investasi atau sejumlah uang yang diinvestasikan. *Return* sebuah investasi dihitung berdasarkan *return* yang telah diperoleh sebelumnya (Tambunan, 2020).

1.5.3 Copula

Copula pertama kali dipopulerkan oleh seorang matematikawan bernama Abe Sklar pada tahun 1959 yang dikenal sebagai teorema Sklar. Teorema Sklar merupakan teori tentang *copula* yang menjadi dasar dari banyaknya pengaplikasian teori statistika. Teorema ini menjelaskan tentang peran *copula* terhadap fungsi sebaran multivariat dengan sebaran-sebaran marjinal univariat. Misalkan F dan G merupakan sebaran marjinal berturut-turut bagi sebuah peubah acak X dan Y maka fungsi H adalah fungsi sebaran bagi (X, Y) .

Terdapat *copula* C sehingga untuk setiap $x, y \in \mathbb{R}$ berlaku,

$$H(x, y) = C(F(x), G(y)) = C(u_1, u_2)$$

Menurut Nelsen, fungsi $C : [0,1]^2 \rightarrow [0,1]$ merupakan *copula* yang berdimensi dua, jika memenuhi sifat-sifat sebagai berikut (Khairiati et al., 2022).

1. $C(u_1, 1) = u_1$ dan $C(1, u_2) = u_2$

Sifat ini menyatakan bahwa apabila salah satu variabel mempunyai nilai tetap atau 1, maka distribusi gabungan hanya akan mengikuti distribusi marjinal dari variabel lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada ketergantungan antar variabel yang bernilai tetap atau 1.

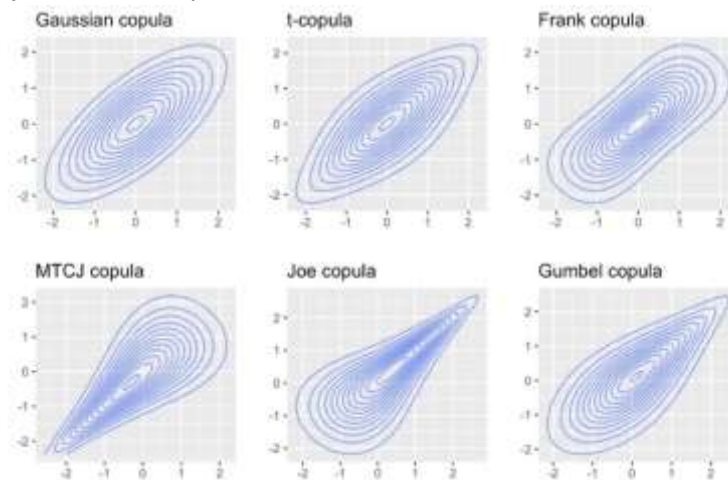
2. C *grounded* yang berarti $C(u_1, 0) = C(0, u_2) = 0$

Sifat ini menyatakan bahwa apabila salah satu variabel mempunyai nilai nol, maka *copula* akan menghasilkan nilai nol untuk semua variabel. Hal ini menunjukkan bahwa ketergantungan antara variabel acak tidak terwujud karena salah satu variabel bernilai nol.

3. C *two-increasing* yang berarti $\forall u_{11}, u_{12}, u_{21}, u_{22} \in [0,1], u_{11} < u_{12}, u_{21} < u_{22}$, maka berlaku $C(u_{12}, u_{22}) - C(u_{11}, u_{22}) - C(u_{12}, u_{21}) + C(u_{11}, u_{21}) \geq 0$.

Sifat ini menyatakan bahwa hubungan antar variabel acak tidak bisa berubah secara drastic. Hal ini menunjukkan bahwa ketergantungan yang konsisten dan stabil pada saat nilai dari kedua variabel berubah.

Copula memiliki konsep sebagai alat untuk mempelajari kebergantungan tidak linear antara kejadian dalam kasus multivariat. *Copula* memiliki beberapa keunggulan antara lain tidak memerlukan asumsi distribusi normal dan dapat menunjukkan adanya pola sebaran data pada ekor distribusi masing-masing variabel. Salah satu keluarga *copula* yang biasa digunakan adalah *copula* eliptik. Keluarga *copula* eliptik terdiri dari *gaussian copula* dan *t-student copula*. Gambar plot untuk beberapa *copula* dapat dilihat pada gambar 1 (Hidayati et al., 2015).



Gambar 1 Plot *Copula*

Pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa plot *Copula Gaussian* berbentuk elip dengan data cenderung berkumpul di bagian tengah dan tidak memiliki *tail* dependensi diatas maupun

dibawah. Plot *Copula T-Student* juga berbentuk elip dengan data cenderung berkumpul di bagian tengah akan tetapi memiliki bentuk yang lebih lebar dan lebih datar dibandingkan dengan *Copula Gaussian*. Plot *Copula Frank* tidak memiliki *tail* dependensi baik diatas maupun dibagian bawah, tetapi memiliki sifat ketergantungan yang lebih kompleks dibandingkan dengan *Copula Gaussian*. Copula MTCJ memiliki *tail* dependensi yang mengarah ke bawah. *Copula Joe* memiliki *tail* dependensi yang lebih mengarah ke atas dibandingkan dengan *Copula Gumbel Copula*.

1.5.4 Copula T-Student

Copula T-Student dapat merepresentasikan struktur ketergantungan yang terkandung dalam distribusi *T-Student*. Kecocokan empiris dari *Copula T-Student* umumnya lebih unggul dibandingkan dengan *Copula Gaussian* karena dapat menangkap fenomena nilai ekstrem yang tergantung. Misalnya vektor acak yang memiliki *Copula T-Student* ingin mengetahui nilai copula limit dari maksimum komponen vector acak dan copula limit dari observasi yang dikondisikan untuk berada di bawah atau di atas ambang eksrem.

Copula T-Student adalah copula dari distribusi *T-Student* standar berdimensi- d yang dapat diperoleh dari derajat kebebasan $v > 0$ dan matriks korelasi ρ . Dengan distribusi vector acak $(t_v(X_1), t_v(X_2), \dots, t_v(X_d))$. Misalkan X adalah vector acak yang berdistribusi $X \sim t_d(v, 0, \rho)$ maka fungsi *Copula T-Student* dengan vector acak X dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$C_{v,\rho}^t = P(t_v(X_1) \leq u_1, \dots, t_v(X_d) \leq u_d) = t_{v,\rho}^d(t_v^{-1}(u_1), \dots, t_v^{-1}(u_d))$$

dimana t_v adalah fungsi distribusi univariate *T-Student* dan $t_{v,\rho}$ adalah fungsi distribusi gabungan dari vector acak $X \sim t_d(v, 0, \rho)$. *Copula T-Student* adalah salah satu jenis copula yang menggunakan distribusi *T-Student*. *Copula T-Student* dengan menggunakan distribusi bivariate *T-Student* dapat dituliskan sebagai berikut (Sartika et al., 2019).

$$C_{v,\rho}^t = t_{v,\rho}^2(t_v^{-1}(u_1), t_v^{-1}(u_2)) \quad (3)$$

dimana :

$C_{v,\rho}^t$: *copula t-Student* yang terkait dengan dua parameter v dan ρ

$t_{v,\rho}^2$: fungsi distribusi *t-Student*

v : derajat kebebasan

ρ : parameter korelasi

t_v^{-1} : fungsi kuantil (invers CDF) dari distribusi *t-Student* dengan derajat kebebasan v

Karena persamaan 3 sulit untuk diturunkan secara analitik, maka (Haugh, 2016) dalam penelitiannya memberikan algoritma *Copula T-Student* untuk memperoleh nilai simulasi *Copula T-Student* dari kedua portofolio saham yang digunakan. Algoritma *Copula T-Student* tersebut adalah:

1. Untuk sembarang matriks kovarian Σ , misalkan ρ adalah matriks korelasi dari variabel awal. Matriks korelasi ρ diperoleh dengan menggunakan nilai korelasi *Pearson*.

$$\rho = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} \\ \rho_{21} & \rho_{22} \end{bmatrix}$$

Koefisien korelasi *pearson* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{2}{\pi} \arcsin(\rho) \\ \arcsin(\rho) &= \frac{\tau\pi}{2} \\ \rho &= \sin\left(\frac{\tau\pi}{2}\right)\end{aligned}\quad (4)$$

dengan $\rho = \rho_{12} = \rho_{21}$ adalah koefisien korelasi *pearson* dan $\rho_{11} = \rho_{22} = 1$ (Haugh, 2016).

dimana nilai τ dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\tau = \frac{N_c - N_d}{\binom{n}{2}} \quad (5)$$

Sebagai gambaran, koefisien korelasi *Kendall's Tau* yang dinotasikan dengan τ . Pada korelasi *Kendall's Tau* dapat diperoleh nilai variabel searah (konkordan) atau berlawanan arah (diskordan). Adapun rumus alternatif apabila dua variabel dikatakan konkordan jika $(x_i - x_j)(y_i - y_j) > 0$ dan diskordan jika $(x_i - x_j)(y_i - y_j) < 0$. Misalkan N_c adalah jumlah konkordan, N_d adalah jumlah diskordan dan n adalah banyaknya data. Maka nilai korelasi *Kendall's Tau* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan

dengan hipotesis korelasi *Kendall's Tau* (Sartika et al., 2019) :

$H_0 : \tau = 0$ (tidak ada korelasi antar variabel)

$H_1 : \tau \neq 0$ (ada korelasi antar variabel)

Nilai korelasi *Kendall's Tau* yang diperoleh harus signifikan dengan uji mutual dependensi. Uji mutual dependensi dilakukan untuk mengetahui adanya dependensi antara dua variabel dalam pemodelan distribusi bersama. Adapun hipotesis yang digunakan untuk pengujian mutual dependensi adalah:

H_0 : tidak terdapat dependensi antar variabel

H_1 : terdapat dependensi antar variabel

Uji ini dilakukan pada nilai Z dengan:

$$Z = \sqrt{\frac{9n(n-1)}{2(2n+5)}} |\tau| \quad (6)$$

dengan:

τ : korelasi *Tendall's Tau*

Apabila nilai $Z > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa terdapat dependensi antar variabel (Ningrum et al., 2017).

2. Bangkitkan $X \sim MN(\mathbf{0}, \boldsymbol{\rho})$ sebanyak 1129 pasang data.
3. Bangkitkan $\xi \sim X_v^2$ independen terhadap X sebanyak 1129 data.

4. Menghitung nilai U dengan menggunakan persamaan berikut.

$$U = \left(t_v \left(\frac{x_1}{\sqrt{\frac{\xi_1}{v}}} \right), \dots, t_v \left(\frac{x_n}{\sqrt{\frac{\xi_n}{v}}} \right) \right) \quad (7)$$

dimana t_v adalah sebaran distribusi *T-Student*, t_v adalah sebaran t dengan derajat kebebasan v dan ρ adalah matriks korelasi.

1.5.5 Value at Risk

Value at risk (*VaR*) merupakan kerugian terburuk dari suatu aset pada suatu jangka waktu dan suatu tingkat kepercayaan tertentu. Menurut Maruddani (2019), menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari, yaitu sebagai berikut.

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = V_0 R^* \sqrt{t} \quad (8)$$

Dengan:

V_0 : dana investasi awal aset.

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

Terdapat kemungkinan bahwa kerugian sebenarnya dapat lebih buruk, sehingga keterbatasan dari *VaR* adalah tidak dapat menyatakan apapun tentang seberapa besar kerugian yang benar-benar terjadi dan secara definitif tidak menegaskan kemungkinan kerugian yang paling buruk (Prihatiningsih et al., 2020).

Metode yang sering digunakan untuk menghitung nilai *VaR* adalah simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo adalah metode yang paling kuat untuk mengukur *VaR* karena simulasi ini melakukan percobaan berulang kali dengan pembangkitan bilangan acak sehingga diperoleh nilai random pada probabilitas frekuensi tertentu yang akan digunakan sebagai estimasi untuk memprediksi kondisi pergerakan saham di masa yang akan datang (Astuti et al., 2020).

Monte Carlo mempunyai kelebihan yang tidak dimiliki oleh metode simulasi lain pada perhitungan nilai *VaR* yaitu dapat menghasilkan perhitungan yang lebih akurat, dapat digunakan pada semua jenis asumsi distribusi serta dapat digunakan pada jenis distribusi *fat tails*. Simulasi Monte Carlo menjadi metode simulasi yang paling bagus digunakan untuk menghitung *VaR* karena dapat menghitung bermacam-macam susunan eksposur dan risiko serta cukup fleksibel untuk menggabungkan variasi waktu pada volatilitas, *fat tails*, dan scenario yang ekstrem. Untuk menghitung nilai *VaR*, simulasi Monte Carlo mensimulasikan dengan membangkitkan bilangan random berdasarkan dengan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan yang nantinya akan digunakan untuk mengestimasi nilai *VaR*-nya. Simulasi Monte Carlo adalah metode simulasi yang digunakan untuk menganalisa ketidakpastian yang bertujuan untuk menentukan bilangan acak yang mempengaruhi kestabilan dari sistem yang dimodelkan. Simulasi ini digunakan untuk menganalisa tingkat risiko kerugian. Oleh karena itu, simulasi Monte Carlo bertujuan untuk menemukan nilai yang mendekati nilai sesungguhnya atau nilai yang akan terjadi kedepannya berdasarkan dengan distribusi dari data sehingga simulasi Monte Carlo dapat memprediksi suatu nilai (Ningsih and Aarsal, 2022).

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data *return* harga penutupan saham harian PT. BNI Tbk dan PT. BTN Tbk periode 2 Januari 2020 sampai 30 Agustus 2024. Data tersebut diperoleh melalui *website* <http://finance.yahoo.com>. Aplikasi yang digunakan untuk membantu penelitian ini adalah *software* Microsoft Excel dan R Studio.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *return* harga penutupan saham harian PT. BNI Tbk dan *return* harga penutupan saham harian PT. BTN Tbk.

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
x	<i>Return</i> Harga Penutupan Saham PT BNI Tbk
y	<i>Return</i> Harga Penutupan Saham PT BTN Tbk

2.3 Tahapan Analisis Data

Adapun tahapan analisis data yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghitung *return* dari masing-masing harga penutupan saham berdasarkan Persamaan 1.

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

2. Menghitung nilai korelasi *Kendall's Tau* dari kedua *return* saham berdasarkan Persamaan 5.

$$\tau = \frac{N_c - N_d}{\binom{n}{2}}$$

3. Menghitung nilai uji mutual dependensi berdasarkan Persamaan 6.

$$Z = \sqrt{\frac{9n(n-1)}{2(2n+5)}} |\tau|$$

4. Menghitung nilai estimasi parameter *Copula T-Student* menggunakan nilai korelasi *Kendall's Tau* yang diperoleh pada langkah (3) berdasarkan Persamaan 4.

$$\rho = \sin\left(\frac{\tau\pi}{2}\right)$$

5. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara acak *return* menggunakan fungsi *Copula T-Student* berdasarkan nilai estimasi parameter yang diperoleh pada langkah (4) yaitu sebanyak 1129 data dengan menggunakan Persamaan 7.

$$U = \left(t_v \left(\frac{X_1}{\sqrt{\frac{\xi}{v}}} \right), \dots, t_v \left(\frac{X_d}{\sqrt{\frac{\xi}{v}}} \right) \right)$$

6. Menghitung *return* portofolio berdasarkan simulasi nilai *return* yang diperoleh pada Langkah (5) menggunakan Persamaan 2.

$$r_{pt} = w_1 r_{1,t} + w_2 r_{2,t}$$

7. Mencari dugaan kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - 5\%)$ yang merupakan nilai kuantil 5% dari *return* portofolio yang diperoleh pada Langkah (6) dengan menggunakan cara sebagai berikut. Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode t hari dengan menggunakan persamaan 8.

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = V_0 R^* \sqrt{t}$$

8. Melakukan interpretasi dari hasil yang telah diperoleh.