

## Business Index 27 Stock Portfolio Optimization Using the Black Litterman Model Accompanied by Value At Risk Calculation

### Optimasi Portofolio Saham Indeks Bisnis 27 Menggunakan Model Black Litterman Disertai Perhitungan Value At Risk

Melasarah Deswita Rahmadi<sup>1</sup>, Lailany Yahya<sup>2</sup>, Agusyarif Rezka Nuha<sup>3\*</sup>

<sup>123\*</sup> Program Studi Matematika, Universitas Negeri Gorontalo

Email: melasarahrahmadi@gmail.com<sup>1</sup>, lailany.math@gmail.com<sup>2</sup>, agusyarif@ung.ac.id<sup>3\*</sup>

#### Abstract

An investment can provide a profit with a certain level of risk for an investor both now and in the future. This indicates that investments are important in both financial and asset management. Finance investments can be made on several stocks or portfolios. To profit from an investment, you need a tool to optimize profit and risk, which is a portfolio. This research uses the Black Litterman Model in portfolio optimization along with Value at Risk (VaR) calculations to determine the risk of each stock. The data used is close price data on the Business Index 27 for the period January-December 2023. Next, selected 9 shares in the formation of an optimal portfolio namely, AKRA, AMRT, ASII, BBKA, BBNI, BBRI, INKP, KLBF and TLKM. Based on the calculations, the rate of profit achieved on the portfolio is 5.48% with a risk of 0.40%. Then use the Historical Method and the Monte Carlo Simulation Method to calculate the VaR using nine optimal stocks, with a 95% confidence rate. In the Monte Carlo simulation, 300 repetitions of VaR calculations are performed. Different results on both methods are due to different approaches to risk calculation.

**Keywords:** Investment, Business Index 27, Black Litterman Model, Value at Risk

#### Abstrak

Investasi dapat memberikan keuntungan disertai tingkat risiko tertentu bagi seorang investor baik saat ini maupun di masa depan. Hal ini menandakan bahwa investasi merupakan hal penting dalam pengelolaan keuangan maupun aset. Investasi dalam keuangan dapat dilakukan pada beberapa saham atau portofolio. Untuk memperoleh keuntungan pada investasi diperlukan suatu alat untuk mengoptimalkan keuntungan serta risiko, yaitu portofolio. Penelitian ini menggunakan Model Black Litterman dalam mengoptimalkan portofolio disertai perhitungan *Value at Risk* (VaR) untuk menentukan risiko masing-masing saham. Data yang digunakan merupakan data *close price* pada Indeks Bisnis 27 periode Januari-Desember 2023. Selanjutnya, dipilih 9 saham dalam pembentukan portofolio optimal yaitu, AKRA, AMRT, ASII, BBKA, BBNI, BBRI, INKP, KLBF dan TLKM.



Berdasarkan hasil perhitungan, tingkat keuntungan yang didapatkan pada portofolio tersebut yaitu sebesar 5.48% dengan risiko sebesar 0.40%. Selanjutnya digunakan Metode Historis dan Metode Simulasi Monte Carlo untuk menghitung VaR menggunakan 9 saham optimal, dengan tingkat kepercayaan 95%. Dalam Simulasi Monte Carlo, dilakukan 300 kali pengulangan perhitungan VaR. Hasil yang berbeda pada kedua metode tersebut disebabkan oleh pendekatan yang berbeda dalam menghitung risiko.

**Kata kunci:** Investasi, Indeks Bisnis 27, Model Black Litterman, Value at Risk

## 1. PENDAHULUAN

Penerapan ilmu matematika dapat dimanfaatkan dalam berbagai sektor keuangan di antaranya adalah mengoptimalkan investasi dan mengelola risiko secara efisien. Sektor keuangan mengambil peran penting dalam perekonomian global yaitu mendukung aktivitas ekonomi serta pertumbuhan Negara. Salah satu bagian penting dalam sektor keuangan Indonesia adalah pasar modal. Bursa Efek Indonesia (BEI) sebagai pasar modal ialah pusat perniagaan saham utama di Indonesia. Sebagai pasar modal yang terorganisir, BEI menyediakan struktur dan peraturan yang memungkinkan pelaksanaan transaksi saham dengan transparan dan efisien. Dalam konteks ini, BEI berperan penting dalam mendukung kegiatan investasi dengan menyediakan berbagai instrumen keuangan. Investasi adalah proses pengelolaan yang baik dalam keuangan untuk mencapai kenaikan kekayaan serta pendapatan masa kini dan masa mendatang [2]. Investasi dalam instrumen keuangan sendiri memiliki beberapa variasi, salah satu yang paling populer adalah investasi di pasar saham.

Penentuan investasi sangat dipengaruhi oleh *return* dan risiko yang terikat dengan investasi tersebut. Dalam hal ini, dibutuhkan alat untuk meminimalkan risiko dari suatu portofolio. Untuk membentuk portofolio optimal, dapat diselesaikan menggunakan beberapa pendekatan di antaranya adalah Model Black Litterman. Model Black Litterman ialah perluasan model matematika dalam pembentukan portofolio yang dipublikasikan oleh Fisher Black dan Robert Litterman pada tahun 1992 [13]. Beberapa kajian yang membahas optimasi portofolio menggunakan Model Black Litterman diantaranya yaitu Model Black Litterman disertai analisis sensitivitas *Treynor Ratio* dalam mengetahui pandangan investor [7] dan penerapan Model Black Litterman menggunakan model analisis *time series* yaitu model AR, MA dan ARMA [13].

Tingkat risiko perlu dihitung dalam optimasi portofolio karena merupakan faktor penting yang mempengaruhi kinerja dan keberhasilan investasi. Terdapat beberapa metode pengukuran risiko, salah satunya yang sangat terkenal adalah *Value at Risk* (VaR) [16]. Terdapat berbagai teknik yang diterapkan dalam perhitungan VaR seperti Metode Historis, Metode Varian-Kovarian, dan Metode Simulasi Monte Carlo. Perhitungan VaR pada portofolio telah dilakukan di antaranya yaitu optimasi portofolio Model Markowitz menggunakan VaR yaitu Simulasi Monte Carlo yang dilanjutkan dengan perhitungan *Expected Shortfall* (ES) [15]. Kemudian, optimasi portofolio Model Indeks Tunggal pada saham syariah dengan menghitung nilai VaR menggunakan Simulasi Monte Carlo [1]. Terakhir, penerapan VaR menggunakan Metode Historis pada portofolio saham IDX FINANCE [18].

Berdasarkan pemaparan diatas, Model Black Litterman yang dilanjutkan menggunakan VaR dapat memberikan gambaran yang lebih sistematis tentang risiko dan tingkat pengembalian dari sebuah portofolio. Dengan demikian, hasil dari Model Black Litterman dapat digunakan untuk menghasilkan perkiraan VaR yang lebih akurat dengan mempertimbangkan preferensi risiko, pandangan pasar dan pandangan investor. Sehingga penelitian ini akan mengkaji mengenai optimasi portofolio yang terbentuk menggunakan Model Black Litterman kemudian diselesaikan dengan

*Value at Risk* (VaR). Penelitian ini menggunakan studi kasus saham-saham dalam Bursa Efek Indonesia dan tercatat dalam kelompok Indeks Bisnis 27 periode Januari sampai Desember 2023.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengembalian (*Return*)

*Return* dalam investasi merupakan penghasilan dari tingkat laba seorang investor yang menginvestasikan dana mereka di pasar modal yang diperoleh melalui *capital gain* dan hasil imbalan (*yield*), seperti dividen atau bentuk penghasilan lainnya [21]. *Return* dihitung dengan persamaan berikut [9]:

$$R_{i,t} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}. \quad (2.1)$$

$R_{i,t}$  merupakan tingkat *return* aset pada saat  $t$ ,  $P_t$  merupakan harga aset pada saat  $t$  dan  $P_{t-1}$  merupakan harga aset pada saat  $t - 1$ . Adapun persamaan untuk menghitung *Expected Return* pada aset yaitu [9]:

$$E(R) = \frac{\sum_{t=1}^n R_{i,t}}{n}. \quad (2.2)$$

*Return* aset bebas risiko adalah kepastian terhadap pengembalian dimasa mendatang karena risikonya bernilai nol. Data suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) adalah sumber informasi yang digunakan untuk menghitung *return* aset bebas risiko. *Return* aset bebas risiko dihitung dengan persamaan berikut [20]:

$$R_f = \frac{\sum_{t=1}^n R_{f,t}}{n}. \quad (2.3)$$

$R_f$  merupakan tingkat *return* aset bebas risiko dan  $R_{f,t}$  merupakan nilai *return* aset bebas risiko pada saat  $t$ .

### 2.2 Risiko

Perbedaan antara nilai ekspektasi dari suatu pengembalian dengan nilai pengembalian yang sebenarnya dikenal sebagai risiko [4]. Oleh sebab itu, perlu untuk mengukur risiko dengan cara menggunakan metode standar deviasi yang merupakan penyimpangan dari nilai yang sebenarnya dengan nilai ekspektasinya. Standar deviasi dihitung dengan persamaan berikut [15]:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_{i,t} - E(R))^2}{n - 1}}, \quad (2.4)$$

$\sigma_i$  merupakan standar deviasi dari *return* saham.

### 2.3 Portofolio Optimal

Portofolio merupakan kumpulan dari sejumlah saham [3]. Portofolio optimal adalah portofolio yang memiliki gabungan terbaik antara tingkat keuntungan (*return*) dan tingkat risikonya[5].

**Definisi 1.1.** *Expected Return pada Portofolio adalah nilai yang diharapkan dari pengembalian portofolio, yaitu*

$$(2.5)$$

$$E(R_p) = w' \mu = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i).$$

Risiko portofolio adalah varians dari pengembalian portofolio, yaitu

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= \text{Var} \left( \sum_{i=1}^n w_i R_i \right) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}(R_i, R_j) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \\ \sigma_p^2 &= w' \Sigma w. \end{aligned} \quad (2.6)$$

[17]

#### 2.4 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

CAPM ialah model yang mengaitkan risiko aset tunggal dalam situasi pasar yang seimbang dengan tingkat *expected return* aset tersebut [10]. Metode ini ditentukan dengan persamaan berikut [6].

$$E(R_{CAPM}) = R_f + \beta_i (E(R_M) - R_f). \quad (2.7)$$

Di mana  $\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_M^2}$ , dengan  $E(R_{CAPM})$  merupakan tingkat *expected return* model CAPM,  $\beta_i$  merupakan beta saham,  $E(R_M)$  merupakan *expected return* pasar,  $\sigma_{iM}$  merupakan kovarian antar saham dengan pasar dan  $\sigma_M^2$  merupakan varian pada kondisi pasar.

#### 2.4 Metode Bayes

Metode Bayes digunakan dalam konteks peluang bersyarat di mana terdapat peluang awal (*prior probability*) dan peluang akhir (*posterior probability*) [14]. Jika terdapat dua peristiwa  $A$  dan  $B$ , maka dapat dibentuk gabungan  $A$  dan  $B$  sebagai berikut:

$$P(AB) = P(A|B)P(B) = P(B|A)P(A). \quad (2.8)$$

Untuk  $A$  yang merupakan vektor dalam pengamatan dengan adanya distribusi bersyarat dari  $B$  adalah

$$P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)} = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}. \quad (2.9)$$

$P(A|B)$  sebagai fungsi densitas peristiwa yang dihasilkan dengan membagi hasil perkalian dari densitas bersyarat kejadian  $B$  dan densitas *prior*  $P(A)$  dengan probabilitas pada kejadian  $B$ . Konteks kerja metode bayes pada Model Black-Litterman menjelaskan mengenai perhitungan estimasi gabungan dari sudut pandang subjektif investor sebagai *prior probability* dan data empiris berdasarkan estimasi model sebagai *posterior probability* [19].

#### 2.5 Model Black Litterman

Fischer Black dan Robert Litterman mengusulkan Model Black Litterman di Goldman Sachs pada tahun 1990 [3]. Model Black Litterman adalah model yang dapat membantu seorang investor untuk mengatasi masalah dalam penerapan teori portofolio dengan asumsi bahwa alokasi aset harus

seimbang dengan nilai aset di pasar dan mempertimbangkan pandangan seorang investor [7]. Model Black Litterman menggabungkan dua informasi tentang *expected return* yaitu *expected return* Model CAPM sebagai kesetimbangan pasar dan *expected return* pandangan seorang investor [13].

Portofolio optimal Model Black Litterman terbentuk dari model *mean-variance* Markowitz dengan melakukan optimasi portofolio efisien dengan pertimbangan dari seorang investor [14]. Hal ini dapat dirumuskan dalam bentuk sebagai berikut:

- a. Meminimalkan tingkat risiko

$$\text{Min } \sigma_p^2 = w' \sum w. \quad (2.10)$$

- b. Memaksimalkan tingkat *expected return*

$$\text{Maks } E(R_p) = w' \mu, \quad (2.11)$$

dengan kendala  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

Terdapat pandangan yang masih tidak pasti dan diasumsikan mengikuti distribusi normal dengan matriks kovarian berbentuk diagonal ( $\Omega$ ). Matriks kovarian diagonal terbentuk dari varian eror dengan asumsi pandangan investor tidak bergantung satu sama lain sehingga semua elemen di atas dan di bawah bernilai nol. Matriks ( $\Omega$ ) dibentuk dalam matriks diagonal sebagai berikut:

$$\Omega = \begin{bmatrix} \tau P_1 \Sigma P_1' & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \tau P_k \Sigma P_k' \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

$$\Omega = \text{diag}(\tau P \Sigma P'),$$

dengan  $\Omega$  merupakan tingkat keyakinan investor,  $\tau$  merupakan parameter pembobot skala tingkat keyakinan investor,  $P$  merupakan matriks *expected return* pandangan investor dan  $\Sigma$  merupakan matriks varian kovarian dari saham yang terpilih. Adapun secara matematis, Model Black Litterman dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$E(R)_{BL} = \mu_{BL} = \pi + (\tau \Sigma P') (\Omega + P' \tau \Sigma P)^{-1} (q - P \pi), \quad (2.13)$$

dengan  $\mu_{BL}$  merupakan *expected return* Model Black Litterman,  $\pi$  merupakan vektor *expected return* Model CAPM dan  $q$  merupakan vektor *expected return* pandangan seorang investor. Rumus pembobotan *mean variance* Markowitz diterapkan untuk menentukan bobot pada setiap saham sebagai berikut [6]:

$$w_i = \frac{Z_i}{\sum_{j=1}^k Z_j}, \quad (2.14)$$

Di mana  $Z_i = (\delta \Sigma)^{-1} \mu_{BL}$  [12]. Nilai  $\delta$  sebagai koefisien *risk averse* dengan nilai 2.5.

### 2.5 Value at Risk (VaR)

VaR adalah kerugian maksimal yang berpeluang terwujud pada tingkat kepercayaan dalam jangka waktu tertentu [22]. Ditemukan berbagai teknik yang dapat diterapkan dalam perhitungan VaR, di antaranya adalah Metode Simulasi Monte Carlo. Metode Simulasi Monte Carlo memperhatikan model matematika dari suatu portofolio dan dilanjutkan dengan pembuatan simulasi dengan tujuan menghasilkan distribusi yang mempunyai kemungkinan hasil keuangan di masa mendatang. Selain Metode Simulasi Monte Carlo, VaR juga dapat dihitung menggunakan Metode Historis. Metode Historis adalah pendekatan yang mengestimasi risiko secara langsung dengan memanfaatkan data *return* dari suatu saham atau portofolio dalam kurun waktu tertentu. VaR menggunakan Metode Historis dapat dihitung dengan rumus berikut [18]:

$$\text{VaR} = V_0 \times P_\alpha \times \sqrt{t}, \quad (2.15)$$

dengan  $V_0$  merupakan nilai investasi awal,  $P_\alpha$  merupakan persentil ke-  $\alpha$  dan  $t$  merupakan periode waktu.

### 3. METODE PENELITIAN

Data sekunder merupakan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data harga penutupan setiap saham yang tercatat dan konsisten masuk dalam Indeks Bisnis 27 periode Januari-Desember 2023 yang didapatkan melalui Yahoo Finance [8]. Selain itu, digunakan juga data tingkat suku bunga bebas risiko yang didapatkan melalui Bank Indonesia [11]. Berikut penjabaran langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Menghimpun data harga penutupan bulanan masing-masing saham;
2. Melakukan perhitungan pada *return* saham;
3. Melakukan uji normalitas menggunakan Uji Shapiro-Wilk terhadap *return* saham;
4. Melakukan perhitungan pada *return* pasar dan *expected return* pasar;
5. Melakukan perhitungan pada varian pasar dan kovarian antar pasar dan saham;
6. Melakukan perhitungan pada *return* aset bebas risiko;
7. Melakukan perhitungan pada beta saham;
8. Melakukan perhitungan pada *expected return* model CAPM;
9. Membangun pandangan investor;
10. Melakukan perhitungan terhadap tingkat keyakinan investor ( $\Omega$ );
11. Melakukan perhitungan pada *expected return* Model Black Litterman;
12. Menentukan bobot saham *expected return* Model Black Litterman;
13. Melakukan perhitungan pada *expected return* dan risiko portofolio;
14. Menentukan nilai *Value at Risk* pada setiap saham dalam portofolio.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Penentuan Portofolio Optimal Menggunakan Model Black Litterman

Saham yang tercatat dan konsisten masuk dalam Indeks Bisnis 27 periode Januari-Desember 2023 adalah 14 saham. Saham-saham tersebut dihitung nilai *return* dengan memanfaatkan persamaan (2.1). Hasil dari *return* pada setiap saham tersebut, kemudian diuji normalitas menggunakan Uji Shapiro Wilk. Hasil perhitungan menunjukkan terdapat 12 saham yang mengikuti distribusi normal, yakni saham AKRA, AMRT, ASII, BBKA, BBNI, BBRI, BMRI, INKP, KLBF, SMGR, TLKM. dan UNTR. Selanjutnya, dihitung nilai *return* pasar menggunakan persamaan (2.1) dan *expected return* pasar menggunakan persamaan (2.2), sehingga dihasilkan nilai *return* pasar yaitu 0.000569788 dan *expected return* pasar senilai 0.005922363. Dihitung juga nilai *return* aset bebas risiko menggunakan persamaan (2.3) dan menghasilkan nilai yaitu 0.058125 per bulan. Kemudian, dilakukan analisis terhadap varian, kovarian, beta saham dan *expected return* Model CAPM pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Nilai Varian, Kovarian, Beta Saham dan *Expected Return* CAPM

Kode Saham	$\sigma_M^2$	$\sigma_{iM}$	$\beta_i$	$E(R)_{CAPM}$
AKRA	0.000707972	0.000458255	0.647278423	0.024335
AMRT	0.000707972	0.000641367	0.905921421	0.010834

## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Melasarah Deswita Rahmadi, Lailany Yahya, Agusyarif Rezka Nuha

ASII	0.000707972	0.000479148	0.676789478	0.022795
BBCA	0.000707972	0.000273465	0.386265276	0.037961
BBNI	0.000707972	0.000638635	0.902062511	0.011035
BBRI	0.000707972	0.000437620	0.618131791	0.025857
BMRI	0.000707972	0.000800604	1.130841333	-0.000908
INKP	0.000707972	0.000676686	0.955808987	0.008229
KLBF	0.000707972	-0.000061929	-0.087473657	0.062691
SMGR	0.000707972	0.001188599	1.678878402	-0.029517
TLKM	0.000707972	0.000643163	0.908458244	0.010701
UNTR	0.000707972	0.001407325	1.98782579	-0.045645

Tabel 4.1 menunjukkan nilai *expected return* model CAPM sebagai vektor  $\pi$ , di mana terdapat 3 saham yang bernilai negatif, sehingga mengakibatkan kerugian. Oleh karena itu, akan dipilih beberapa saham yang menghasilkan nilai *expected return* positif agar dapat memberikan keuntungan pada pembentukan portofolio optimal.

Setelah mendapatkan nilai *expected return* model CAPM, maka langkah selanjutnya yaitu membangun pandangan investor yang dibentuk dengan melihat selisih pada data *return* saham saat ini ( $t$ ) dengan waktu sebelumnya ( $t - 1$ ). Pandangan seorang investor dinyatakan dalam bentuk pandangan pasti dan pandangan relatif. Hasil dari pembentukan pandangan investor adalah sebagai berikut:

1. Pandangan pasti yaitu "Saham AKRA akan memberikan *return* sebesar 0.06478726".
2. Pandangan relatif yaitu "Saham AMRT akan memberikan *return* yang lebih besar dibandingkan saham BBRI sebesar 0.0060236".
3. Pandangan pasti yaitu "Saham ASII akan memberikan *return* sebesar 0.1112314".
4. Pandangan pasti yaitu "Saham BBCA akan memberikan *return* sebesar 0.0216395".
5. Pandangan pasti yaitu "Saham BBNI akan memberikan *return* sebesar -0.0822952".
6. Pandangan pasti yaitu "Saham INKP akan memberikan *return* sebesar 0.0346554".
7. Pandangan pasti yaitu "Saham KLBF akan memberikan *return* sebesar 0.0412827".
8. Pandangan pasti yaitu "Saham TLKM akan memberikan *return* sebesar -0.0268319".

Pandangan investor tersebut dinyatakan dalam bentuk matriks  $P$  dan  $q$ . Selanjutnya, dihitung matriks tingkat keyakinan investor ( $\Omega$ ) menggunakan persamaan (2.12) dengan nilai  $\tau$  sebesar 0.025. Setelah mendapatkan nilai ( $\Omega$ ), maka tahapan berikutnya adalah menghitung nilai *expected return* Model Black Litterman dengan memanfaatkan persamaan (2.13), dan menentukan nilai bobot saham dengan memanfaatkan persamaan (2.14) sehingga menghasilkan nilai pada setiap saham sebagai berikut:

**Tabel 4.2.** *Expected Return* Model Black Litterman dan Bobot Saham

Kode Saham	$\mu_{BL}$	$w_i$
AKRA	0.03105738	-0.10652310
AMRT	0.02306745	0.31621132
ASII	0.05228556	-0.22924744
BBCA	0.03393240	0.04773773
BBNI	-0.03018352	0.17738351
BBRI	0.01874590	0.25046370
INKP	0.04840697	0.04024413
KLBF	0.06144168	0.83554023

TLKM	-0.02574961	-0.33181008
------	-------------	-------------

*Expected return* dan risiko portofolio dihitung masing-masing menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6). *Expected return* portofolio menghasilkan nilai yaitu 0.054789566. Risiko portofolio yang dihasilkan adalah 0.004040207. Perhitungan risiko portofolio dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu kovarian serta bobot masing-masing saham. Berdasarkan hasil dari perhitungan tersebut, maka dapat diketahui jika seorang investor akan menginvestasikan dana sebesar Rp100.000.000, maka keuntungan yang akan didapatkan adalah sebesar Rp5.478.957 dengan risiko sebesar Rp404.021.

#### 4.1 Perhitungan *Value at Risk* (VaR)

Saham yang termasuk dalam pembentukan optimasi portofolio, kemudian dihitung kerugian pada masing-masing saham tersebut. Penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dengan investasi awal sebesar Rp100.000.000.

##### a. VaR Menggunakan Simulasi Monte Carlo

**Tabel 4.3.** Hasil Perhitungan VaR Simulasi Monte Carlo

Kode Saham	Dana Awal(Rp)	Simulasi ke-300	VaR 95%(Rp)
AKRA	100.000.000	-0.09712812	9.712.812
AMRT	100.000.000	-0.05764781	5.764.781
ASII	100.000.000	-0.09152506	9.152.506
BBCA	100.000.000	-0.02500799	2.500.799
BBNI	100.000.000	-0.07300442	7.300.442
BBRI	100.000.000	-0.05750723	5.750.723
INKP	100.000.000	-0.17321797	17.321.797
KLBF	100.000.000	-0.06486368	6.486.368
TLKM	100.000.000	-0.06888775	6.888.775

Tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan *Value at Risk* (VaR) menggunakan Simulasi Monte Carlo pada beberapa saham. Setiap saham memiliki nilai *expected return* dan standar deviasi yang berbeda. Hal ini mencerminkan tingkat keuntungan dan risiko yang diharapkan. Hasil simulasi menunjukkan kerugian maksimal yang dapat terjadi (VaR 95%) pada masing-masing saham. Pada saham AKRA memiliki kerugian maksimal sebesar Rp9.712.812, saham AMRT memiliki kerugian maksimal sebesar Rp5.764.781, saham ASII memiliki kerugian maksimal sebesar Rp9.152.506, saham BBCA memiliki kerugian maksimal sebesar Rp2.500.799, saham BBNI memiliki kerugian maksimal sebesar Rp7.300.442, saham BBRI memiliki kerugian maksimal sebesar Rp5.750.723, saham INKP memiliki kerugian maksimal sebesar Rp17.321.797, saham KLBF memiliki kerugian maksimal sebesar Rp6.486.368 dan saham TLKM yang memiliki kerugian maksimal sebesar Rp6.888.775.

##### b. VaR Menggunakan Metode Historis

**Tabel 4.4.** Hasil Perhitungan VaR Metode Historis

Kode Saham	Dana Awal(Rp)	Persentil ke- $\alpha$	VaR 95%(Rp)
AKRA	100.000.000	-0.09716008	9.716.008
AMRT	100.000.000	-0.05665191	5.665.191
ASII	100.000.000	-0.06861211	6.861.211



**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Melasarah Deswita Rahmadi, Lailany Yahya, Agusyarif Rezka Nuha**

BBCA	100.000.000	-0.02332286	2.332.286
BBNI	100.000.000	-0.05656929	5.656.929
BBRI	100.000.000	-0.05463813	5.463.813
INKP	100.000.000	-0.12383766	12.383.766
KLBF	100.000.000	-0.05903649	5.903.649
TLKM	100.000.000	-0.06966667	6.966.667

Tabel 4.4 menunjukkan hasil perhitungan *Value at Risk* (VaR) menggunakan Metode Historis pada beberapa saham. Setiap saham memiliki nilai VaR yang berbeda, yang menunjukkan potensi kerugian maksimal dalam kondisi pasar berdasarkan data historis. Misalnya pada saham AKRA yang memiliki kerugian maksimal sebesar Rp9.716.008, saham AMRT memiliki kerugian maksimal sebesar Rp5.665.191, saham ASII memiliki kerugian maksimal sebesar Rp6.861.211, saham BBCA memiliki kerugian maksimal sebesar Rp2.332.286, saham BBNI memiliki kerugian maksimal sebesar Rp5.656.929, saham BBRI memiliki kerugian maksimal sebesar Rp5.463.813, saham INKP memiliki kerugian maksimal sebesar Rp12.383.766, saham KLBF memiliki kerugian maksimal sebesar Rp5.903.649 dan saham TLKM memiliki kerugian maksimal sebesar Rp6.966.667.

Tanda negatif (-) menunjukkan risiko yang diderita pada masing-masing saham. Perbedaan antara hasil VaR Simulasi Monte Carlo dan Metode Historis disebabkan oleh pendekatan yang berbeda. Simulasi Monte Carlo menghasilkan VaR yang lebih tinggi karena memperhitungkan berbagai kemungkinan skenario pasar dan distribusi pengembalian yang lebih luas, sementara Metode Historis menghasilkan VaR yang lebih rendah karena hanya menggunakan data historis yang terbatas.

Hasil penelitian menyatakan bahwa penerapan Model Black Litterman sangat bermanfaat dalam pembentukan portofolio optimal. Hal ini dapat dilihat pada penelitian [7] yang melakukan pembentukan portofolio menggunakan Model Black Litterman. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini dapat dilihat pada pemanfaatan *Treynor Ratio* untuk menganalisis pengetahuan seorang investor melalui kalibrasi  $\tau$ . Selanjutnya, penelitian [13] yang menerapkan Model Black Litterman untuk mengevaluasi optimasi portofolio. Perbedaan pada penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah penambahan model analisis *time series* yaitu model AR, MA, dan ARMA untuk mengetahui *return* saham. Selain itu, dalam penelitian tersebut portofolio dibentuk dengan membaginya menjadi beberapa menggunakan analisis tipologi kelas.

Nilai *Value at Risk* (VaR) juga dapat diterapkan dalam perhitungan nilai kerugian pada saham-saham yang digunakan. Penelitian terkait perhitungan VaR pada portofolio telah dilakukan diantaranya oleh [15] yang membahas tentang perhitungan VaR menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan pengulangan sebanyak 600 kali pada portofolio optimal Metode Markowitz dan dilanjutkan oleh perhitungan *Expected Shortfall* (ES). Begitu pula penelitian [1] yang membahas perhitungan VaR menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan pengulangan sebanyak 500 kali pada portofolio optimal menggunakan Model Indeks Tunggal. Sedangkan penelitian ini mengaplikasikan Simulasi Monte Carlo untuk perhitungan VaR dengan simulasi sebanyak 300 kali dan dilanjutkan dengan perhitungan VaR menggunakan Metode Historis sebagai perbandingan hasil Simulasi Monte Carlo pada portofolio optimal yang terbentuk menggunakan Model Black Litterman. Adapun perhitungan VaR menggunakan Metode Historis telah dilakukan oleh [18]. Penelitian tersebut hanya menggunakan salah satu pendekatan VaR yaitu Metode Historis, dengan periode waktu satu hari.

## 5. KESIMPULAN

Model Black Litterman dan analisis VaR memberikan alat yang efektif bagi investor untuk membentuk portofolio optimal dan memahami risiko investasi. Pembentukan portofolio optimal dengan Model Black Litterman menghasilkan 9 saham yakni, AKRA, AMRT, ASII, BBKA, BBNI, BBRI, INKP, KLBF dan TLKM. Nilai *expected return* pada portofolio yang telah terbentuk yaitu sebesar 0.054789566 atau 5.478957% dengan risiko portofolio sebesar 0.004040207 atau 0.404021%. Dengan kata lain, apabila seorang investor akan menginvestasikan dana sebesar Rp100.000.000, maka keuntungan yang akan didapatkan adalah sebesar Rp5.478.957 dengan risiko sebesar Rp404.021. Hasil perhitungan VaR menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan pengulangan sebanyak 300 kali dan tingkat kepercayaan 95% terhadap 9 saham optimal sebelumnya. Diperoleh hasil perhitungan nilai VaR berada pada rentang -0.02500799 sampai -0.17321797, yang berarti bahwa jika investor berinvestasi sejumlah Rp100.000.000 sebagai investasi awal mereka, maka kerugian yang dialami tidak akan melebihi Rp2.500.799 sampai Rp17.321.797. Sedangkan perhitungan VaR Metode Historis dengan tingkat kepercayaan 95% pada 9 saham optimal menghasilkan perhitungan nilai VaR berada pada rentang -0.02332286 sampai -0.12383766. Dengan demikian, kerugian tidak akan melebihi Rp2.332.286 sampai Rp12.383.766 jika investor ingin menggunakan modal awal sejumlah Rp100.000.000 untuk investasi mereka.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdjul, L., Resmawan, Nuha, A.R., Nurwan, Wungguli, D. & Nashar, L.O., 2023. Optimasi Portofolio Saham Syariah Menggunakan Model Indeks Tunggal dan VaR Berbasis GUI Matlab. *Jambura J. Math.*, Vol.5, No. 1, 243-253.
- [2] Abdullaevich, M.M., 2020. The Basic Concepts Of Investment And Its Importance *JournalNX- A Multidiscip. Peer Rev. J.*, Vol. 6, No. 6, 193-196.
- [3] Arisena, A. & Sugiyanto, I., 2019. Return Portofolio Optimal Menggunakan Single View Black-litterman Model dengan Pendekatan ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). *J. Co Manag.*, Vol. 2, No. 2, 258–264.
- [4] Atmaja, M.Z.E., Prahutama, A. & Ispriyanti, D., 2021. Pembentukan Dan Pengukuran Kinerja Portofolio Efisien Dengan Metode Correlation Model Menggunakan GUI Matlab (Studi Kasus: Kelompok Saham pada Indeks JII, LQ45, dan INFOBANK15). *J. Gaussian*, Vol. 10, No. 2, 180–189.
- [5] Azis, I., Syazali, M. & Manurung, E.N., 2023. The Optimal Portfolio Of Islamic Stocks Using The Markowitz And Black-Litterman Models. *Desimal J. Mat.*, Vol. 6, No. 1, 1–6.
- [6] Elton, E.J., Gruber, M.J., Brown, S.J. & Goetzmann, W.N., 2014. *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, 9th Edition. John Wiley & Sons Inc.
- [7] Ermiami, P. & Sari, D.P., 2022. Analisis Sensitivitas Model Black-Litterman Menggunakan Treynor Ratio pada Portofolio Saham. *J. Math. UNP.*, Vol. 7, No. 1, 52–60.
- [8] Finance, Y., 2023. Yahoo Finance <https://finance.yahoo.com/>. [25 Februari 2024]
- [9] Härdle, W.K. & Simar, L., 2015. *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 4th Edition. J Springer.
- [10] Hasan, N., Pelleng, F.A.O. & Mangindaan, J.V., 2019. Analisis Capital Asset Pricing Model (CAPM) Sebagai Dasar Pengambilan Keputusan Berinvestasi Saham (Studi pada Indeks Bisnis-27 di Bursa Efek Indonesia). *J. Adm. Bisnis*, Vol. 8, No. 1, 36–43.

- [11] Indonesia, B., 2023. Bank Indonesia <https://www.bi.go.id/>. [26 Februari 2024]
- [12] Litterman, B., 2003. *Modern Investment Management - An Equilibrium Approach*. John Wiley & Sons, Inc., USA: Wiley.
- [13] Medika, A.N. & Sari, D.P., 2023. Penerapan Model Black Litterman Dalam Pembentukan Portofolio Saham Indeks LQ-45. *MATHunesa*, Vol. 11, No. 3, 551–559.
- [14] Murtadina, U.A. & Saputro, D.R.S., 2019. Optimalisasi Portofolio dengan Metode Black-Litterman Melalui Pendekatan Bayes. *Prosiding Sendika*, Vol.5 thn 2019, 236-240. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah, Purworejo.
- [15] Muthohiroh, U., Rahmawati, R. & Ispriyanti, D., 2021. Pendekatan Metode Markowitz Untuk Optimalisasi Portofolio Dengan Risiko Expected Shortfall (Es) Pada Saham Syariah Dilengkapi GUI Matlab. *J. Gaussian*, Vol. 10, No. 3, 445–454.
- [16] Nainggolan, Y.T., Juliana, A. & Alantina, C.A., 2020. Analisis Value At Risk Dalam Pembentukan Portofolio Optimal (Studi Kasus Perusahaan Perbankan Di Indonesia). *J. Manaj.*, Vol. 10, No. 2, 124–136.
- [17] Roman, S., 2014. *Introduction To The Mathematics Of Finance*. Springer Science+Business Media. New York.
- [18] Solihatun, A., Gubu, L., Aswani, Cahyono, E. & Saidi, L.O., 2023. Perhitungan Value At Risk (VAR) Pada Portofolio Saham IDX Sektor Keuangan (IDXFİNANCE) Menggunakan Metode Simulasi Historis (Historical Simulation Method). *Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika*, Vol. 3, No. 1, 245-254.
- [19] Subekti, R., 2008. Aplikasi Model Black Litterman dengan Pendekatan Bayes (Studi kasus : portofolio dengan 4 saham dari S&P500). *Seminar Nasional Matematika FMIPA UNY thn 2008*, 1-12. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- [20] Tandelilin, E., 2010. *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi*, 1st Edition. Penerbit Kanisus. Yogyakarta.
- [21] Wagafir, Y., Rasjid, H. & Pongoliu, Y.I., 2022. Analisis Penerapan Metode Single Index Model dan Constant Correlation Model dalam Optimalisasi Portofolio Saham Indeks LQ-45 di Bursa Efek Indonesia ( BEI ) Periode 2019-2021. *Islam. Econ. Financ. Journal*, Vol. 1, No. 2, 93–114.
- [22] Zhao, Y. & Xu, W., 2023. Risk Measurement Of China’s Green Financial Market Based On B-Spline Quantile Regression. *Heliyon*, Vol. 9, No. 6, 1–8.