



Analisis dan Pembentukan Portofolio Optimal Aset Tunggal Berdasarkan Value at Risk dan Varians-Kovarians

Devi Isti Damayanti¹, Farrah Mutia Sabrina², Nilna Adiba Kamal³, Ingka Amaliya Nur Sabrina⁴, Di Asih I Maruddani⁵

^{1,2,3,4,5} Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

¹deviistidamayanti@students.undip.ac.id ²farrahmutiasabrina@students.undip.ac.id ³nilnaadibakamal@students.undip.ac.id

⁴ingkaamaliya@students.undip.ac.id ⁵maruddani@live.undip.ac.id

Corresponding author email: maruddani@live.undip.ac.id

Abstract: This study analyzes the Value at Risk (VaR) on a single asset and forms an optimal portfolio using the Variance-Covariance method. VaR measures the maximum potential loss of an investment over a certain period with a specified confidence level. The Variance-Covariance method efficiently calculates VaR for multi-asset portfolios, assuming a normal distribution of asset returns. Optimization techniques form portfolios that minimize risk by considering the correlation between assets. This research uses three stocks to compile an optimal portfolio in the stock closing price period 2 January 2024 – 7 June 2024. The research results show that diversification through an optimal portfolio significantly reduces total risk compared to investing in a single asset. Sensitivity analysis evaluates the impact of market parameter changes on VaR values and optimal portfolio composition. This research provides insights for investors in managing investment risks and developing better portfolio strategies. The portfolio with the highest maximum VaR is PT. XL Axiata Tbk and PT. Astra International Tbk at IDR 257,309.3, while the portfolio with the lowest maximum VaR is PT. Bank Central Asia Tbk, PT. XL Axiata Tbk, and PT. Astra International Tbk at IDR 187,826.5, making it the optimal portfolio.

Keywords: Variance-Covariance, Optimal Portfolio, Investment Risk, diversification, Sensitivity Analysis.

Abstrak: Penelitian ini menganalisis Value at Risk (VaR) pada aset tunggal dan membentuk portofolio optimal menggunakan metode Variansi-Kovarians. VaR adalah metode untuk mengukur potensi kerugian maksimum suatu investasi dalam periode tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu. Metode Varians-Kovarians memungkinkan perhitungan VaR secara efisien untuk portofolio multi-aset dengan asumsi distribusi normal dari return aset. Teknik optimisasi portofolio digunakan untuk membentuk portofolio yang meminimalkan risiko dengan mempertimbangkan korelasi antar aset. Penelitian ini menggunakan tiga saham yang berbeda untuk menyusun portofolio optimal pada periode harga penutupan saham 2 Januari 2024 – 7 Juni 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diversifikasi melalui portofolio optimal dapat mengurangi risiko total secara signifikan dibandingkan investasi pada aset tunggal. Analisis sensitivitas juga dilakukan untuk mengevaluasi dampak perubahan parameter pasar terhadap nilai VaR dan komposisi portofolio optimal. Penelitian ini memberikan wawasan bagi investor dalam pengelolaan risiko investasi dan strategi portofolio yang lebih baik. Portofolio dengan VaR maksimum tertinggi adalah PT. XL Axiata Tbk dan PT. Astra International Tbk sebesar Rp257.309,3, sedangkan portofolio dengan VaR maksimum terendah adalah PT. Bank Central Asia Tbk, PT. XL Axiata Tbk, dan PT. Astra International Tbk sebesar Rp187.826,5, yang menjadi portofolio optimal.

Kata kunci: Variansi-Kovarians, Portofolio Optimal, Risiko Investasi, Diversifikasi, Analisis Sensitivitas.

I. PENDAHULUAN

Saham adalah bukti kepemilikan seseorang atau suatu badan dalam sebuah perusahaan atau perseroan terbatas. Saham biasanya diwujudkan dalam bentuk selebar kertas yang menyatakan bahwa pemilik kertas tersebut memiliki bagian dari perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut. [1]. Saham (*stock*) merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang paling populer. Bagi perusahaan, penerbitan saham merupakan salah satu opsi untuk mendapatkan pendanaan. Di sisi lain, saham menjadi pilihan investasi yang diminati oleh banyak investor karena mampu memberikan tingkat keuntungan yang menarik. Dengan adanya pemulihan ekonomi di Indonesia, saham saat ini menjadi pilihan investasi utama dalam sektor keuangan. Investasi merupakan metode di mana perusahaan atau individu menanamkan aset atau dana untuk jangka waktu tertentu dengan tujuan memperoleh pengembalian yang lebih tinggi di masa depan. Menciptakan iklim investasi yang baik dapat mendorong pertumbuhan ekonomi dan mengurangi kemiskinan [2].



Dalam berinvestasi di pasar modal, diperlukan pengetahuan, pengalaman, serta naluri bisnis yang memadai untuk menganalisis efek-efek yang akan dibeli [2]. Para calon investor yang ingin menanamkan modal di pasar saham perlu memiliki pemahaman mendalam tentang risiko yang menyertainya. Masa depan di pasar saham sering kali tidak dapat diprediksi dengan akurat, karena harga saham cenderung berfluktuasi dan jarang stabil. Tingkat keuntungan yang tinggi dari investasi saham umumnya disertai dengan tingkat risiko yang lebih besar bagi investor. Portofolio optimal adalah portofolio yang dipilih dari kumpulan portofolio efisien. Portofolio yang dipilih oleh seorang investor adalah portofolio yang cocok dengan preferensi mereka terhadap tingkat *return* dan risiko yang siap untuk ditanggung.

Penelitian ini berfokus pada analisis teknikal dengan asumsi fundamental dimana perusahaan memiliki kesamaan kondisi saat analisis. Salah satu cara untuk mengukur risiko ekuitas adalah *Value at Risk* (VaR). *Value at Risk* (VaR) adalah metode statistik untuk mengukur risiko yang digunakan untuk memperkirakan kerugian maksimum yang mungkin terjadi pada suatu portofolio dalam jangka waktu tertentu, dengan tingkat kepercayaan yang ditentukan [3]. Terdapat tiga metode utama dalam menghitung VaR yaitu metode parametrik (Variansi-Kovarians), metode simulasi *Monte Carlo*, dan simulasi historis (*Historical Simulation*) [4]. Pada penelitian ini VaR dihitung dengan memanfaatkan metode Variansi-Kovarians. Metode Variansi-Kovarians berasumsi bahwa pengembalian portofolio berkorelasi secara linier dengan pengembalian dari setiap aset individu, di mana distribusi pengembalian tersebut mengikuti distribusi normal [5]. Penelitian mengenai analisis *Value at Risk* (VaR) ini bertujuan untuk memberikan wawasan bagi para investor dalam menentukan portofolio yang optimal. Salah satu pendekatan yang paling efektif untuk menyusun portofolio yaitu dengan metode *Mean Variance Efficient Portofolio* (MVEP), yang merupakan portofolio dengan varian terendah di antara kombinasi-kombinasi portofolio yang mungkin.

Pemilihan saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT Astra International Tbk (ASII.JK) dalam analisis ini didasarkan pada karakteristik unik dan peran strategis masing-masing perusahaan dalam sektor ekonomi yang berbeda di Indonesia. PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), sebagai perusahaan terkemuka di sektor perbankan, memberikan eksposur terhadap pertumbuhan industri perbankan yang krusial untuk mendukung digitalisasi ekonomi [6]. PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK) sebagai penyedia dalam industri telekomunikasi, menawarkan layanan konvergensi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat sehari-hari dan mendukung pertumbuhan ekonomi digital [7]. Sementara itu, PT Astra International Tbk (ASII.JK) sebagai perusahaan besar dalam sektor industri otomotif, perusahaan ini telah mendiversifikasi bisnisnya ke dalam tujuh segmen, seperti otomotif, pembiayaan, pertambangan dan konstruksi, serta agrobisnis [8]. Kombinasi dari ketiga saham ini memberikan keseimbangan antara risiko dan potensi *return*, dianggap memungkinkan analisis yang komprehensif dalam pembentukan portofolio optimal menggunakan metode Variansi-Kovarians, serta menggambarkan dampak diversifikasi risiko pada berbagai sektor industri.

Oleh karena itu, peneliti melakukan studi mengenai analisis VaR aset individu serta pembentukan portofolio optimal menggunakan metode Variansi-Kovarians untuk saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT Astra International Tbk (ASII.JK), dengan harapan penelitian ini dapat digunakan untuk menggambarkan pergerakan harga saham di masa depan berdasarkan portofolio yang optimal bagi investor.

II. METODE PENELITIAN

II.1. Jenis dan Sumber Data

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Penelitian ini menggunakan data harga saham harian pada periode 2 Januari 2024 – 7 Juni 2024 sebanyak 96 data. Data yang diambil merupakan harga penutupan saham harian yang dijadikan sampel penelitian, PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT Astra International Tbk (ASII.JK) yang diperoleh dari <https://finance.yahoo.com/> (Diunduh pada tanggal 11 Juni 2024)[9]. Pada penelitian ini dilakukan pemilihan beberapa saham yang tergabung dalam indeks LQ-45 selama

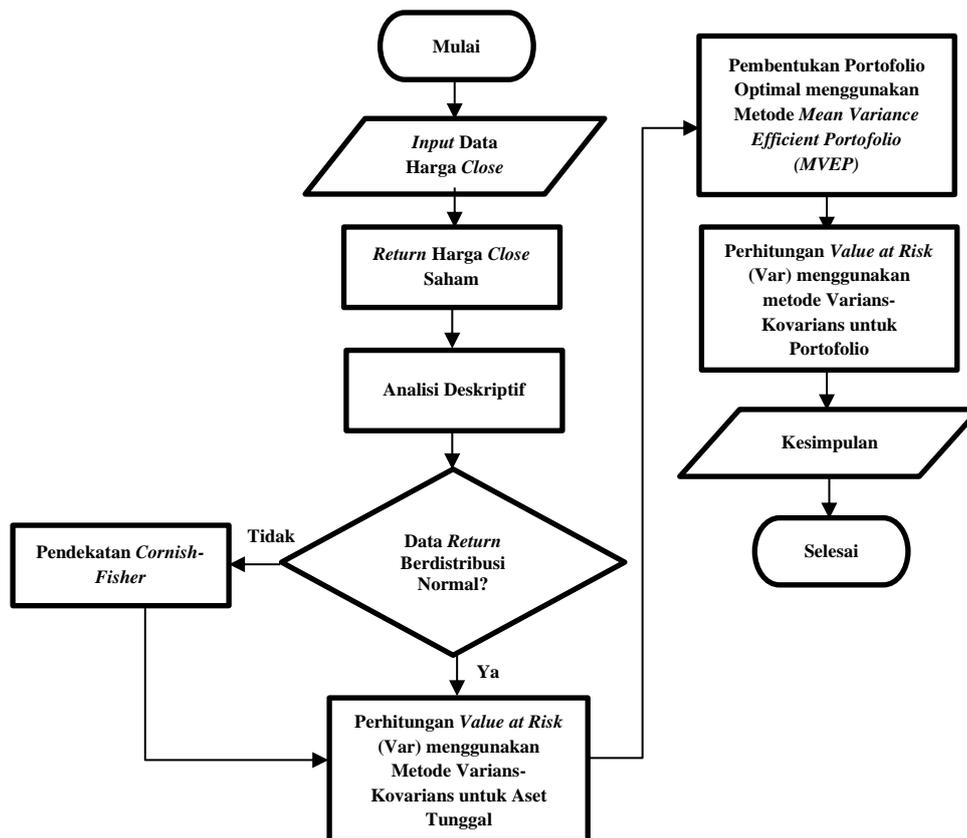


periode pengamatan pada bulan Februari hingga Juli 2024. Tahapan dalam penelitian ini dijelaskan dalam gambar 1.

II.2. Teknik Analisis Data

1. *Input* data harga penutupan saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT Astra International Tbk (ASII.JK) pada periode 2 Januari 2024 – 7 Juni 2024.
2. Mengestimasi nilai *return* dari harga penutupan saham.
3. Analisis deskriptif dan visualisasi harga penutupan dan *return* saham.
4. Melakukan uji normalitas pada data *return* menggunakan Kolmogorov-Smirnov. Jika data menunjukkan distribusi normal, dilanjutkan pada analisis VaR.
5. Perhitungan VaR menggunakan metode Varians-Kovarians untuk aset tunggal.
6. Pembentukan portofolio optimal menggunakan metode *Mean Variance Efficient Portfolio* (MVEP).

II.3. Diagram Alir



II.4. Saham LQ-45

LQ-45 adalah indeks saham yang mengukur kinerja harga 45 saham di Bursa Efek Indonesia dari berbagai industri berbeda dengan kapitalisasi pasar tertinggi dalam 12 bulan terakhir. LQ memiliki makna “*Liquidity*” dan “*Quality*”, yang berarti saham-saham yang masuk ke dalam indeks ini diwajibkan memiliki tingkat likuiditas yang tinggi dengan kualitas yang baik. Komposisi saham indeks LQ-45 dapat berubah-ubah, biasanya akan diperbarui dalam setahun sebanyak dua kali, pada bulan Februari dan Agustus.



Berikut adalah persyaratan untuk saham yang memenuhi kriteria untuk masuk ke dalam indeks saham LQ-45:

1. Saham harus menunjukkan kondisi keuangan yang kuat serta potensi signifikan untuk pertumbuhan nilai transaksi perusahaan.
2. Saham harus sudah tercatat selama minimal 3 bulan.
3. Saham harus berada di antara 60 saham dengan nilai transaksi tertinggi di pasar reguler dalam 1 tahun terakhir.
4. Saham harus memiliki kapitalisasi pasar yang besar selama 1 tahun terakhir.

II.5. Return

Penelitian ini memanfaatkan data historis untuk menghitung *return* aktual atau *return* yang telah terealisasi. *Return* tersebut dihitung menggunakan metode total *return*, yang membandingkan harga saham saat ini dengan harga saham periode sebelumnya. Rumus perhitungan *return* saham adalah sebagai berikut [10]:

$$R_{hk} = \frac{P_{hk} - P_{hk-1}}{P_{hk-1}} \quad (1)$$

dengan:

- R_{hk} : *Return* yang dihasilkan oleh saham h pada periode k .
- P_{hk} : Harga saham h pada periode k .
- P_{hk-1} : Harga saham h pada periode sebelum k .

II.6. Analisis Deskriptif

Analisis statistik deskriptif adalah teknik yang digunakan untuk merangkum data yang terkumpul, dengan menggambarkan informasi tersebut secara langsung tanpa melakukan generalisasi atau inferensi. Pendekatan ini menyajikan informasi dasar sebagai deskripsi semata, tanpa mengkaji hubungan antar data, melakukan pengujian hipotesis, prediksi, atau penarikan kesimpulan lebih lanjut.

Statistik deskriptif, yang sering disebut sebagai statistik dasar, melibatkan berbagai cara penyajian data dalam bentuk angka untuk memberikan gambaran menyeluruh. Ini mencakup penggunaan tabel, diagram, histogram, poligon frekuensi, dan grafik ogive (ozaiiv). Statistik ini juga memanfaatkan ukuran-ukuran lokasi seperti median, kuartil, desil, dan persentil. Selain itu, ukuran pusat data, seperti rata-rata aritmetika, rata-rata geometrik, rata-rata harmonik, dan modus, juga digunakan. Selain itu, simpangan baku, angka standar, kurva normal, serta analisis korelasi dan regresi linier termasuk dalam cakupan statistik deskriptif untuk mengilustrasikan dan menginterpretasikan data secara lebih mendalam.

II.7. Uji Normalitas

Uji Kolmogorov-Smirnov adalah salah satu metode pengecekan untuk uji normalitas, yaitu metode yang digunakan untuk membandingkan antara frekuensi kumulatif dari distribusi teoritis dengan frekuensi kumulatif dari distribusi empiris atau observasional [11]. Pada penelitian ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk menguji data dengan ukuran sampel yang melebihi 50 [12]. Berikut adalah rumus untuk uji Kolmogorov-Smirnov [13]:

$$D = \max |F_k(x) - S_i(x)| \quad (2)$$

dengan:

- D : Deviasi terbesar antara distribusi kumulatif sampel dan distribusi teoritis.
- F_k : Distribusi frekuensi kumulatif yang diharapkan teoritis.
- S_t : Distribusi frekuensi kumulatif yang diperoleh sampel.

Perhitungan uji normalitas adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis
 - H_0 : Data berdistribusi sesuai dengan distribusi normal
 - H_1 : Data tidak berdistribusi sesuai dengan distribusi normal
2. Tingkat Signifikan



$$\alpha = 5\%$$

3. Daerah Kritis
Bandingkan statistik uji D dengan nilai kritis dari tabel KS untuk tingkat signifikansi yang dipilih (misalnya, $\alpha = 0.05$)
4. Statistik Uji
Mengacu pada (2).
5. Keputusan
 - a. Jika D lebih besar dari nilai kritis, tolak H_0 .
 - b. Jika D kurang dari atau sama dengan nilai kritis, gagal menolak H_0 .
 Alternatifnya, hitung p-value dari statistik uji KS dan bandingkan dengan tingkat signifikansi α :
 - a. Jika p-value $< \alpha$, tolak H_0 .
 - b. Jika p-value $\geq \alpha$, gagal menolak H_0 .

II.8. Mean Variance Efficient Portofolio (MVEP)

Penelitian ini menerapkan metode *Mean Variance Efficient Portofolio* (MVEP), sebuah pendekatan yang bertujuan membentuk portofolio optimal dengan meminimalkan variansi. Metode ini berfokus pada menciptakan portofolio dengan variansi paling rendah di antara berbagai kombinasi portofolio yang mungkin. Dengan variansi yang diminimalisir, portofolio tersebut juga memiliki tingkat risiko terendah [5]. Perhitungan bobot $w = (w_1, \dots, w_p)^T$ dalam MVEP, hal ini dilakukan dengan meminimalkan variansi yang akan diterapkan [14]. Penggunaan vektor bobot w didasarkan pada dua batasan, yaitu pertama, kondisi awal ekspektasi return μ_p harus dicapai yaitu $w^T \mu$. Kedua, semua portofolio yang akan dibentuk harus memiliki total yang sama dengan satu $w^T \mathbf{1}_n = 1$ dengan $\mathbf{1}_n$ merupakan vektor 1 sebanyak n . Masalah optimalisasi dapat dipecahkan menggunakan metode fungsi Lagrange, yaitu [15]:

$$L = w^T \Sigma w + \lambda_1 (\mu_p - w^T \mu) + \lambda_2 (1 - w^T \mathbf{1}_n) \quad (3)$$

Dengan demikian, rumus bobot saham menggunakan metode MVEP dapat diperoleh sebagai berikut: [16]:

$$w = \frac{\Sigma^{-1} \mathbf{1}_n}{\mathbf{1}_n^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_n} \quad (4)$$

dengan:

- w : Bobot dari masing-masing saham dalam portofolio
- Σ^{-1} : Invers matriks Variansi-Kovarians, yang menunjukkan keterkaitan variabilitas antara berbagai saham
- $\mathbf{1}_n$: Vektor berisi angka 1 sebanyak n elemen
- $\mathbf{1}_n^T$: *Tranpose* dari vektor berisi angka 1 sebanyak n .

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai variansi dari portofolio 2 aset sebagai berikut [17]:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{k=1}^n (R_{hk} - \bar{R}_{hk})^2}{n - 1} \quad (5)$$

dengan:

- σ^2 : Variansi *return*
- R_{hk} : *Return* yang dihasilkan oleh saham h pada periode k
- \bar{R}_{hk} : Rata-rata *return* yang dihasilkan oleh saham h pada periode k
- n : Jumlah periode

Rumus yang digunakan untuk menghitung kovarians dari portofolio 2 aset sebagai berikut [18]:

$$Cov(R_1, R_2) = \sigma_{R_1, R_2} = \frac{\sum_{k=1}^n (R_{1k} - \bar{R}_1)(R_{2k} - \bar{R}_2)^2}{n - 1} \quad (6)$$

dengan:

- σ_{R_1, R_2} : Nilai kovarians antara saham 1 dan saham 2



- R_{1k} : *Return* yang dihasilkan oleh saham 1 pada periode k
 R_{2k} : *Return* yang dihasilkan oleh saham 2 pada periode k
 \bar{R}_1 : Rata-rata *return* saham 1
 \bar{R}_2 : Rata-rata *return* saham 2
 n : Jumlah periode

II.9. Value at Risk (VaR)

Value at Risk (VaR) adalah metode statistik untuk menilai risiko yang memperkirakan kerugian maksimal yang dapat terjadi pada sebuah portofolio dengan tingkat kepercayaan tertentu [19]. Sebagai alat ukur risiko, VaR menggunakan berbagai teknik statistik dalam perhitungannya. Ada tiga metode untuk menghitung *Value at Risk* yaitu metode parametik (Variansi-Kovarians), metode *Monte Carlo Simulation*, dan metode *Historical Simulation* [4].

II.10. Metode Variansi-Kovarians

Asumsi yang mendasari metode Variansi-Kovarians adalah bahwa data *return* dianggap mengikuti distribusi normal dan *return* portofolio memiliki keterkaitan linear dengan *return* dari setiap aset tunggal [5]. Asumsi ini dapat menyebabkan estimasi volatilitas atau perubahan harga aset di masa depan yang tidak terlalu besar.

Metode ini menawarkan keunggulan utama dalam memberikan gambaran menyeluruh tentang distribusi hasil, yang juga berdampak pada peningkatan kinerja. Dengan asumsi bahwa distribusi normal adalah akurat, probabilitas kejadian ekstrem menjadi rendah, sehingga implementasinya lebih sederhana dan metodenya memiliki akurasi tinggi. Perhitungan *Value at Risk* (VaR) dengan metode Variansi-Kovarians untuk periode T dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ sebagai berikut [20]:

$$VaR(1 - \alpha, T) = -W_0 \sigma z_\alpha \sqrt{T} \quad (7)$$

dengan

- W_0 : Modal awal yang diinvestasikan
 σ : Standar deviasi dari *return* investasi
 z_α : Nilai z distribusi normal dalam tingkat keyakinan tertentu.
 T : *Holding period*.

Perhitungan nilai standar deviasi *return* dapat dihitung menggunakan rumus seperti [17]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (R_{hk} - \bar{R}_{hk})^2}{n - 1}} \quad (8)$$

dengan:

- σ : Standar deviasi *return*.
 R_{hk} : *Return* yang dihasilkan oleh saham h pada periode k
 \bar{R}_{hk} : Rata-rata *return* yang dihasilkan oleh saham h pada periode k
 n : Jumlah periode.

Matriks Variansi-Kovarians adalah matriks yang menyimpan variansi dan kovarians antara berbagai variabel di dalamnya. Matriks Variansi-Kovarians dengan ordo $p \times p$ [21]:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{1p} & \dots & \sigma_{2p} & \ddots & \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \ddots & \dots & \sigma_p^2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

dengan:

- σ_{ij} = kovarians dari X_i dan X_j , $i = 1, 2, \dots, p$ dan $j = 1, 2, \dots, p$



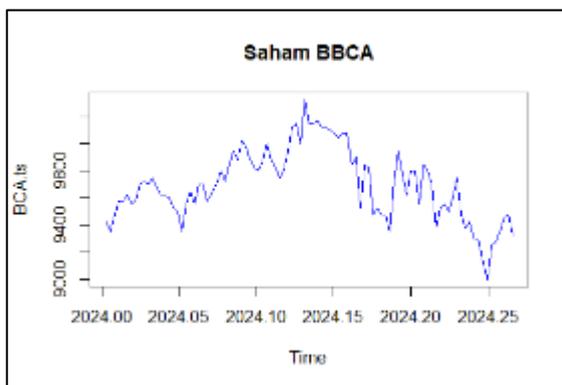
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1. Analisis Deskriptif

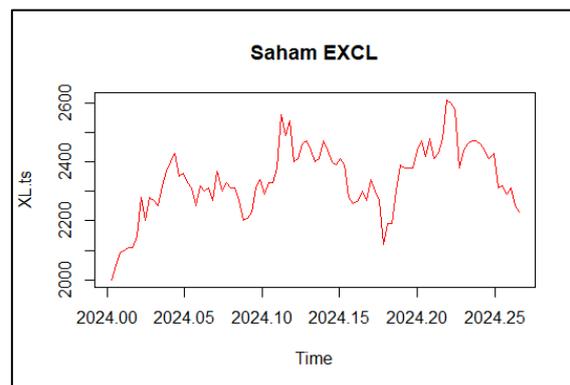
Analisis deskriptif yaitu metode analisis data untuk menggambarkan atau merangkum suatu data tanpa menarik kesimpulan yang jauh. Salah satu penyajian data dari analisis deskriptif berupa plot. Berikut merupakan *plot* dan *summary descriptive* dari harga *close* saham PT. Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT. XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT. Astra International Tbk (ASII.JK) pada periode 2 Januari 2024 – 7 Juni 2024.

Tabel 1. Summary Descriptive Closing Price saham BBCA, EXCL, dan ASII.

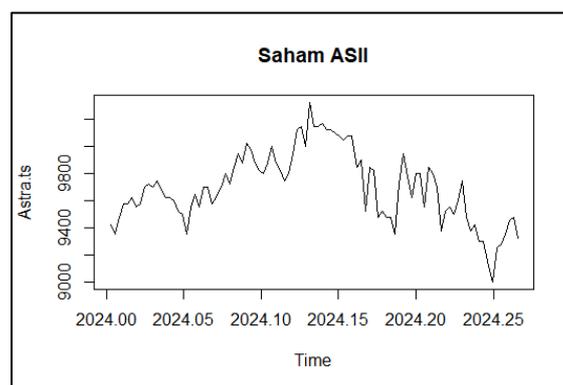
Kode Saham	<i>min</i>	<i>median</i>	<i>mean</i>	<i>max</i>
BBCA	9.000	9.700	9.698	10.325
EXCL	2.000	2.330	2.340	2.610
ASII	4.290	5.150	5.112	5.700



Gambar 2a.



Gambar 2b.



Gambar 2c.

Gambar 2. Plot Closing Price saham periode 2 Januari 2024 - 7 Juni 2024: (2a) BBCA (2b) EXCL (2c) ASII.

Berdasarkan Gambar 2a diketahui saham BBCA menunjukkan fluktuasi harga yang signifikan dengan nilai minimum pada harga *close* saham PT. Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK) adalah sebesar Rp9.000,00 dengan nilai maksimum sebesar Rp10.325,00 dan nilai rata-ratanya sebesar Rp9.698,00. Berdasarkan Gambar 2b diketahui saham EXCL menunjukkan pergerakan harga yang bervariasi dengan nilai minimum pada harga *close* saham PT. XL Axiata Tbk (EXCL.JK) yaitu sebesar Rp2.000,00 dengan nilai maksimum sebesar Rp2.610,00 dan nilai rata-ratanya sebesar Rp2.340,00.

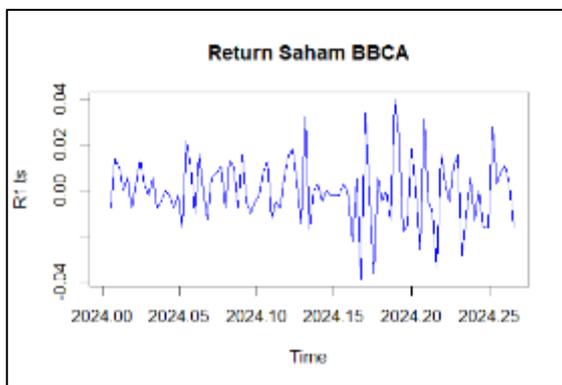


Berdasarkan Gambar 2c diketahui saham ASII menunjukkan fluktuasi harga yang signifikan dengan nilai minimum pada harga *close* saham PT. Astra International Tbk (ASII.JK) yaitu sebesar Rp4.290,00 dengan nilai maksimum sebesar Rp5.700,00 dan nilai rata-ratanya sebesar Rp5.112,00.

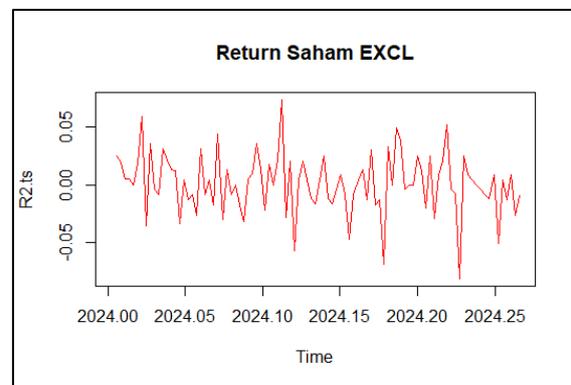
Plot return dan *summary descriptive* dari harga *close* saham PT. Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT. XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT. Astra International Tbk (ASII.JK) pada periode 2 Januari 2024 - 7 Juni 2024 dengan menggunakan persamaan (1) ditampilkan pada gambar berikut.

Tabel 2. *Summary Descriptive Closing Price Return* saham BBCA, EXCL, dan ASII.

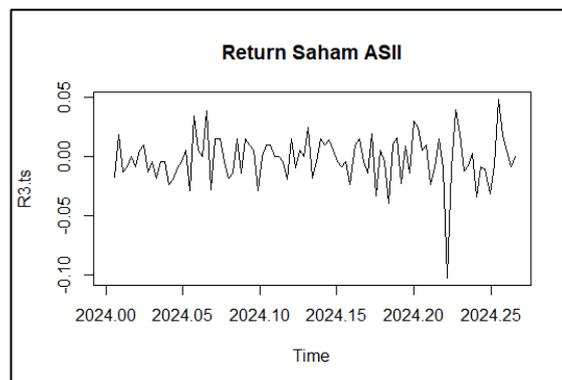
Kode Saham	<i>min</i>	<i>median</i>	<i>mean</i>	<i>max</i>
BBCA	-0,0386148	0	-0,0001111	0,0393235
EXCL	-0,080689	0,002028	0,001134	0,072907
ASII	-0,102627	-0,004588	-0,002324	0,047791



Gambar 3a.



Gambar 3b.



Gambar 3c.

Gambar 3. *Plot return closing price* saham periode 2 Januari 2024 - 7 Juni 2024: (3a) BBCA (3b) EXCL (3c) ASII.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa fluktuasi antara ketiga saham berbeda-beda. Berdasarkan *plot return closing price* saham BBCA (R1) memiliki kisaran fluktuasi dengan nilai minimum -0,0386 hingga nilai maksimum sebesar 0,0393 dengan median 0 dan mean sedikit negatif di -0,0001. Ini menunjukkan bahwa *return* saham BBCA cenderung berfluktuasi dekat nol dengan sedikit kecenderungan negatif. *Plot return closing price* saham EXCL (R2) bervariasi dari -0,0807 hingga 0,0729 dengan median positif kecil 0,0020 dan mean positif 0,0011, menunjukkan kecenderungan *return* yang sedikit positif meskipun ada fluktuasi yang lebih besar dibandingkan dengan *plot return closing price* saham BBCA. *Plot return closing price* saham ASII (R3) menunjukkan rentang fluktuasi yang lebih luas, dari -0,1026 hingga sebesar 0,0478 dengan median -0,0046 dan mean -0,0023, menunjukkan kecenderungan *return* yang sedikit negatif. Secara keseluruhan, meskipun semua saham



menunjukkan volatilitas yang signifikan, saham EXCL menunjukkan *return* rata-rata yang sedikit lebih positif sementara saham ASII menunjukkan kecenderungan *return* yang sedikit negatif, dan BBCA berada di antara keduanya dengan kecenderungan hampir netral.

Berdasarkan analisis volatilitas dan rentang *return* saham, saham BBCA menunjukkan risiko terendah dengan fluktuasi yang lebih kecil dan *return* yang cenderung stabil di sekitar nol. Saham EXCL memiliki risiko yang lebih tinggi dengan volatilitas lebih besar dan rentang *return* yang lebih luas, tetapi juga memiliki potensi *return* positif yang lebih baik. Saham ASII menunjukkan risiko tertinggi dengan volatilitas paling besar dan kecenderungan *return* negatif. Investor yang menghindari risiko mungkin lebih memilih saham BBCA, sementara mereka yang bersedia mengambil risiko untuk potensi *return* yang lebih tinggi mungkin mempertimbangkan saham EXCL atau ASII, dengan catatan bahwa ASII membawa risiko terbesar.

III.2. Analisis VaR Aset Tunggal

III.2.1. Uji Normalitas

Tujuan uji normalitas adalah untuk mengevaluasi apakah data mengikuti distribusi normal atau tidak. Data yang terdistribusi secara normal dapat mengurangi potensi bias. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk mengevaluasi normalitas data, sebuah metode yang tepat untuk sampel data besar, yaitu lebih dari 50 observasi.

a. Uji Hipotesis

H_0 : Data berdistribusi sesuai dengan distribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi sesuai dengan distribusi normal

b. Taraf Signifikansi

$\alpha = 5\% = 0,05$

c. Daerah Kritis

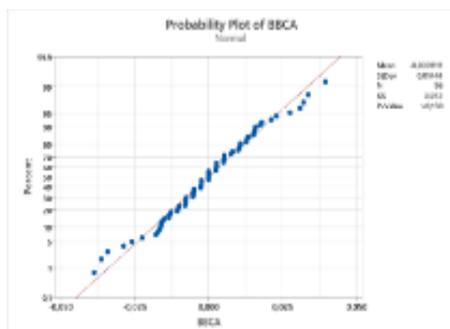
Tolak H_0 apabila $p\text{-value} \leq \alpha$

Gagal Tolak H_0 apabila $p\text{-value} > \alpha$

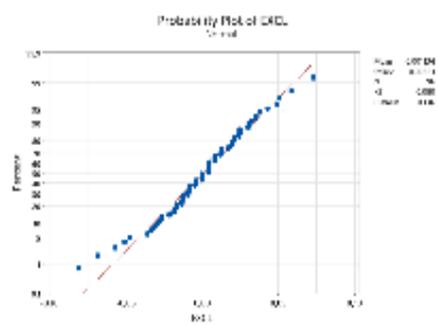
d. Statistik Uji

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Return* Saham

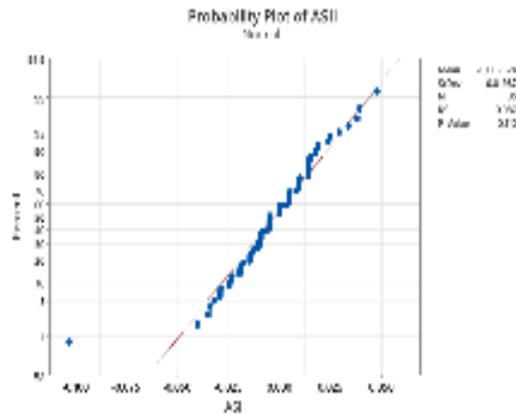
BBCA	EXCL	ASII
-0,007989	0,024693	-0,017700
0,013280	0,019324	0,017700
0,010499	0,004773	-0,013245
0,000000	0,004751	-0,008929
...
0,010638	0,008696	0,004357
0,002642	-0,026317	-0,008734
-0,015958	-0,008929	0,000000



Gambar 4a.



Gambar 4b.



Gambar 4c.

Gambar 6. Probability plot saham: (6a) BBKA (6b) EXCL (6c) ASII

e. Keputusan

Tabel 7. Hasil Keputusan Uji Normalitas

Kode Saham	<i>p-value</i>	α (<i>alpha</i>)	Keputusan
BBKA	>0,150	0,05	Gagal Tolak H_0
EXCL	0,136	0,05	Gagal Tolak H_0
ASII	0,110	0,05	Gagal Tolak H_0

f. Kesimpulan

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%, data *return* saham BBKA, EXCL dan ASII gagal tolak H_0 yang artinya data berdistribusi normal.

III.2.2. Analisis VaR Aset Tunggal dengan Metode Variansi-Kovarians

Perhitungan *Value at Risk* (VaR) untuk saham BCA selama 1 bulan ke depan dengan modal awal sebesar Rp10.000.000, standar deviasi sebesar 0,0144376, dan nilai *Z score* pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 1,644854, dengan menggunakan persamaan (7) sebagai berikut:

$$VaR(1 - \alpha, T) = (-10.000.000)(0,144376)(1,644854)\sqrt{1}$$

$$VaR(1 - \alpha, T) = 237477,4 \text{ atau Rp}237.477,4$$

Dalam analisis ini, perhitungan VaR untuk aset tunggal saham yang lain sama dengan metode yang digunakan sebelumnya untuk saham BBKA. Berikut hasil VaR aset tunggal untuk ketiga saham ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan VaR Aset Tunggal.

Kode Saham	VaR
BBKA	Rp237.477,4
EXCL	Rp346.359,6
ASII	Rp326.797,8

Dari Tabel 8 terlihat bahwa dengan modal awal Rp10.000.000, saham PT. Astra International Tbk (ASII.JK) memiliki nilai kerugian maksimum atau VaR sekitar Rp326.797,8, saham PT. XL Axiata Tbk (EXCL.JK) memiliki nilai kerugian maksimum atau VaR tertinggi sekitar Rp346.359,6, sedangkan saham PT. Bank Central Asia Tbk (BBKA.JK) memiliki nilai kerugian maksimum atau VaR terendah sekitar Rp237.577,4.



III.3. Pembentukan Portofolio Optimal dan Analisis VaR Portofolio

Portofolio optimal adalah kumpulan aset investasi yang dirancang untuk mencapai tingkat pengembalian maksimum dengan tingkat risiko tertentu, atau untuk mencapai risiko minimum dengan tingkat pengembalian tertentu. Salah satu metode untuk membentuk portofolio optimal adalah Metode Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP), yang bertujuan untuk menghasilkan portofolio dengan varians paling rendah dibandingkan dengan portofolio lain yang mungkin terbentuk. Hasil varians dari masing-masing saham, seperti yang disebutkan dalam (5), dapat ditemukan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Variansi.

Kode Saham	Variansi
BBCA	0,0002084443
EXCL	0,0006507539
ASII	0,0003947332

Berikut adalah hasil dari matriks kovarians mengacu pada (6) dan (9) antar aset ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Matriks Kovarians.

	BBCA	EXCL	ASII
BBCA	0,0002084443	0,000020543	0,000059634
EXCL	0,0000020543	0,0006507539	-0,000002096
ASII	0,000059634	-0,000002096	0,0003947332

III.3.1. Pembentukan Portofolio Optimal dengan Metode MVEP Dua Aset

Analisis portofolio pertama terdiri dari saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT Astra International Tbk (ASII.JK). Berikut adalah hasil dari matriks Varians-Kovarians mengacu pada (9) dari saham BBCA dan EXCL.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 0,000208444300 & 0,000002054369 \\ 0,000002054369 & 0,000650753900 \end{bmatrix}$$

Berikut adalah invers dari matriks Varians-Kovarians untuk saham BBCA dan EXCL.

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 4797,59441 & -15,145560 \\ -15,14556 & 1536,72696 \end{bmatrix}$$

Perhitungan bobot untuk saham BBCA dan EXCL menggunakan persamaan (4) sebagai berikut.

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 4797,59441 & -15,14556 \\ -15,14556 & 1536,72696 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4797,59441 & -15,14556 \\ -15,14556 & 1536,72696 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 4782,449 \\ 1521,581 \end{bmatrix}}{6304,03}$$

$$w_1 = \frac{4782,449}{6304,03} = 0,7586335 \text{ atau } 75,86335\%$$

$$w_2 = \frac{1521,581}{6304,03} = 0,2413665 \text{ atau } 24,13665\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, bobot saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK) dalam portofolio menggunakan metode MVEP adalah 75,86335%, sementara bobot saham PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK) adalah 24,13665%. Selanjutnya, portofolio yang akan dianalisis terdiri dari saham PT Bank



Central Asia Tbk (BBCA.JK) dan PT Astra International Tbk (ASII.JK). Berikut adalah matriks Varians-Kovarians yang mengacu pada (9) untuk saham BBKA dan ASII.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 0,00020844430 & 0,00005963468 \\ 0,00005963468 & 0,00039473320 \end{bmatrix}$$

Berikut adalah invers dari matriks Varians-Kovarians untuk saham BBKA dan ASII.

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 5014,1671 & -757,5199 \\ -757,5199 & 2647,7998 \end{bmatrix}$$

Perhitungan bobot untuk saham BBKA dan ASII dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut.

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 5014,1671 & -757,5199 \\ -757,5199 & 2647,7998 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5014,1671 & -757,5199 \\ -757,5199 & 2647,7998 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 4256,647 \\ 1890,280 \end{bmatrix}}{6146,927}$$

$$w_1 = \frac{4256,647}{6146,927} = 0,6924838 \text{ atau } 69,24838\%$$

$$w_2 = \frac{1890,280}{6146,927} = 0,3075162 \text{ atau } 30,75162\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, bobot saham PT Bank Central Asia Tbk (BBKA.JK) dalam portofolio dengan metode MVEP adalah 69,24838%, sedangkan bobot saham PT Astra International Tbk (ASII.JK) adalah 30,75162%. Selanjutnya, portofolio yang akan dianalisis terdiri dari saham PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK) dan PT Astra International Tbk (ASII.JK). Berikut merupakan matriks Varians-Kovarians yang mengacu pada (9) untuk saham EXCL dan ASII.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 0,0006507539 & -0,000002096042 \\ -0,000002096042 & 0,0003947332 \end{bmatrix}$$

Berikut adalah invers dari matriks Varians-Kovarians untuk saham EXCL dan ASII.

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 1536,70543 & 8,15994 \\ 8,15994 & 2533,40009 \end{bmatrix}$$

Perhitungan bobot untuk saham EXCL dan ASII dengan menggunakan persamaan (4) adalah sebagai berikut.

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 1536,70543 & 8,15994 \\ 8,15994 & 2533,40009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1536,70543 & 8,15994 \\ 8,15994 & 2533,40009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 1544,865 \\ 2541,560 \end{bmatrix}}{4086,425}$$

$$w_1 = \frac{1544,865}{4086,425} = 0,3780481 \text{ atau } 37,80481\%$$

$$w_2 = \frac{2541,560}{4086,425} = 0,6219519 \text{ atau } 62,19519\%$$

Dari perhitungan tersebut, bobot saham PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK) dalam portofolio menggunakan metode MVEP adalah 37,80481%, sementara bobot saham PT Astra International Tbk (ASII.JK) adalah 62,19519%.



III.3.2. Pembentukan Portofolio Optimal dengan Metode MVEP Tiga Aset

Analisis portofolio dari ketiga saham yaitu, saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT Astra International Tbk (ASII.JK). Adapun matriks Varians-Kovarians mengacu pada (9) dari saham BBCA, EXCL, dan ASII sebagai berikut.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 0.00020844430 & 0.000002054369 & 0.00005963468 \\ 0.000002054369 & 0.000065075390 & -0.00000209604 \\ 0.00005963468 & -0.000002096042 & 0.00039473320 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, akan dicari invers dari *matriks* Varians-Kovarians untuk saham BBCA, EXCL, dan ASII.

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 5014.38434 & -18.27029 & -757.64976 \\ -18.27029 & 1536.77200 & 10.92049 \\ -757.64976 & 10.92049 & 2647.87738 \end{bmatrix}$$

Perhitungan bobot untuk saham BBCA, EXCL, dan ASII dengan menggunakan persamaan (4) adalah sebagai berikut.

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 5014.38434 & -18.27029 & -757.64976 \\ -18.27029 & 1536.77200 & 10.92049 \\ -757.64976 & 10.92049 & 2647.87738 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5014.38434 & -18.27029 & -757.64976 \\ -18.27029 & 1536.77200 & 10.92049 \\ -757.64976 & 10.92049 & 2647.87738 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$w = \frac{\begin{bmatrix} 4238,464 \\ 1529,422 \\ 1901,148 \end{bmatrix}}{7669.035}$$

$$w_M = \frac{4238,464}{7669,035} = 0,5526725 \text{ atau } 55,26725\%$$

$$w_R = \frac{1529,422}{7669,035} = 0,1994283 \text{ atau } 19,94283\%$$

$$w_S = \frac{1901,148}{7669,035} = 0,2478993 \text{ atau } 24,78993\%$$

Dari perhitungan tersebut, bobot saham PT Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK) dalam portofolio menggunakan metode MVEP adalah 55,26725%, bobot saham PT XL Axiata Tbk (EXCL.JK) adalah 19,94283%, dan bobot saham PT Astra International Tbk (ASII.JK) adalah 24,78993%.

III.3.3. Analisis VaR Portofolio dengan Metode Variansi-Kovarians

Berdasarkan perhitungan VaR pada portofolio saham BBCA dan EXCL menggunakan metode Varians-Kovarians pada periode 1 bulan ke depan, dengan modal awal Rp10.000.000, standar deviasi 0,01259479, dan nilai Z-score pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 1,644854, serta bobot yang telah dihitung dari metode MVEP dengan menggunakan persamaan (7) hasilnya yaitu sebagai berikut.

$$VaR(1 - \alpha, T) = (-10.000.000)(0,01259479)(1,644854)\sqrt{1}$$

$$VaR(1 - \alpha, T) = 207.165,8 \text{ atau } Rp207.165,8$$

Perhitungan *Value at Risk* (VaR) untuk portofolio yang terdiri dari dua atau tiga aset dapat menggunakan metode yang sama seperti yang digunakan dalam perhitungan untuk BBCA-EXCL di atas. Berikut ini adalah hasil perhitungan VaR untuk portofolio yang ditampilkan dalam Tabel 11.



Tabel 11. Hasil Perhitungan VaR Portofolio

Kode Saham	Modal Awal	Bobot	St.dev Portofolio	VaR
BBCA	Rp10.000.000	75,86335%	0,01259479	Rp207.165,8
EXCL		24,13665%		
BBCA	Rp10.000.000	69,24838%	0,01275472	Rp209.796,5
ASII		30,75162%		
EXCL	Rp10.000.000	37,80481%	0,01564329	Rp257.309,3
ASII		62,19519%		
BBCA	Rp10.000.000	55,26725%	0,01141904	Rp187.826,5
EXCL		19,94283%		
ASII		24,78993%		

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa portofolio pertama, yang terdiri dari saham BBCA dan EXCL memiliki bobot masing-masing 75,86335% dan 24,13665%, memiliki standar deviasi portofolio sebesar 0,01259479 dan VaR sebesar Rp207.165,8. Portofolio kedua, yang terdiri dari saham BBCA dan ASII dengan bobot masing-masing 69,24838% dan 30,75162%, memiliki standar deviasi sedikit lebih tinggi sebesar 0,01275472 dan VaR sebesar Rp209.796,5. Portofolio ketiga, yang terdiri dari saham EXCL dan ASII dengan bobot masing-masing 37,80481% dan 62,19519%, menunjukkan standar deviasi tertinggi sebesar 0,01564329 dan VaR sebesar Rp257.309,3, yang mengindikasikan volatilitas dan risiko tertinggi di antara semua portofolio yang dianalisis. Sebaliknya, portofolio keempat, yang menggabungkan saham BBCA, EXCL, dan ASII dengan bobot masing-masing 55,26725%, 19,94283%, dan 24,78993%, menunjukkan performa terbaik dengan standar deviasi terendah yaitu 0,01141904 dan VaR terendah sebesar Rp187.826,5. Hal ini menunjukkan bahwa portofolio ini memiliki volatilitas dan risiko kerugian paling rendah.

Dengan demikian, portofolio keempat yang terdiri dari saham BBCA, EXCL, dan ASII adalah yang paling optimal dan efisien dalam hal manajemen risiko dan stabilitas pengembalian. Rendahnya standar deviasi dan VaR pada portofolio ini menunjukkan bahwa portofolio ini lebih stabil dan menawarkan risiko kerugian yang lebih kecil dibandingkan dengan portofolio lainnya. Ini membuat portofolio ini menjadi pilihan yang lebih baik bagi investor yang menginginkan keseimbangan optimal antara pengembalian dan risiko.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa portofolio dengan hasil perhitungan VaR maksimum tertinggi adalah portofolio PT. XL Axiata Tbk (EXCL.JK) dan PT. Astra International Tbk (ASII.JK) yaitu sebesar Rp257.309,3 yang artinya tingkat kerugian pada portofolio tersebut tertinggi di antara portofolio yang lainnya. Sedangkan portofolio dengan hasil VaR maksimum terendah adalah portofolio saham PT. Bank Central Asia Tbk (BBCA.JK), PT. XL Axiata Tbk (EXCL.JK), dan PT. Astra International Tbk (ASII.JK) yaitu sebesar Rp187.826,5 yang artinya tingkat kerugian pada portofolio tersebut terendah di antara yang lain sehingga dapat disebut dengan portofolio optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini telah didanai oleh Penelitian Riset Madya Sumber Dana Selain APBN Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 2024, dengan nomor kontrak 25.III.E/UN7.F8/PP/II/2024. Tim penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan finansial pada penelitian ini.

REFERENSI

- Sulistiana, I. Pengaruh Pengungkapan Corporate Social Responsibility dan Rasio Profitabilitas Terhadap Harga Saham pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia,” *JAK (Jurnal Akuntansi) Kajian Ilmiah Akuntansi*, 2017, Vol. 4, No. 2, 65-74. doi: 10.30656/jak.v4i2.252.
- Mastura, A., Nuringwahyu, S., dan Zunaida, D. Pengaruh Motivasi Investasi, Pengetahuan Investasi dan Teknologi Informasi Terhadap Minat Berinvestasi Di Pasar Modal (Studi Pada Mahasiswa FIA Dan FEB Unisma Yang Sudah Menempuh Mata Kuliah Mengenai Investasi), *JIAGABI (Jurnal Ilmu Administrasi Niaga/Bisnis)*, 2020, Vol. 9, No. 1, 64-75.



3. Seru, F. Analisis Risiko VaR dan CVaR pada Hasil Prediksi Harga Saham PT. Astra International Tbk., *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya*, 2023, Vol. 8, No. 1, 23-30.
4. Astuti, N. I. Y. Tarno, T. dan Yasin, H. Optimasi Value at Risk Return Aset Tunggal dan Portofolio, Menggunakan Simulasi Monte Carlo Dilengkapi GUI MATLAB, *Jurnal Gaussian*, 2016, Vol. 5, No. 4, 695-704.
5. Aasyiyfaa, K. C. Analisis Value at Risk Aset Tunggal dan Pembentukan Portofolio Optimal dengan Metode Variance-Covariance (Studi Kasus: PT. Mayora Indah, Tbk (IDX:MYOR), PT Nippon Indosari Corpindo (IDX:ROTI), dan PT Industri Jamu Dan Farmasi Sido Muncul Tbk (IDX:SIDO)), *Thesis, Universitas Islam Indonesia*, 2022. Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/39679>
6. BCA. *BCA Dinobatkan Sebagai Brand Perbankan Terkuat di Dunia oleh Brand Finance*. Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.bca.co.id/id/tentang-bca/media-riset/pressroom/siaran-pers/2024/03/22/07/00/bca-dinobatkan-sebagai-brand-perbankan-terkuat-di-dunia-oleh-brand-finance>
7. XL Axiata, *Tentang XL Axiata*. Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.xlaxiata.co.id/id/tentang-xl-axiata>
8. Astra International, *PT. Astra International Tbk [ASII] | IDNFinancials*. Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.idnfinancials.com/id/asii/pt-astra-international-tbk>
9. Yahoo! Finance. *Yahoo Finance - Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News*. Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <https://finance.yahoo.com/>
10. Putri, A. B. dan Sampurno, R. D. Analisis Pengaruh ROA, EPS, NPM, DER, dan PBV Terhadap Return Saham (Studi kasus pada industri Real Estate and Property yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia periode 2007-2009),” Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro. 2012. Accessed: Jun. 15, 2024. [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/35842/>
11. Putri, N. A. dan D. Lestari, Pengaruh Gaya Hidup Dan Literasi Keuangan Terhadap Pengelolaan Keuangan Tenaga Kerja Muda Di Jakarta, *AKURASI: Jurnal Riset Akuntansi dan Keuangan*, 2019, Vol. 1, No. 1, 31 - 42. doi: 10.36407/akurasi.v1i1.61.
12. Oktaviani, M. A. dan Notobroto, H. B. Perbandingan Tingkat Konsistensi Normalitas Distribusi Metode Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk, dan Skewness-Kurtosis, *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, 2014, Vol. 3, No. 2, 127-135.
13. Quraisy, A., Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk: Studi kasus penghasilan orang tua mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Unismuh Makassar, *J-HEST: Journal of Healt, Education, Economics, Science, and Technology*, 2020, Vol. 3, No. 7-11.
14. Sanggup, I., Satyahadewi, N., dan Sulistianingsih, E., Perhitungan Nilai Ekspektasi Return dan Risiko Dari Portofolio dengan Menggunakan Mean-Variance Efficient Portfolio, *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 2014, Vol. 3, No. 01, 51-56. doi: 10.26418/bbimst.v3i01.5185.
15. Muthohiroh, U., Rahmawati, R., dan Ispriyanti, D. Pendekatan Metode Markowitz untuk Optimalisasi Portofolio dengan Risiko Expected Shortfall (ES) Pada Saham Syariah Dilengkapi GUI MATLAB,” *Jurnal Gaussian*, 2021, Vol. 10, No. 4, 445-454.
16. Maruddani, D. A. I. dan Ptrimono, T., *Microsoft Excel untuk Pengukuran Value at Risk: Aplikasi pada Risiko Investasi Saham*, 2020, Semarang: Undip Press.
17. Syariah, S. dan Pratiwi, N. Pengukuran Value at Risk (VaR) Portofolio Optimal pada Investasi Saham Bank Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Menggunakan Metode Varian Covarian dan Metode Simulasi Monte Carlo, *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 2020, Vol. 5, No. 1, 1-10 <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/STATISTIKA/article/view/2849/2167>
18. Maruddani, D. A. I. *Value at Risk untuk Pengukuran Risiko Investasi Saham: Aplikasi dengan Program R*. 2019. Ponorogo: Wade Group.
19. Maruddani, D. A. I. dan Purbowati, A. Pengukuran Value at Risk pada Aset Tunggal aan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo. *Media Statistika*, 2009, Vol. 2, No. 2, 93-104.
20. Bain, L. J. dan Engelhardt, M. *Introduction To Probability and Mathematical Statistics*, Second Edition. 1992. Boston: PWS-KENT Pub.
21. Konan, Y., Kusnandar, D. dan Imro’ah, N. Penerapan Metode Exponentially Weighted Moving Average dan Metode Semi Varians dalam Perhitungan Risiko Portofolio Saham, *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 2022, Vol. 11, No. 2, 309-318. doi: 10.26418/bbimst.v11i02.53482.