ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN, Volume 12, Nomor 1, Tahun 2023, Halaman 146 - 158
Online di: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/

Estimasi Risiko Portofolio Saham Perusahaan Perkebunan di Bursa Efek Indonesia Menggunakan *Value at Risk* Non-Normal

Aulia Ikhsan[1*], Tatang Sutisna[2], Siti Widiati[3]
[1,2,3] Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
***e-mail** : aulia.ikhsan@untirta.ac.id

DOI: 10.14710/j.gauss.12.1.146-158

Article Info:
Received: 2022-11-16
Accepted: 2022-12-30
Available Online: 2023-05-04

Keywords:
Value at Risk; Mean-Variance Efficient Portfolio; Plantation Stock; Logistics Distribution.

Abstract: Stock investment portfolio aims to minimize the investment risk. However, problems of the portfolio formation are determining funds allocation for each stock and measuring its risk. Fund allocation is determined using the Mean-Variance Efficient Portfolio method, while risk measurement is carried out using Value at Risk (VaR). Nevertheless, problem on VaR is determining a fit distribution which would be involved to obtain quantile values at certain probability. This study discusses way of funds allocation determination and VaR value calculation that is aimed to analyze their impact in estimating the VaR value. The study used stock price return rate data of plantation companies listed on Indonesia Stock Exchange such as Astra Agro Lestari Tbk. (AALI), BISI International Tbk. (BISI), and PP London Sumatra Indonesia Tbk. (LSIP). The result showed BISI stock has high volatility so that its funds allocation is relatively smaller. The distribution identified for portfolio return rate is Logistics Distribution with the estimated parameters $\hat{\mu} = 0.0001187447$ and $\hat{\sigma} = 0.008810698$. Portfolio VaR value at the 95% confidence level is -0.02582382. We conclude the determination of funds allocation does not minimize risk and the calculation of VaR with distributions do not match the data result a relatively higher VaR value.

1. PENDAHULUAN

Berinvestasi saham di pasar modal, terutama jika hanya berinvestasi dengan satu saham, menjanjikan keuntungan yang besar tetapi juga memiliki risiko yang besar karena pergerakan harga saham di bursa saham yang fluktuatif. Untuk mengatasi hal tersebut, sejumlah investor membentuk portofolio saham sebagai salah satu cara untuk meminimumkan risiko yang mungkin akan diterima saat berinvestasi saham (Biswas, 2015). Namun permasalahan utama dalam membentuk portofolio saham adalah penentuan bobot alokasi dana yang akan diberikan bagi saham-saham di dalam portofolio dan pengukuran risiko dari portofolio saham yang akan dibuat (Elton et. al., 2013).

Pemberian bobot alokasi dana ini menjadi hal yang penting karena bobot alokasi dana akan menentukan apakah portofolio yang dibentuk dapat meminimumkan risiko atau justru akan membuat risiko menjadi bertambah. Oleh karena itu penentuan bobot alokasi dana harus dapat mengoptimalisasi portofolio yang dibuat, yaitu portofolio yang meminimumkan risiko atau memaksimalkan pengembalian yang diperoleh (Hartono, 2013). Sementara itu, pengukuran risiko perlu dilakukan agar para investor dapat mengetahui perkiraan risiko yang mungkin akan diperoleh dengan harapan para investor dapat mempersiapkan strategi jika portofolio optimal yang dibuat terjadi realisasi risiko.

Salah alat ukuran risiko secara kuantitatif di dalam investasi saham adalah *Value at Risk* (VaR). Konsep VaR pada dasarnya adalah penerapan mengenai nilai kuantil ke-α pada sebuah sebaran peluang kontinu. Oleh karena itu, penentuan sebaran kontinu memiliki peran yang penting dalam perhitungan VaR.

Menurut Bohdalová dan Gregus (2015), penerapan VaR sering mengasumsikan bahwa data tingkat pengembalian asset menyebar normal. Sejumlah penelitian yang mengasumsikan bahwa data tingkat pengembalian menyebar normal telah dilakukan oleh Hermansah (2017) yang mengukur *Value at Risk* berdasarkan distribusi normal, Anam *et.al.* (2020) yang mengukur Value at Risk Portofolio Obligasi dengan menggunakan metode *Variance-Covariance*, dan Oktafiani *et.al.* (2017) yang menggunakan *Value at Risk* dengan Metode *Variance-Covariance* untuk mengukur risiko portofolio yang dibentuk dari model indeks tunggal. Namun menurut Pracoyo dan Muslich (2006), berdasarkan studi empiris yang telah dilakukan, tingkat pengembalian untuk asset-asset keuangan banyak yang tidak mengikuti pola sebaran normal. Penyimpangan terhadap asumsi ini tentunya akan menimbulkan permasalahan mengenai ketepatan dalam menduga nilai VaR dari sebaran data. Oleh karena itu, pemilihan sebaran yang cocok dengan data sangat diperlukan dalam perhitungan VaR karena hasil pemilihan sebaran akan digunakan untuk menentukan nilai kuantil pada nilai peluang tertentu.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka akan dibahas mengenai penentuan alokasi dana yang dapat meminimumkan risiko portofolio dan estimasi risiko dari portofolio tersebut menggunakan metode VaR bagi portofolio saham perusahaan-perusahaan perkebunan yang melantai di Bursa Efek Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak penentuan alokasi dana yang diberikan bagi setiap asset di dalam portofolio dan dampak identifikasi sebaran data dalam menduga nilai VaR.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Value At Risk* (VaR)

Value at Risk (VaR) adalah metode yang digunakan untuk mengukur kerugian terburuk dari suatu investasi yang akan diperoleh selama suatu periode tertentu dan pada tingkat kepercayaan tertentu (Jorion, 2007). Dalam perhitungannya, metode VaR merupakan penerapan dari konsep kuantil dari sebuah distribusi data pada nilai peluang tertentu. Pada perhitungan VaR, data yang digunakan adalah data tingkat pengembalian dari asset tunggal atau portofolio (R). Menurut Tupan *et.al.* (2013), VaR ditentukan melalui fungsi kepekatan peluang dari sebaran data tingkat pengembalian $f(R)$. Oleh karena itu, VaR dengan tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dinyatakan sebagai nilai kuantil ke-α dari sebaran data tingkat pengembalian atau dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$\int_{-\infty}^{VaR} f(R)\, dR = \alpha$$

$$P(R \leq VaR) = \alpha$$

Sementara itu, nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ setelah T periode waktu dengan modal awal adalah sebesar W_0 dapat dinyatakan dengan rumus berikut:

$$VaR(1-\alpha, T) = W_0 \cdot VaR \cdot \sqrt{T} \tag{1}$$

Menurut Jorion (2007), tingkat pengembalian dari suatu asset tunggal (R_t) dihitung dengan membandingkan selisih antara harga asset pada waktu ke-(t) dan harga asset pada waktu ke-$(t-1)$ dengan harga asset pada waktu ke-$(t-1)$ atau dituliskan sebagai berikut:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

sedangkan formulasi untuk perhitungan tingkat pengembalian dari portofolio sedikit berbeda dengan perhitungan tingkat pengembalian bagi asset tunggal. Pada perhitungan tingkat pengembalian portofolio, bobot alokasi dana bagi setiap asset tunggal di dalam portofolio juga dipertimbangkan dalam menghitung tingkat pengembalian. Menurut Byun dan Song (2021), perhitungan tingkat pengembalian portofolio yang terdiri dari k asset tunggal dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$R_{P,t} = \sum_{i=1}^{k} W_i \cdot R_{i,t} \qquad (2)$$

dengan $R_{P,t}$ adalah tingkat pengembalian portofolio pada waktu ke-t; W_i adalah bobot alokasi dana yang diberikan untuk asset ke-i; dan $R_{i,t}$ adalah tingkat pengembalian asset tunggal ke-i di dalam portofolio pada waktu ke-t.

Namun permasalahan utama dalam perhitungan tingkat pengembalian portofolio adalah menentukan nilai W_i untuk setiap asset tunggal di dalam portofolio. Penentuan W_i memegang peran yang penting karena bobot alokasi dana ini yang akan menentukan besar atau kecil tingkat pengembalian dari sebuah portofolio. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan bobot alokasi dana W_i adalah Metode *Mean-Variance Efficient Portfolio* (MVEP).

2.2. Metode *Mean-Variance Efficient Portfolio* (MVEP)

Metode MVEP adalah metode yang digunakan untuk memperoleh nilai bobot alokasi dana (**W**) untuk setiap saham di dalam portofolio yang meminimumkan risiko dengan cara meminimumkan varian dari tingkat pengembalian saham-saham di dalam portofolio. Menurut Maruddani dan Purbowati (2009), pengoptimalan dengan cara meminimumkan varian dari portofolio menggunakan *MVEP* secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\underbrace{Minimum}_{W} \, {\sigma_P}^2$$

Jika varian portofolio pada Persamaan tersebut dituliskan dengan bentuk matriks, maka bentuk matriks dari varian portofolio dapat dituliskan pada Persamaan 3 sebagai bentuk kuadrat (Searle, 1982).

$${\sigma_P}^2 = [W_1 \; W_2 \; \cdots \; W_k] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1k} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{k1} & \sigma_{k2} & \cdots & \sigma_{kk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \mathbf{W^T \, \Sigma \, W} \qquad (3)$$

$\mathbf{\Sigma}$ adalah matriks varian-kovarian dari data tingkat pengembalian k asset di dalam portofolio. Unsur-unsur yang berada pada diagonal utama dari matriks $\mathbf{\Sigma}$ adalah variansi tingkat pengembalian bagi k asset tunggal, serta unsur-unsur-unsur selain diagonal utama adalah kovariansi antara tingkat pengembalian asset ke-i dengan asset ke-j. Untuk menghitung unsur-unsur di dalam matriks $\mathbf{\Sigma}$ (σ_{ij}), digunakan penduga bagi σ_{ij} yaitu S_{ij} dengan rumus sebagai berikut:

$$S_{ij} = \frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n}\left(R_{i,t} - \bar{R}_i\right)\left(R_{j,t} - \bar{R}_j\right), \qquad i,j = 1,2,..,k \tag{4}$$

Namun pengoptimalan portofolio tersebut terkendala dengan bobot alokasi dana yang jika dijumlahkan harus bernilai 1, yaitu:

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = [1\ 1\ \cdots\ 1]\begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_k \end{bmatrix} = \mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{W} = \mathbf{1} \tag{5}$$

Oleh karena itu, pengoptimalan nilai **W** berdasarkan Persamaan 3 dengan adanya kendala pada Persamaan 5 dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *lagrange* (Purcell dan Varberg, 1987). Fungsi *Lagrange* dapat dituliskan sebagai:

$$\begin{aligned} L(W) &= \boldsymbol{W^T \Sigma W} + \lambda\left(1 - \mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{W}\right) \\ &= \boldsymbol{W^T \Sigma W} + \lambda - \lambda\, \mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{W} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai **W**, maka fungsi *Lagrange* di atas harus diturunkan terhadap vektor **W**, kemudian disamakan dengan nol. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$L'(\boldsymbol{W}) = \frac{\partial L(\boldsymbol{W})}{\partial \boldsymbol{W}} = 0$$

$$2\boldsymbol{\Sigma W} - \lambda\, \mathbf{1_n} = 0$$

$$2\boldsymbol{\Sigma W} = \lambda\, \mathbf{1_n}$$

$$\boldsymbol{W} = \frac{1}{2}\lambda \boldsymbol{\Sigma}^{-\mathbf{1}}\mathbf{1_n} \tag{6}$$

karena nilai pengali *Lagrange* (λ) belum diketahui, maka dengan mensubsitusikan Persamaan 6 ke dalam persamaan 5, maka nilai pengali *Lagrange* (λ) tersebut dapat diperoleh sebagai berikut:

$$\mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{W} = 1$$

$$\mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\left(\frac{1}{2}\lambda \boldsymbol{\Sigma}^{-\mathbf{1}}\mathbf{1_n}\right) = 1$$

$$\frac{1}{2}\lambda \mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{\Sigma}^{-\mathbf{1}}\mathbf{1_n} = 1$$

$$\lambda = \frac{2}{\mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{\Sigma}^{-1}\mathbf{1_n}} \tag{7}$$

dengan mensubsitusikan Persamaan 7 ke dalam Persamaan 6, maka akan diperoleh:

$$\boldsymbol{W} = \frac{1}{2}\left(\frac{2}{\mathbf{1_n}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{\Sigma}^{-1}\mathbf{1_n}}\right)\boldsymbol{\Sigma}^{-\mathbf{1}}\mathbf{1_n}$$

$$W = \frac{\boldsymbol{\Sigma}^{-1}\mathbf{1}_n}{\mathbf{1}_n{}^T\boldsymbol{\Sigma}^{-1}\mathbf{1}_n} \tag{8}$$

yang merupakan vektor pembobot alokasi dana untuk n buah saham di dalam portofolio.

Jika matriks $\boldsymbol{\Sigma}$ pada Persamaan 8 di atas adalah matriks definit positif, maka vektor bobot yang dihasilkan pada Persamaan tersebut merupakan nilai bobot yang dapat meminimumkan varian dari portofolio yang telah dibuat (Johnson, 2007).

2.3. Uji Kolmogorov-Smirnov

Menurut Daniel (1989) uji Kolmogorov-Smirnov merupakan uji hipotesis untuk menguji kecocokan sebaran. Uji Kolmogorov-Smirnov dilakukan dengan membandingkan antara sebaran kumulatif yang dibentuk dari sebaran frekuensi data sampel (empiris) dengan sebaran yang dihipotesiskan secara teoritis. Berikut adalah langkah-langkah pengujian hipotesis dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.

Misalkan dimiliki data dari sampel random $X_1, X_2, \cdots, X_n$ yang belum diketahui fungsi sebaran kumulatifnya, dinotasikan dengan $F(x)$, sedangkan $F_0(x)$ adalah fungsi sebaran kumulatif dari sebaran yang dihipotesiskan, dan $S(x)$ adalah proporsi nilai-nilai pengamatan dalam sampel yang kurang dari atau sama dengan x, maka langkah-langkah pengujian hipotesisnya adalah sebagai berikut:

- **Hipotesis**
  H_0 : $F(x) = F_0(x)$ untuk semua x
  (Data berdistribusi yang dihipotesiskan)
  H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ untuk sekurang-kurangnya sebuah nilai x
  (Data tidak berdistribusi yang dihipotesiskan)
- **Taraf Nyata**
  α
- **Statistik Uji**
  $D = \underset{1 \leq i \leq r}{max}\{max[|S(x_i) - F_0(x_i)|, |S(x_{i-1}) - F_0(x_i)|]\}$
  dimana,
  r = Banyaknya nilai x yang berbeda
  $S(x_0)$ = 0
- **Kriteria Penolakan H_0**
  Tolak H_0 jika $D > D^*(\alpha)$.
  dimana,
  $D^*(\alpha)$ merupakan nilai kritis yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov.

2.4. Skewness dan Kurtosis

Skewness dan Kurtosis adalah statistik deskriptif yang digunakan untuk mengukur kemiringan dan keruncingan dari sebuah sebaran data. Skewness dan Kurtosis masing-masing terkait dengan moment ketiga dan moment keempat dari sebaran sebuah data. Jika terdapat sebuah peubah acak X, maka Skewness dan Kurtosis yang masing-masing berasal dari moment ketiga dan moment keempat adalah sebagai berikut:

$$sk(X) = \frac{E\left[\left(X-E(X)\right)^3\right]}{VAR(X)^{\frac{3}{2}}}$$

$$kr(X) = \frac{E\left[\left(X-E(X)\right)^4\right]}{VAR(X)^2}$$

dengan masing-masing penduga tak biasnya adalah sebagai berikut:

$$\widehat{sk} = \frac{\sqrt{n(n-1)}}{n-2} \times \frac{m_3}{m_2^{\frac{3}{2}}} \quad (9)$$

$$\widehat{kr} = \frac{n-1}{(n-2)(n-3)}\left((n+1) \times \frac{m_4}{m_2^{\,2}} - 3(n-1)\right) + 3 \quad (10)$$

Pada persamaan 9 dan persamaan 10 di atas, m_k dirumuskan sebagai $m_k = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^k$ dengan x_i adalah amatan-amatan dari peubah acak X sedangkan $\bar{X}$ adalah rataannya (Casella dan Berger, 2002).

2.5. Metode Pendugaan Kemungkinan Maksimum

Metode Pendugaan Kemungkinan Maksimum (*Maximum Likelihood Estimation*) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menduga parameter. Jika $X_1, X_1, \cdots, X_n$ adalah contoh acak yang menyebar i.i.d. (*independent and identically distributed*) yang berasal dari sebuah populasi dengan fungsi kepadatan peluang atau fungsi massa peluang adalah $f(x|\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$, maka fungsi kemungkinan dituliskan sebagai berikut:

$$L(\theta|\boldsymbol{x}) = L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^{n} f(x_i|\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$$

Untuk mendapatkan dugaan parameter θ, maka fungsi $L(\theta|\boldsymbol{x})$ diturunkan terhadap θ_i atau dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{\partial}{\partial \theta_i} L(\theta|\boldsymbol{x}) = 0, \quad i = 1,2, \dots, k$$

Jika dari turunan tersebut diperoleh nilai $\hat{\theta}(\boldsymbol{x})$ yang dapat memaksimumkan fungsi $L(\theta|\boldsymbol{x})$, maka $\hat{\theta}(\boldsymbol{x})$ adalah Penduga Kemungkinan Maksimum bagi θ berdasarkan contoh $\boldsymbol{X}$ (Casella dan Berger, 2002).

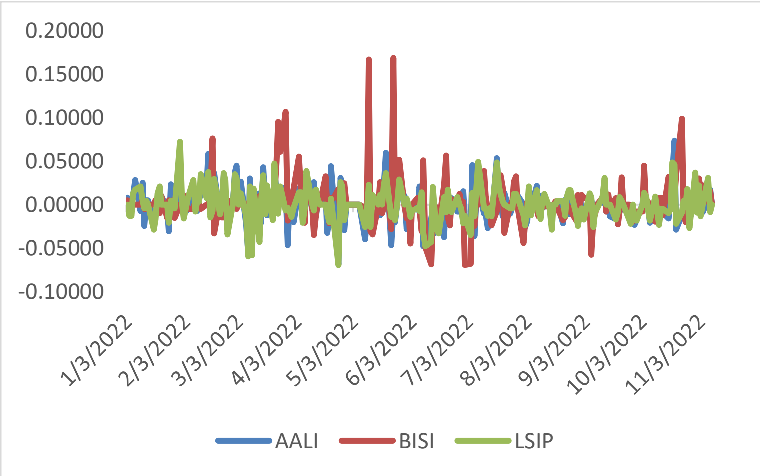
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari *Bloomberg* berupa data tingkat pengembalian harga saham dari 3 perusahaan perkebunan pertama yang mencatatkan sahamnya di Bursa Efek Indonesia. Ketiga perusahaan tersebut adalah PT Astra Agro Lestari Tbk. (AALI), PT BISI International Tbk. (BISI), dan PT PP London Sumatra Indonesia Tbk. (LSIP). Periode pengamatan yang digunakan adalah mulai dari tanggal 3 Januari 2022 sampai dengan 9 November 2022.

Tahapan analisa data pada penelitian ini terbagi ke dalam tujuh tahap. Pertama adalah eksplorasi data tingkat pengembalian untuk setiap saham. Kedua adalah menentukan bobot alokasi dana. Ketiga adalah menghitung tingkat pengembalian portofolio menggunakan bobot alokasi dana yang diperoleh pada tahapan sebelumnya. Keempat adalah identifikasi sebaran dari tingkat pengembalian portofolio. Kelima adalah menduga parameter dari sebaran yang teridentifikasi. Keenam adalah perhitungan nilai VaR. Ketujuh adalah membuat skenario-skenario untuk membandingkan nilai VaR dengan nilai VaR yang diperoleh dari sejumlah kondisi yang berbeda.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sepanjang periode pengamatan, tingkat pengembalian terkecil dari 3 saham di dalam portofolio adalah saham AALI. Tingkat pengembalian saham AALI adalah sebesar -0,06844 yang terjadi pada tanggal 25 April 2022. Sementara itu, tingkat pengembalian terbesar adalah saham BISI dengan tingkat pengembalian adalah sebesar 0,16879 pada tanggal 24 Mei 2022. Pergerakan tingkat pengembalian harian bagi ketiga sama ini disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan gambar tersebut, terlihat bahwa rata-rata tingkat pengembalian saham BISI adalah sebesar 0,00259 dan menjadi yang paling terbesar jika dibandingkan rata-rata tingkat pengembalian saham AALI dan saham LSIP yang masing-masing hanya sebesar -0,00013 dan 0,00008. Selain itu, saham BISI juga terlihat bergerak lebih bervolatilitas jika dibandingkan dengan saham-saham lain di dalam portofolio.



Gambar 1. Pergerakan Tingkat Pengembalian Harian

Karena terdapat volatilitas yang relatif tinggi pada tingkat pengembalian BISI, maka perlu dilakukan pembobotan alokasi dana yang akan ditempatkan ke dalam portofolio bagi setiap saham. Hal ini dilakukan untuk meminimumkan risiko akibat volatilitas pada setiap saham ketika saham-saham ini dimasukkan ke dalam portofolio, khususnya saham BISI. Penentuan bobot alokasi dana dilakukan dengan menggunakan persamaan 8. Sebelum menentukan besar bobot alokasi dana yang meminimumkan risiko portofolio, terlebih dahulu dibuat matriks $\boldsymbol{\Sigma}$ yang unsur-unsurnya dihitung menggunakan persamaan 4. Berdasarkan data tingkat pengembalian ketiga saham yang digunakan untuk membentuk portofolio, diperoleh matriks $\boldsymbol{\Sigma}$ sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} 0{,}0004137074 & 0{,}0001063864 & 0{,}0002794133 \\ 0{,}0001063864 & 0{,}0007824002 & 0{,}0000676608 \\ 0{,}0002794133 & 0{,}0000676608 & 0{,}0003893264 \end{bmatrix}$$

Pada matriks $\boldsymbol{\Sigma}$ tersebut, S_{11}, S_{22}, dan S_{33} masing-masing adalah ragam tingkat pengembalian bagi saham AALI, BISI, dan LSIP. Ragam tingkat pengembalian saham BISI adalah yang terbesar jika dibandingkan dengan ragam tingkat pengembalian saham AALI dan LSIP. Besarnya ragam tingkat pengembalian saham BISI tersebut menunjukkan bahwa volatilitas saham BISI memang relatif tinggi jika dibandingkan dengan volatilitas saham-saham lainnya. Besarnya keragaman tingkat pengembalian saham BISI ini kemungkinan juga disebabkan oleh lonjakan tingkat pengembalian saham BISI yang terjadi pada tanggal 11 Mei 2022 dan 24 Mei 2022.

Setelah diperoleh matriks $\boldsymbol{\Sigma}$, maka bobot alokasi dana bagi setiap saham di dalam portofolio dihitung dengan menggunakan persamaan 8 dan diperoleh vektor $\boldsymbol{W}$, yaitu:

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0{,}2862 \\ 0{,}2693 \\ 0{,}4445 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan unsur-unsur di dalam vektor $\boldsymbol{W}$**,** saham BISI diberi bobot alokasi dana yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan bobot alokasi dana bagi saham AALI dan LSIP. Pemberian bobot yang relatif kecil ini kemungkinan disebabkan oleh volatilitas saham BISI yang relatif lebih besar jika dibandingkan dengan kedua saham lainnya. Hal tersebut sejalan dengan ide dasar dari metode MVEP yang meminimumkan risiko melalui pemberian bobot alokasi dana sekecil mungkin bagi saham-saham yang memiliki volatilitas yang tinggi. Sementara itu, interpretasi dari bobot alokasi dana yang diperoleh dari vektor $\boldsymbol{W}$ tersebut yaitu jika dana yang dimiliki untuk berinvestasi adalah sebesar Rp 15.000.000, maka sebesar Rp 4.293.000 (28,62%) akan dialokasikan pada saham AALI, Rp 4.039.500 (26,93%) dialokasikan pada saham BISI, dan Rp 6.667.500 sisanya (44,45%) akan dialokasikan pada saham LSIP.

Jika bobot alokasi dana bagi setiap saham di dalam portofolio telah ditentukan, maka selanjutnya adalah menghitung tingkat pengembalian harian portofolio yang telah dibuat dengan saham AALI, BISI, dan LSIP, serta masing-masing alokasi dana yang telah diperoleh sebelumnya. Perhitungan tingkat pengembalian harian bagi portofolio dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2, yaitu dengan menjumlahkan perkalian tingkat pengembalian setiap saham dengan bobot alokasinya. Sebagai contoh, adalah cara perhitungan tingkat pengembalian portofolio pada tanggal 3 Januari 2022 (amatan pertama):

$$\begin{aligned} R_{P,1} &= \textstyle\sum_{i=1}^{3} W_i \cdot R_{i,t} \\ &= \left(W_1 \cdot R_{1,1}\right) + \left(W_2 \cdot R_{2,1}\right) + \left(W_3 \cdot R_{3,1}\right) \\ &= (0{,}2862 \cdot 0{,}00789) + \left(0{,}2693 \cdot (-0{,}00500)\right) + (0{,}4445 \cdot 0{,}000000) \\ &= 0{,}00361 \end{aligned}$$

Perhitungan tersebut diteruskan untuk setiap tanggal amatan sampai dengan amatan yang terakhir atau tanggal 9 November 2022. Adapun pada pembahasan ini, hasil perhitungan tingkat pengembalian untuk seluruh amatan hanya disajikan sebagian dan ditampilkan pada Tabel 1.

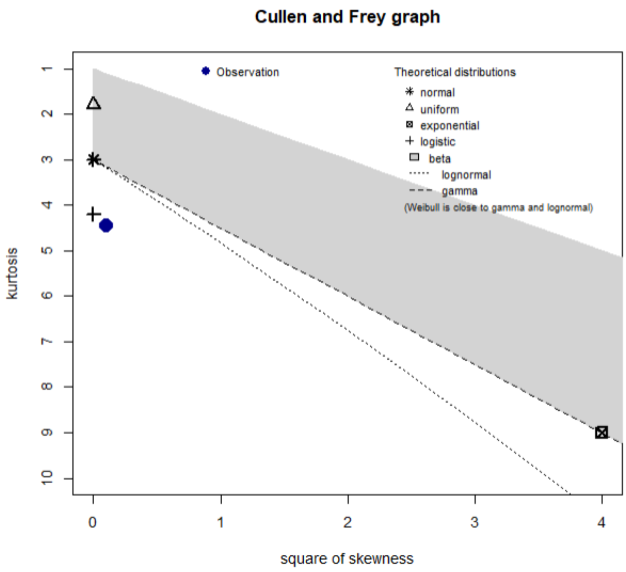
Tabel 1. Tingkat Pengembalian

Tanggal	AALI	BISI	LSIP	Portofolio
3 Januari 2022	0,00789	0,00503	0,00000	0,00361
4 Januari 2022	0,00000	-0,00500	-0,01266	-0,00697

5 Janauri 2022	0,00000	0,00503	-0,01282	-0,00435
6 Januari 2022	0,01044	0,00000	0,01299	0,00876
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
8 November 2022	0,01729	0,01558	-0,00858	0,00533
9 November 2022	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Tahapan selanjutnya setelah diperoleh tingkat pengembalian harian bagi portofolio adalah mengitung nilai VaR untuk memperkirakan besaran risiko dari portofolio yang telah dibuat. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, VaR adalah kuantil ke-α dari sebaran data tingkat pengembalian, dalam hal ini adalah tingkat pengembalian portofolio. Oleh karena itu, sebelum dilakukan perhitungan VaR, terlebih dahulu perlu dilakukan identifikasi sebaran beserta pendugaan parameter dari sebaran yang teridentifikasi

Identifikasi sebaran pada pembahasan ini menggunakan diagram *Cullen and Frey* (1999) atau disebut juga dengan diagram Skewness-Kurtosis. Diagram tersebut memberikan pilihan sebaran yang cocok bagi data berdasarkan nilai Skewness dan Kurtosis data. Pada diagram *Cullen and Frey*, sumbu x adalah kuadrat dari nilai skewness sedangkan sumbu y adalah nilai kurtosis (He, 2015). Untuk membuat diagram *Cullen and Frey*, serta melakukan pemilihan sebaran, pada pembahasan ini digunakan Package “fitdistrplus” pada R yang dikembangkan oleh Delignette-Muller dan Dutang (2015). Gambar 2 adalah diagram *Cullen and Frey* bagi tingkat pengembalian portofolio.



Gambar 2. Diagram *Cullen and Frey*

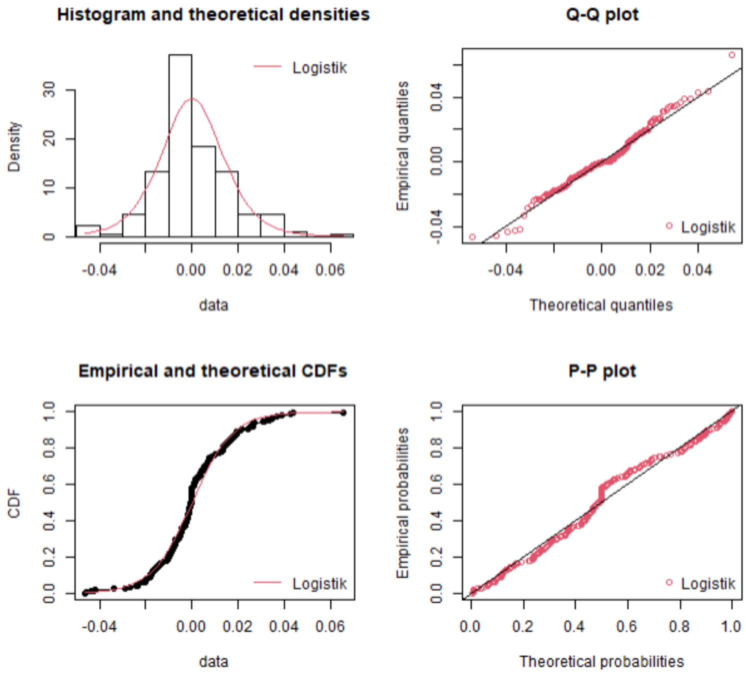
Dari diagram tersebut terlihat bahwa sebaran tingkat pengembalian portofolio tidak menyebar mengikuti sebaran normal. Jika dilakukan Uji Kolmogorov-Smirnov pada taraf nyata 5%, diperoleh nilai statistik uji Kolmogorov-Smirnov $D = 0{,}10357$. Nilai statistik uji tersebut lebih besar dari nilai kritis Kolmogorov-Smirnov $D^* = 0{,}09107$ yang artinya menolak H_0 yang menyatakan bahwa data menyebar normal. Hasil pengujian ini sejalan dengan Pracoyo dan Muslich (2006) bahwa studi empiris menunjukkan tingkat pengembalian untuk asset-asset keuangan banyak yang tidak mengikuti pola sebaran normal.

Hasil dugaan Skewness dan Kurtosis bagi tingkat pengembalian portofolio masing-masing adalah 0,3087 dan 4,4483. Berdasarkan kedua nilai tersebut, sebaran bagi tingkat pengembalian portofolio yang teridentifikasi pada grafik *Cullen and Frey* di Gambar 2 adalah sebaran logistik. Sebaran logistik memiliki fungsi kepekatan peluang dan fungsi sebaran kumulatif masing-masing sebagai berikut (Balakrishnan, 1992):

$$f(x|\mu,\sigma) = \frac{\pi}{\sigma\sqrt{3}} \frac{e^{-\frac{\pi(x-\mu)}{\sigma\sqrt{3}}}}{\left[1+e^{-\frac{\pi(x-\mu)}{\sigma\sqrt{3}}}\right]^2} \ , \quad -\infty < x < \infty, \ \ -\infty < \mu < \infty, \ \ \sigma > 0$$

$$F(x|\mu,\sigma) = \frac{1}{1+e^{-\frac{\pi(x-\mu)}{\sigma\sqrt{3}}}} \ , \quad -\infty < x < \infty, \ \ -\infty < \mu < \infty, \ \ \sigma > 0 \qquad (11)$$

Setelah diidentifikasi sebaran yang cocok bagi tingkat pengembalian portofolio, maka selanjutnya adalah menduga parameter dari sebaran logistik. Pendugaan parameter dilakukan dengan menggunakan Pendugaan Kemungkinan Maksimum. Dengan menggunakan fungsi fitdist() pada Package "fitdistrplus" diperoleh hasil dugaan parameter bagi sebaran logistik adalah $\hat{\mu} = 0{,}0001187447$ dan $\hat{\sigma} = 0{,}0088106989$. Jika dilakukan Uji Kolmogorov-Smirnov pada taraf nyata 5%, diperoleh nilai statistik uji Kolmogorov-Smirnov $D = 0.084573$. Nilai statistik uji tersebut kurang dari nilai kritis Kolmogorov-Smirnov $D^* = 0{,}09107$ yang artinya tidak menolak H_0 yang menyatakan bahwa data menyebar logistik dengan dugaan parameter $\hat{\mu} = 0{,}0001187447$ dan $\hat{\sigma} = 0{,}0088106989$. Hasil dugaan serta pengujian sebaran yang menyimpulkan bahwa tingkat pengembalian menyebar logistik juga tercermin dari sejumlah grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Sebaran Tingkat Pengembalian Portofolio

Jika sebaran dari tingkat pengembalian portofolio beserta dugaan parameternya telah diidentifikasi, maka perhitungan VaR pada tingkat kepercayaan $1-\alpha$ dilakukan dengan mencari nilai kuantil ke-α dari sebaran tingkat pengembalian portofolio yang menyebar logistik dengan menggunakan parameter yang telah diduga sebelumnya, yaitu $\hat{\mu} = 0{,}0001187447$ dan $\hat{\sigma} = 0{,}0088106989$. Untuk memperoleh nilai kuantil ke-α adalah dengan menggunakan invers dari fungsi sebaran kumulatif logistik pada persamaan 11.

Adapun nilai VaR portofolio pada tingkat kepercayaan 95% adalah sebesar -0,02582382. Dengan menggunakan persamaan 1, dengan modal awal adalah sebesar Rp 25.000.000 dan jangka waktu untuk memegang portofolio adalah selama 2 hari, maka diperoleh perhitungan VaR sebagai berikut:

$$\begin{aligned} VaR(95\%, 2) &= 25.000.000 \cdot (-0.02582382) \cdot \sqrt{2} \\ &= -913.009{,}91 \end{aligned}$$

Interpretasi dari angka tersebut adalah jika portofolio yang sudah dibuat diinvestasikan dana sebesar Rp 25.000.000 dengan jangka waktu dana berada di dalam portofolio adalah selama 2 hari, maka kerugian terburuk yang mungkin diperoleh dari berinvestasi di portofolio yang telah dibuat adalah tidak melebih sebesar Rp 913.009,91.

Pada pembahasan ini, akan dilakukan perbandingan nilai VaR yang diperoleh sebelumnya dengan perbandingan nilai VaR bagi 3 skenario yang akan dibuat. Skenario Pertama adalah jika bobot alokasi dana yang diberikan sesuai dengan vektor $\boldsymbol{W}$ yang diperoleh sebelumnya tetapi sebaran yang digunakan adalah sebaran normal (tidak dilakukan identifikasi sebaran terlebih dahulu). Skenario kedua adalah bobot alokasi dana tidak sesuai dengan vektor $\boldsymbol{W}$ tetapi identifikasi sebaran dilakukan sesuai dengan prosedur identifikasi yang sebelumnya dilakukan. Skenario ketiga adalah bobot alokasi dana tidak sesuai dengan vektor $\boldsymbol{W}$ dan sebaran yang digunakan adalah sebaran normal (tidak dilakukan identifikasi sebaran terlebih dahulu). Hasil dari ketiga skenario yang dibuat disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, nilai VaR bagi ketiga skenario yang telah dibuat menunjukkan nilai VaR yang relatif besar jika dibandingkan dengan nilai VaR yang telah diperoleh sebelumnya.

Tabel 2. Skenario Nilai VaR

Skenario	**Alokasi Dana**	**Sebaran**	**Dugaan Parameter**	**Nilai VaR 95%**
Kontrol	$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0{,}2862 \\ 0{,}2693 \\ 0{,}4445 \end{bmatrix}$	Logistik	$\hat{\mu} = 0{,}0001187447$ $\hat{\sigma} = 0{,}0088106989$	-0,02582382
1	$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0{,}2862 \\ 0{,}2693 \\ 0{,}4445 \end{bmatrix}$	Normal	$\hat{\mu} = 0{,}0006965118$ $\hat{\sigma} = 0{,}0164324309$	-0.02633243
2	$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0{,}4445 \\ 0{,}2862 \\ 0{,}2693 \end{bmatrix}$	Logistik	$\hat{\mu} = 0{,}00001925122$ $\hat{\sigma} = 0{,}008896560$	-0.02617613
3	$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0{,}4445 \\ 0{,}2862 \\ 0{,}2693 \end{bmatrix}$	Normal	$\hat{\mu} = 0{,}0007066875$ $\hat{\sigma} = 0{,}0166494722$	-0.02667926

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh simpulan bahwa pengalokasian dana dan penentuan sebaran memiliki peran yang penting dalam menduga nilai VaR. Pada sebagian penelitian-penelitian mengenai VaR yang telah dilakukan, khususnya untuk perhitungan VaR portofolio, penentuan alokasi dana dan sebaran yang cocok bagi tingkat pengembalian biasanya tidak dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut biasanya langsung menetapkan bobot alokasi dana dan sebaran yang akan digunakan dalam menduga nilai VaR. Hasil dari pembobotan alokasi dana dengan menggunakan MVEP akan memberikan bobot alokasi dana yang relatif kecil bagi saham yang memiliki volatilitas yang tinggi. Pemberian bobot alokasi dana yang tidak sesuai dengan kondisi volatilitas bagi setiap saham, akan mendorong naiknya nilai VaR. Hal ini tercermin dari perbandingan nilai VaR Skenario 2 yang relatif lebih besar dibandingkan dengan nilai VaR pada Skenario Kontrol. Identifikasi sebaran juga memainkan pernan penting dalam menduga nilai VaR. Meskipun bobot alokasi dana yang diberikan sesuai dengan kondisi volatilitas bagi setiap saham, tetapi jika sebaran yang digunakan tidak sesuai dengan sebaran dari tingkat pengembalian portofolio, maka akan membuat nilai VaR juga tidak sesuai dengan dugaan yang seharusnya. Hal ini tercermin dari nilai VaR skenario 1 yang relative lebih besar jika dibandingkan dengan skenario 2 dan skenario kontrol. Sementara itu, bobot alokasi dana yang tidak sesuai dengan kondisi volatilitas bagi setiap saham dan pemilihan sebaran yang tidak sesuai dengan tingkat pengembalian portofolio, menyebabkan nilai VaR menjadi tidak sesuai dengan nilai dugaan yang seharusnya. Tercermin dari nilai VaR yang memiliki nilai paling besar dibandingkan dengan nilai VaR Kontrol, Skenario 1, dan Skenario 2.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, K. *et.al.*, 2020. Pengukuran Value at-Risk pada Portofolio Obligasi dengan Metode Varian-Kovarian. *Jurnal Gaussian* Vol. 9 No. 4 ISSN: 2339-2541.

Balakrishnan, N., 1992. *Handbook of The Logistic Distribution*. Marcel Dekker, Inc: New York.

Biswas, D., 2015. The Effect of Portfolio Diversification Theory: Study on Modern Portfolio Theory of Stock Investment in The National Stock Exchange. *Journal of Commerce and Management Thought* Vol.6 DOI: 10.5958/0976-478X.2015.00027.0

Bohdalová, M., and Greguš., M., 2015. Estimating Value-at-Risk Based on Non-Normal Distributions. *CBU international Conference Proceedings* Vol. 3 DOI: 10.12955/cbup.v3.601.

Byun, K., and Song, S., 2021. Value at Risk of Portfolios Using Copulas. *Communication for Statistical Applications and Methods* 28:59-79 https://doi.org/10.29220/CSAM.2021.28.1.059.

Casella, G., and Berger, R.L., 2002. *Statistical Inference*. Second Edition. Duxbury Thomson Learning: USA.

Cullen, A.C., and Frey, H.C., 1999. *Probabilistic Technique in Exposure Assessment*. First Edition. Plenum Publishing Co.

Daniel, W.W., 1990. *Applied Nonparametric Statistics*. Second Edition. PWS-KENT Publishing Company: Boston.

Delignette-Muller, M.L., and Dutang, C., 2015. fitdistrplus: An R Package for Fitting Distributions. *Journal of Statistical Software* Vol. 64 https://doi.org/10.18637/jss.v064.i04.

Elton, E.J. *et.al.*, 2013. *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. Ninth Edition. John Wiley & Sons, Inc: New York.

Hartono, J., 2013. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi. Edisi Ketujuh*. BPFE Yogyakarta: Yogyakarta.

He, Y., 2015. *A Probabilistic Model of Benefit-Cost Analysis for Highway Construction Projects* [Thesis]. Indiana: Purdue University.

Hermansah, 2017. Estimasi Value at Risk dengan Distribusi Normal untuk Memprediksi Return Investasi. *Jurnal Mercumatika* Vol. 1 No. 2 ISSN: 2548-1819.

Johnson, R. A., and Wichern, D. W., 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Sixth Edition. Pearson Prentice Hall: New Jersey.

Jorion, P., 2001. *Value At Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. Second Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc: Boston.

Maruddani, D.I.A, dan Purbowati, A. 2009. Pengukuran Value at Risk pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Media Statistika. Vol. 2(2): 93-104.* Undip: Semarang.

Oktafiani, H.E. *et.al.*, 2017. Penerapan Model Indeks Tunggal untuk Optimalisasi Portofolio dan Pengukuran Value at Risk dengan Variance Covariance. *Jurnal Gaussian* Vol. 6 No. 1 ISSN: 2339-2541.

Pracoyo, A., dan Muslich, M., 2006. *Studi Pengukuran Value at Risk pada Distribusi Return Saham yang Bersifat Leptokurtosis: Studi Kasus Saham ASII, ISAT, SMDR, dan UNVR* [Tesis]. Depok: Universitas Indonesia.

Purcell, E.J., dan Varberg, D., 1987. *Kalkulus Dan Geometri Analitis*. Edisi kelima. Erlangga: Jakarta.

Searle, S.R., 1982. *Matrix Algebra Useful for Statistics*. John Wiley & Sons: New York.

Tupan, L.P. *et.al.*, 2013. Pengukuran Value at Risk Pada Aset perusahaan dengan Metode Simulasi Monte Carlo. *Jurnal MIPA Unsrat* Vol. 2 No. 1 http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo.