



Evaluasi Efisiensi Portofolio IDX Low Carbon Leaders: Pendekatan Mean Variance Efficient Portofolio dan Mean-Semivariance

Chaterine Ariane Angelina¹, Najwa Rachel Kharizta², Selmy Malicca Auranisa³, Viny Debora Sandri⁴, Zahra Ulaya Sifa⁵, Di Asih I Maruddani⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

¹chaterinearianeangel@students.undip.ac.id ²najwarachelkharizta@students.undip.ac.id ³selmymaliccaauranisa@students.undip.ac.id

⁴vinydeborasandri@students.undip.ac.id ⁵zahraulayasifa@students.undip.ac.id ⁶maruddani@live.undip.ac.id

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

Abstract: The *IDX Low Carbon Leaders (LCL)* stock portfolio is a collection of stocks from companies on the *IDX* index committed to reducing carbon emissions. These stocks show solid financial performance and implement environmentally friendly practices. This portfolio uses the *Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP)* and *Mean-Semivariance* methods, each with a different approach to measuring risk, especially in the use of variance concerning stock fluctuations. The data for selecting efficient stocks includes daily closing prices of *PGEO*, *MEDC*, and *BRIS* on the *IDX LCL* index from May 20, 2023, to May 20, 2024, with an initial capital of Rp1,000,000,000.00, a holding period of 30 days, and a confidence level of 95%. This study aims to compare portfolio risk using *VaR* measurements with the *MVEP* and *Mean-Semivariance* methods. *PGEO*, *MEDC*, and *BRIS* stocks have a mean correlation value of 0.06632 and multivariable normally distributed returns. Calculations of the *VaR* value using the normal distribution approach show that the *MVEP* method results in a lower risk, with losses not exceeding Rp160,007,237.8 in 30 days, while the *Mean-Semivariance* method results in losses not exceeding Rp162,949,078.4 in 30 days.

Keywords: *IDX Low Carbon Leaders*, multivariate normal, carbon emissions

Abstrak: Portofolio saham *IDX Low Carbon Leaders (LCL)* adalah kumpulan saham dari perusahaan-perusahaan yang terdaftar dalam indeks *IDX* dan berkomitmen terhadap pengurangan emisi karbon. Tidak hanya menunjukkan kinerja keuangan yang solid tetapi juga menerapkan praktik bisnis yang ramah lingkungan. Penyusunan portofolio ini menggunakan metode *Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP)* dan *Mean-Semivariance*. Penelitian ini penting dilakukan karena masing-masing metode memiliki pendekatan yang berbeda dalam mengukur risiko, khususnya pada penggunaan varian dengan memperhatikan fluktuasi saham. Data yang digunakan dalam pemilihan saham-saham efisien adalah data harga penutupan saham harian *PGEO*, *MEDC*, dan *BRIS* pada indeks *IDX LCL* dari tanggal 20 Mei 2023 hingga 20 Mei 2024 dengan modal awal Rp1.000.000.000,00, *holding period* 30 hari, dan dengan tingkat kepercayaan 95%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan risiko portofolio dengan pengukuran *VaR* dengan menggunakan metode *MVEP* dan *Mean-Semivariance*. Saham *PGEO*, *MEDC*, *BRIS* memiliki nilai mean korelasi sebesar 0,06632 dan *return* berdistribusi normal multivariat. Kemudian perhitungan nilai *VaR* dengan pendekatan distribusi normal menunjukkan penyusunan portofolio dengan metode *MVEP* lebih rendah, yaitu kerugian tidak akan melebihi Rp160.007.237,8 dalam 30 hari, sedangkan dengan metode *Mean-Semivariance* kerugian tidak akan melebihi Rp162.949.078,4 dalam 30 hari.

Kata kunci: *IDX Low Carbon Leaders*, normal multivariat, emisi karbon

I. PENDAHULUAN

Penyusunan portofolio merupakan salah satu investasi yang kini kian ramai diperbincangkan dan dipelajari sebab portofolio yang baik membutuhkan aspek-aspek penyusun yang tepat. Investasi dikatakan menguntungkan jika memberikan manfaat (*benefits*) yang lebih besar dari pengorbanannya (*cost*) [1]. Meningkatnya suhu bumi akibat emisi karbon dioksida (CO₂), membuat perusahaan-perusahaan secara bertahap terus mencari terobosan baru dalam merancang teknologi maupun energi alternatif ramah lingkungan. Begitu pun dengan perusahaan-perusahaan yang peduli akan kondisi lingkungan sekitar, seperti yang terdaftar pada *LQ45 Low Carbon Leaders (LCL)*.

Berinvestasi di emiten yang menghasilkan karbon rendah semakin penting dalam konteks keberlanjutan lingkungan dan manajemen risiko keuangan, contohnya berinvestasi pada *LQ45 Low Carbon Leaders (LCL)*. Ada dua metode yang akan dibandingkan pada penyusunan portofolio ini, yaitu



Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP) dan *Mean-Semivariance*. MVEP bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan yang diharapkan pada tingkat risiko tertentu atau, sebaliknya, meminimalkan risiko pada tingkat keuntungan yang diharapkan. Sedangkan, metode *Mean-Semivariance* adalah pendekatan lain yang digunakan untuk optimasi portofolio, namun memiliki fokus yang sedikit berbeda dari MVEP, yaitu mempertimbangkan fluktuasi negatif atau risiko penurunan. Artinya metode ini lebih sensitif terhadap risiko kerugian dibandingkan fluktuasi positif sehingga sangat meminimalisir kerugian investor.

Sehubungan dengan penerapan metode *Mean-Semivariance*, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *Mean Absolute Deviation* memberikan *return* yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Mean-Semivariance*. Namun, optimisasi portofolio dengan metode *Mean-Semivariance* memberikan risiko portofolio yang lebih rendah dibandingkan dengan metode *Mean Absolute Deviation*, sehingga investor yang tidak berani mengambil risiko besar (*risk-avertter*) dianjurkan memilih metode *Mean-Semivariance* [2]. Mengingat saham-saham yang dipilih menunjukkan fluktuasi yang beragam, sehingga penelitian ini menggunakan metode MVEP dan *Mean-Semivariance*.

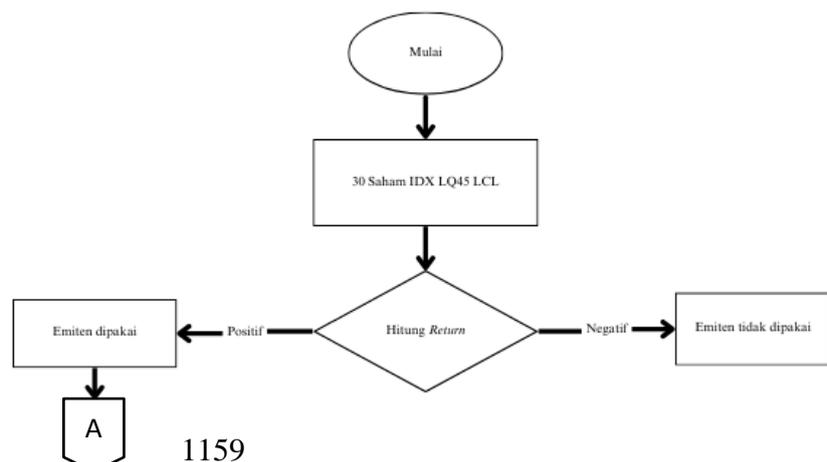
Dengan menggunakan metode MVEP dan *Mean-Semivariance* dalam pembentukan portofolio saham berdasarkan *Low Carbon Leaders Index*, investor dapat melihat metode yang paling efektif untuk memaksimalkan keuntungan sekaligus mengelola risiko. Ini dapat dilakukan dengan mempertimbangkan nilai *Value at Risk* (VaR) dari kedua metode tersebut.

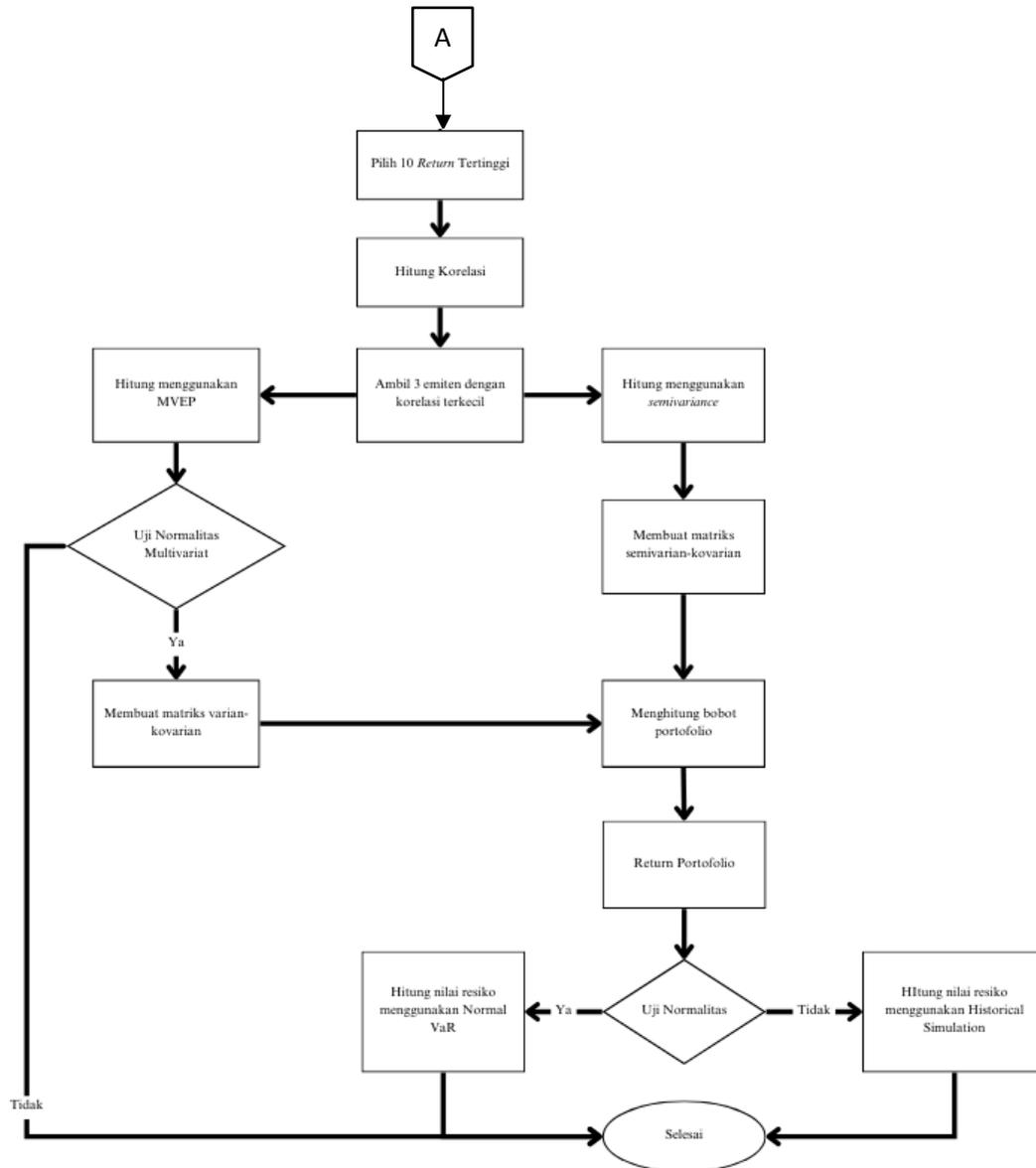
II. METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan adalah data *closing price* saham yang tergabung dalam indeks LQ45 LCL dan data *closing price* IHSG yang diambil melalui website <https://finance.yahoo.com/> dari bulan Mei 2023 sampai Mei 2024. Langkah-langkah analisis data yang dilakukan sebagai berikut:

1. Mencatat harga penutupan dari semua saham yang termasuk dalam index IDX LQ45 LCL.
2. Menghitung *return* masing-masing saham.
3. Menentukan saham yang akan dijadikan portofolio berdasarkan keuntungan terbesar dan sektor yang berbeda.
4. Uji Normalitas Multivariat dari *return* saham.
5. Membentuk matriks varian-kovarian untuk metode MVEP dan matriks *semicovariance* untuk metode *semivariance*.
6. Menentukan bobot portofolio.
7. Menghitung *return* portofolio.
8. Uji normalitas *return* portofolio.
9. Menghitung *Value at Risk* (VaR).

Diagram Alir





Gambar 1. Diagram Alir

Saham LQ45 Low Carbon Leaders (LCL)

Indeks LQ45 LCL dikeluarkan oleh Bursa Efek Indonesia pada tahun 2022 yang bertujuan untuk mengurangi eksposur intensitas emisi karbon atas portofolio sebesar minimal 50%. Saham yang tergabung dengan indeks LQ45 LCL merupakan saham yang sebelumnya tergabung dengan indeks LQ45 namun diseleksi kembali agar memenuhi persyaratan “Low Carbon”. Berikut kriteria saham indeks LQ45 LCL:

1. Mengeluarkan saham semesta yang masuk ke dalam industry batu bara berdasarkan IDX-IC.
2. Menyesuaikan bobot di sektornya masing-masing sesuai dengan intensitas karbon.
3. Mengeluarkan konstituen dengan nilai carbon intensity tertinggi apabila Portfolio *Weighted Average Carbon Intensity* belum mencapai minimal 50% dibandingkan LQ45 (*parent index*).



Return

Return dapat diartikan sebagai keuntungan yang dimiliki oleh investor atas investasi yang dilakukan [3]. Dalam hasilnya, *return* memiliki tiga kemungkinan, yaitu jika *return* bernilai positif maka investor mengalami keuntungan, jika *return* bernilai negative maka investor mengalami kerugian, dan jika *return* bernilai nol maka investor tidak mendapatkan tingkat pengembalian apapun. *Return* saham dapat dicari melalui persamaan 1 [4].

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

dengan: r_t : *return* ke t ; P_t : harga penutupan ke t ; P_{t-1} : harga penutupan ke $t-1$

Risiko

Risiko dapat diartikan sebagai volatilitas dari hasil yang tidak diharapkan dari nilai aset atau kewajiban yang dimiliki [5] Risiko dapat diminimumkan dengan membentuk suatu portofolio sehingga varian *return* dari asset portofolio akan lebih kecil dari varian rata-rata tertimbang dari masing-masing asset investasi tunggal [6]. Risiko dapat diukur dengan deviasi standar (*standard deviation*) atau varian (*variance*) yang merupakan kuadrat dari deviasi standar.

$$Sd^2 = \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2 \quad (2)$$

dengan: n : banyaknya data; r_t : *return* ke- t ; \bar{r} : rata-rata *return*

Uji Normalitas Multivariat

Uji normalitas multivariat dilakukan untuk melihat apakah antar variabel data berdistribusi normal secara bersamaan. Untuk memeriksa data apakah berdistribusi normal multivariat, dapat dilihat dari Q-Q plot antara *square distance* (d_j^2) dengan nilai quantil dari distribusi Chi-Square $\left(\frac{j-0,5}{n}\right)$. Jika hasil plot menggambarkan garis lurus maka data tersebut dapat dikatakan memenuhi asumsi distribusi normalitas multivariat [7].

Pembentukan Portofolio: Mean Variance Efficien Portfolio (MVEP)

MVEP didefinisikan sebagai portofolio yang memiliki variansi minimum diantara keseluruhan kemungkinan portofolio yang dapat dibentuk. Jika diasumsikan preferensi investor terhadap risiko adalah *risk averse* (menghindari risiko), maka portofolio yang memiliki *mean variance* efisien (*Mean Variance Efficient Portfolio*) adalah portofolio yang memiliki variansi minimum dari *mean return*nya. Hal ini sama dengan mengoptimisasi bobot $\mathbf{w} = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_N]^T$ berdasarkan maksimum *mean return* dari variansi yang diberikan [8]. Permasalahan optimalisasi dapat diselesaikan dengan fungsi Lagrange yaitu:

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

dengan: L : fungsi Lagrange; λ : faktor pengali Lagrange; $\boldsymbol{\Sigma}$: matriks varian-kovarian; \mathbf{w} : bobot portofolio; $\boldsymbol{\mu}_p$: mean portofolio

Fungsi Lagrange tersebut dapat diturunkan untuk mencari bobot portofolio dengan rumus akhir:

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



dengan: \mathbf{w} : bobot saham; Σ^{-1} : invers matriks varian-kovarian; $\mathbf{1}_N$: matriks $N \times 1$ yang bernilai 1; $\mathbf{1}_N^T$: matriks transpose $1 \times N$ yang bernilai 1; Σ merupakan matriks varian-kovarian yang dapat disusun sebagai berikut:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \text{Var}(X_1) & \cdots & \text{Cov}(X_1, X_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Cov}(X_1, X_n) & \cdots & \text{Var}(X_n) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Dengan kovarian yang dapat dihitung melalui persamaan

$$\text{kovarian } X_i, X_j = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{n - 1} \quad (5)$$

Pembentukan Portofolio: Semivariance

Permasalahan yang dimiliki oleh metode MVEP adalah saham yang ingin dijadikan portofolio harus berdistribusi normal multivariat. Markowitz mengembangkan suatu perhitungan matematika yang tidak harus memenuhi asumsi tersebut [9]. Metode tersebut disebut sebagai *semivariance*. Metode ini menggunakan suatu *benchmark* yang akan menjadi tolak ukur dalam perhitungannya. Pembentukan matriks *semivariance* dapat dibentuk melalui persamaan [2]:

$$M_{i,j} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [\text{Min}(r_{i,t} - b, 0) * \text{Min}(r_{j,t} - b, 0)] \quad (6)$$

dengan: $M_{i,j}$: *semicovariance* antara saham i dan j dengan *benchmark* b; n: jumlah data; $r_{i,t}$: *return* saham ke i pada periode t; $r_{j,t}$: *return* saham ke j pada periode t; b: *benchmark*.

Permasalahan optimasi metode *semicovariance* dapat diselesaikan dengan fungsi Lagrange dengan jumlah bobot satu menjadi syaratnya.

$$L = \mathbf{w}^T \Sigma_{sv} \mathbf{w} + \lambda(1 - \mathbf{w}^T \mathbf{1}_N) \quad (7)$$

dengan: L: fungsi Lagrange; λ : faktor pengali Lagrange; Σ_{sv} : matriks *semicovariance*; \mathbf{w} : bobot portofolio

Fungsi Lagrange tersebut dapat diturunkan untuk mencari bobot portofolio dengan rumus akhir:

$$\mathbf{w} = \frac{\Sigma_{sv}^{-1} \mathbf{1}_N}{\mathbf{1}_N^T \Sigma_{sv}^{-1} \mathbf{1}_N} \quad (8)$$

dengan: \mathbf{w} : bobot saham; Σ_{sv}^{-1} : invers matriks *semicovariance*; $\mathbf{1}_N$: matrik $N \times 1$ yang bernilai 1; $\mathbf{1}_N^T$: matriks transpose $1 \times N$ yang bernilai 1.

Value at Risk

Nilai *Value at Risk* akan menjelaskan ukuran resiko kerugian maksimum dari sebuah investasi secara statistik dengan Tingkat kepercayaan tertentu pada saat kondisi pasar sedang normal [10]. Perhitungan *Value at Risk* dapat dihitung melalui dua pendekatan yaitu parametrik dan non-parametrik. Perhitungan *Value at Risk* menggunakan pendekatan parametrik membutuhkan asumsi normalitas sebagai persyaratan. Sedangkan perhitungan *Value at Risk* menggunakan pendekatan non-parametrik seperti *historical simulation* tidak membutuhkan asumsi normalitas dengan asumsi bahwa return yang terbentuk akan membentuk distribusi yang sama seperti data historisnya. Perhitungan *Value at Risk* dengan pendekatan parametrik dapat dihitung dengan persamaan 9 [11].



$$VaR(hp, (1 - \alpha)\%) = -Z_{(1-\alpha)}\sqrt{hp}\sigma S_0 \quad (9)$$

dengan: hp : *holding period* (periode waktu); α (alpha): taraf signifikansi; S_0 : jumlah uang yang di investasikan; σ : standar deviasi *return* saham portofolio.

Uji Normalitas Return Portofolio

Uji normalitas data dilakukan untuk menguji apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji ini membandingkan serangkaian data pada sampel terhadap distribusi normal serangkaian nilai dengan mean dan standar deviasi yang sama [12]. Uji hipotesis dilakukan dengan membandingkan antara selisih absolut $F_s(X)$ yaitu distribusi frekuensi kumulatif sampel dengan $F_t(X)$ yaitu distribusi frekuensi kumulatif teoritis.

Hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Statistik Uji

$$KS = \max|F_s(x) - F_t(x)|$$

Kriteria Uji

Jika nilai statistik hitung Kolmogorov-Smirnov > nilai statistik tabel Kolmogorov-Smirnov atau $\text{sig} < \alpha$ maka H_0 ditolak.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Seleksi Saham Terbaik *IDX Low Carbon Leaders (LCL)*

Expected return merupakan rata-rata dari *return* masing-masing saham yang akan disusun pada sebuah portofolio. Berdasarkan hasil perhitungan *expected return* dari 30 saham LQ45 LCL, dipilih lima saham tertinggi yang memiliki nilai *return* positif untuk pembentukan portofolio yang optimal. Berikut hasil seleksi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Seleksi Saham dengan Nilai *Return* Positif Tertinggi

No	Sektor	Kode Saham	<i>Expected Return</i>
1	Energi, Infrastruktur, dan Petrokimia	BRPT	0,00221
2	Energi (Geothermal)	PGEO	0,00197
3	Energi (Minyak dan Gas)	MEDC	0,00183
4	Energi (Gas dan Kimia)	ESSA	0,00177
5	Perbankan Syariah	BRIS	0,00170

Pembentukan portofolio optimal dan efisien akan dibentuk dengan kombinasi tiga dari lima saham yang memiliki nilai *expected return* tertinggi. Kemudian akan dipilih 3 saham dari kombinasi yang memiliki nilai korelasi terkecil. Perhitungan korelasi antar saham disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Seleksi Saham Lanjutan dengan Menghitung Nilai Korelasi

No	Kombinasi Saham	Nilai Korelasi
1	PGEO, MEDC, ESSA	0,15434
2	PGEO, MEDC, BRIS	0,06632
3	PGEO, MEDC, BRPT	0,22858
4	PGEO, ESSA, BRIS	0,07613
5	PGEO, ESSA, BRPT	0,16172
6	PGEO, BRIS, BRPT	0,16508
7	MEDC, ESSA, BRIS	0,15383
8	MEDC, ESSA, BRPT	0,20324

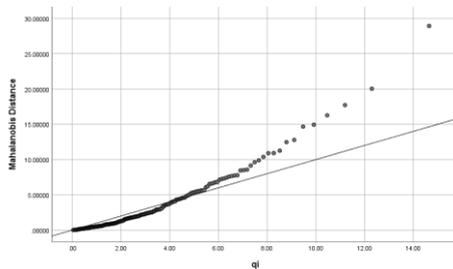


9	MEDC, BRIS, BRPT	0,09262
10	ESSA, BRIS, BRPT	0,10962

Berdasarkan tabel 2. dapat dilihat bahwa korelasi terkecil terdapat pada kombinasi saham PGEO, MEDC, BRIS dengan nilai 0,06632. Nilai ini menunjukkan adanya korelasi yang relatif rendah antara tiga saham tersebut. Dalam konteks diversifikasi portofolio, saham-saham dengan korelasi rendah cenderung memberikan manfaat yang lebih besar dan dapat mengurangi risiko portofolio secara keseluruhan. Oleh karena itu, saham PGEO, MEDC, BRIS akan dimasukkan ke dalam saham penyusun portofolio.

4.2. Uji Normal Multivariat *Return* Saham Terpilih

Dilakukan uji normal multivariat menggunakan SPSS dan diperoleh *output*:



Gambar 2a.

		Mahalanobis Distance	qi
Mahalanobis Distance	Pearson Correlation	1	.970**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	233	233
qi	Pearson Correlation	.970**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	233	233

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 2.b.

Gambar 2 : (2a) Plot jarak Mahalanobis dan Nilai q_i
(2b) Korelasi Antara Jarak Mahalanobis dan Nilai q_i

Berdasarkan gambar 2a. garis regresi menunjukkan bahwa sebagian besar titik data mengikuti garis lurus, yang mengindikasikan bahwa jarak Mahalanobis dan q_i memiliki hubungan linear yang kuat. Ini konsisten dengan korelasi tinggi yang ditunjukkan pada tabel 2b. dengan nilai korelasi sebesar 0,970. Dalam konteks normalitas multivariat, nilai jarak Mahalanobis diharapkan mengikuti distribusi *Chi-Square*. Hubungan linear yang kuat antara jarak Mahalanobis dan q_i mendukung bahwa data mungkin mengikuti distribusi *Chi-Square*, yang pada gilirannya mendukung asumsi normalitas multivariat. Berdasarkan hasil visual yang menunjukkan adanya hubungan linier dan nilai korelasi yang tinggi, dapat disimpulkan bahwa data *return* penyusun portofolio mengikuti distribusi normal multivariat.

4.3. Bobot Optimal Menggunakan MVEP

Penentuan bobot atau proporsi pada masing-masing aset metode *Mean Variance Efficient Portfolio* (MVEP) adalah menggunakan persamaan:

$$\mathbf{w} = \frac{\boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{1}_N}{\mathbf{1}_N^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{1}_N} \quad (10)$$

Dengan persamaan matriks *varian-kovarian* ($\boldsymbol{\Sigma}$):

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdots & \sigma_{pp} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Keterangan:

varian = $\sigma_{ii} = \sigma_i^2, i = 1, 2, \dots, p$



kovarian = $\sigma_{ij} = cov(r_i, r_j), i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, p$

r_i = return sekuritas ke-i

r_j = return sekuritas ke-j

Dalam hal ini, nilai Σ adalah sebagai berikut:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 0,00113 & 0,00015 & 0,00005 \\ 0,00015 & 0,00121 & 0,00000 \\ 0,00005 & 0,00000 & 0,00056 \end{bmatrix}$$

Sehingga, bobot dapat dihitung:

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} 906,23526 & -115,32011 & -76,48015 \\ -115,32011 & 843,19056 & 2,48577 \\ -76,48015 & 2,48577 & 1800,72711 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 906,23526 & -115,32011 & -76,48015 \\ -115,32011 & 843,19056 & 2,48577 \\ -76,48015 & 2,48577 & 1800,72711 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$= \begin{bmatrix} 0,22527 \\ 0,23029 \\ 0,54445 \end{bmatrix}$$

w_1 = bobot atau proporsi saham PGEO

w_2 = bobot atau proporsi saham MEDC

w_3 = bobot atau proporsi saham BRIS

Berdasarkan hasil perhitungan, alokasi bobot yang diberikan pada masing-masing saham adalah sebesar 22,527% untuk saham PGEO, 23,029% untuk saham MEDC, dan 54,445% untuk saham BRIS. Penggunaan bobot tersebut nantinya akan menghasilkan portofolio yang optimal yaitu portofolio yang memiliki varian minimum di antara keseluruhan portofolio yang dapat dibentuk.

4.4. Bobot Optimal Menggunakan Mean Semivariance

Penentuan bobot atau proporsi pada masing-masing aset metode *Mean Semivariance* adalah menggunakan persamaan:

$$\mathbf{w} = \frac{\Sigma_{sv}^{-1} \mathbf{1}_N}{\mathbf{1}_N^T \Sigma_{sv}^{-1} \mathbf{1}_N} \quad (11)$$

Dengan,

Σ_{sv}^{-1} : Invers matriks *semivariance – semicovariance*

$\mathbf{1}_N^T$: *Transpose* dari $\mathbf{1}_N$

Dengan persamaan matriks *semivariance – semicovariance* (Σ_{sv}):

$$M_{i,j} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [\text{Min}(r_{i,t} - b, 0) * \text{Min}(r_{j,t} - b, 0)] \quad (12)$$

dengan:

$M_{i,j}$: *semicovariance* antara saham i dan j dengan *benchmark* b

n : jumlah data

$r_{i,t}$: *return* saham ke i pada periode t

$r_{j,t}$: *return* saham ke j pada periode t

b : *benchmark*



Dalam hal ini, nilai Σ_{sv} adalah sebagai berikut:

$$\Sigma_{sv} = \begin{bmatrix} 0,00041 & 0,00015 & 0,00009 \\ 0,00015 & 0,00047 & 0,00007 \\ 0,00009 & 0,00007 & 0,00019 \end{bmatrix}$$

Sehingga, bobot dapat dihitung:

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} 2964,15809 & -766,57972 & -1049,45485 \\ -766,57972 & 2462,10132 & -578,51400 \\ -1049,45485 & -578,51400 & 5729,79009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2964,15809 & -766,57972 & -1049,45485 \\ -766,57972 & 2462,10132 & -578,51400 \\ -1049,45485 & -578,51400 & 5729,79009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

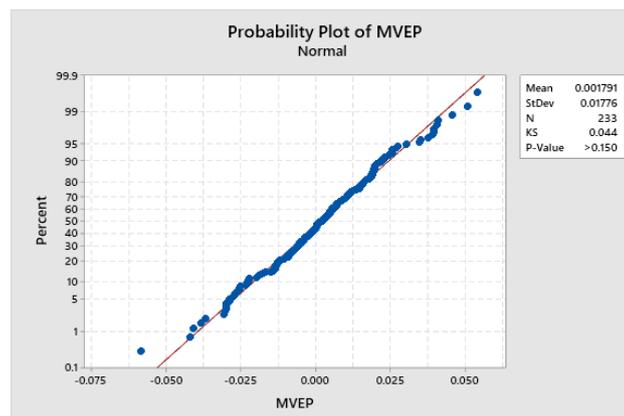
$$= \begin{bmatrix} 0,18033 \\ 0,17544 \\ 0,64424 \end{bmatrix}$$

- w_1 = bobot atau proporsi saham PGEO
- w_2 = bobot atau proporsi saham MEDC
- w_3 = bobot atau proporsi saham BRIS

Berdasarkan hasil perhitungan, alokasi bobot yang diberikan pada masing-masing saham adalah sebesar 18,033% untuk saham PGEO, 17,544% untuk saham MEDC, dan 64,424% untuk saham BRIS. Penggunaan bobot tersebut nantinya akan menghasilkan portofolio yang optimal yaitu portofolio yang memiliki varian minimum di antara keseluruhan portofolio yang dapat dibentuk.

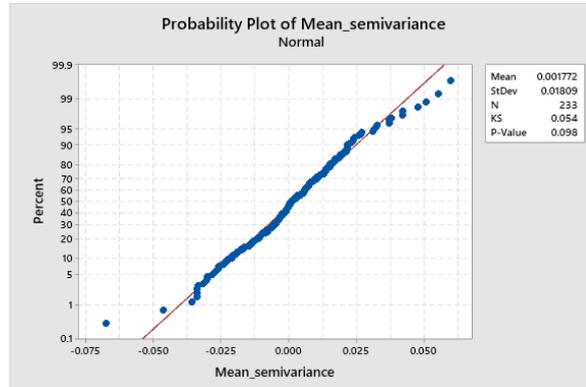
4.5. Uji Normalitas Return Portofolio

Setelah mencari bobot untuk membentuk portofolio yang optimal, hasil *return* portofolio yang telah dibentuk dari masing-masing metode akan diuji apakah data berdistribusi normal atau tidak menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.



Gambar 3. Output Probability Plot MVEP

Berdasarkan *output* minitab di atas pada taraf signifikansi 5%, diperoleh nilai Kolmogorov Smirnov sebesar 0,044 dengan p-value sebesar > 0,150. sehingga dapat bahwa data return portofolio menggunakan metode MVEP berdistribusi normal, sehingga bisa dilakukan perhitungan Value at Risk dengan pendekatan distribusi normal.



Gambar 4. Output Probability Plot Mean Semivariance

Berdasarkan *output* minitab diatas pada taraf signifikansi 5%, diperoleh nilai Kolmogorov Smirnov sebesar 0,054 dengan p-value sebesar > 0,098. sehingga dapat bahwa data *return* portofolio menggunakan metode Mean Semivariance berdistribusi normal, sehingga bisa dilakukan perhitungan Value at Risk dengan pendekatan distribusi normal.

4.6. Pengukuran VaR MVEP

Setelah menguji normalitas *return* portofolio dan kedua metode memenuhi asumsi *return* portofolio berdistribusi normal, selanjutnya adalah menghitung VaR dengan pendekatan distribusi normal.

Modal awal pada penelitian ini sebesar Rp 1.000.000.000, dengan nilai Z pada $\alpha = 5\%$ atau dengan selang kepercayaan = 95% berdasarkan tabel distribusi normal standar adalah sebesar $Z_{1-\alpha} = -1,64485$ dan nilai standar deviasi dari *return* portofolio sebesar $\sigma = 0,01776$ serta holding period selama 30 hari, maka besarnya VaR portofolio optimal adalah:

$$VaR(hp, (1 - \alpha)\%) = -Z_{(1-\alpha)}\sqrt{hp}\sigma S_0$$

$$VaR(30, (1 - \alpha)\%) = -(-1,64485) \sqrt{30} (0,0177) (1.000.000.000) = 160007237,8$$

Nilai VaR sebesar 160007237,8 berarti bahwa dengan modal Rp 1.000.000.000, portofolio optimal yang terbentuk dengan metode MVEP diperkirakan akan mengalami kerugian sebesar Rp160.007.237,8 dengan holding period selama 30 hari.

4.7. Pengukuran VaR Mean Semivariance

Setelah menguji normalitas *return* portofolio dan kedua metode memenuhi asumsi *return* portofolio berdistribusi normal, selanjutnya adalah menghitung VaR dengan pendekatan distribusi normal.

Modal awal pada penelitian ini sebesar Rp 1.000.000.000, dengan nilai Z pada $\alpha = 5\%$ atau dengan selang kepercayaan = 95% berdasarkan tabel distribusi normal standar adalah sebesar $Z_{1-\alpha} = -1,64485$ dan nilai standar deviasi dari *return* portofolio sebesar $\sigma = 0,01809$ serta holding period selama 30 hari, maka besarnya VaR portofolio optimal adalah:

$$VaR(hp, (1 - \alpha)\%) = -Z_{(1-\alpha)}\sqrt{hp}\sigma S_0$$

$$VaR(30, (1 - \alpha)\%) = -(-1,64485) \sqrt{30} (0,01809) (1.000.000.000) = 162949078,4$$

Nilai VaR sebesar 162949078,4 berarti bahwa dengan modal Rp 1.000.000.000, portofolio optimal yang terbentuk dengan metode *Mean Semivariance* diperkirakan akan mengalami kerugian sebesar Rp162.949.078,4 dengan holding period selama 30 hari.



IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, untuk pembentukan portofolio optimal dari 30 saham LCL dipilih 5 saham tertinggi yang memiliki nilai *return* positif berdasarkan hasil perhitungan *expected return* yaitu saham BRPT, PGEO, MEDC, ESSA, dan BRIS. Kemudian dibentuk kombinasi tiga dari lima saham dan dipilih 3 saham dari kombinasi yang memiliki nilai korelasi terkecil, didapatkan saham PGEO, MEDC, dan BRIS dengan nilai korelasi sebesar 0.06632. Data *return* saham terpilih menunjukkan distribusi normal multivariat sehingga dapat dilanjutkan untuk perhitungan menggunakan metode MVEP dan *Mean Semivariance*. Portofolio yang dibentuk dengan menggunakan metode MVEP dan *Mean Semivariance* tersebut menghasilkan bobot yang berbeda. Berdasarkan hasil uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan *return* portofolio dari kedua metode berdistribusi normal, sehingga dapat dilakukan perhitungan VaR dengan pendekatan distribusi normal. VaR untuk portofolio optimal dengan *holding period* 30 hari dengan metode MVEP sebesar 160,007,237.8 dan dengan menggunakan metode *Mean Semivariance* diperoleh sebesar 162,949,078.4.

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.

DAFTAR PUSTAKA

1. Husnan, S. *Manajemen Keuangan*, 2019. Jakarta: Unuiversitas Terbuka.
2. Suyasa, N. K. N. S., Dharmawan, K., & Sari, K. Perhitungan Portofolio Optimal Dengan Metode Mean-Semivariance Dan Mean Absolute Deviation, *E-Jurnal Mat.*, 2021, Vol. 10, No. 2, 65.
3. Hermawan, D. A. Pengaruh Debt to Equity Ratio, Earning Per Share dan Net Profit Margin Terhadap Return Saham, *Management. Analysis Journal*, 2012, Vol. 1, No. 5, 1–7.
4. Somantri, A., Maruddani, D. A. I., & Hoyyi, A. Pengukuran Risiko Kredit Obligasi Korporasi dengan Credit Value at Risk (CVAR) dan Optimalisasi Portofolio Menggunakan Metode Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP), *J. Gaussian*, 2013, Vol. 2, No. 3, 147–156.
5. Maruddani, D. A. I. Value at Risk untuk Pengukuran Risiko Investasi Saham: Aplikasi dengan Program R. 2019. Ponorogo: WADE Group.
6. Machfiroh, I. S. Pengukuran Risiko Portofolio Investasi dengan Value at Risk (VaR) melalui Pendekatan Metode Variansi-Kovariansi dan Simulasi Historis, *Jurnal Sains & Informatika*, 2016, Vol. 2, No. 2, 84–89.
7. Johnson, R. A. & Wichern, D. W. *Applied Multivariate Statistical Analysis 6th edition*, 2020, New Jersey: Prentice Hall.
8. Maruddani, D. A. I. dan Trimono, T. Microsoft Excel untuk Pengukuran Value at Risk: Aplikasi pada Risiko Investasi Saham. 2020. Semarang: UNDIP Press.
9. Salah, H. B., De Gooijer, J. G., Gannoun, A., dan Ribatet, M. Mean–variance and Mean–semivariance Portfolio Selection: A Multivariate Nonparametric Approach, *Financial Market and Portfolio Management*, 2018, Vol. 32, No. 4, 419–436.
10. Astuti, P. E. dan Gunarsih, T. Value-at-Risk Analysis in Risk Measurement and Formation of Optimal Portfolio in Banking Share. *JBTI: Jurnal Bisnis Teori dan Implementasi*, 2021, Vol. 12, No. 2, 103–114.
11. Dimas, A., Azhari, M., dan Khairunnisa, K. Perhitungan Value At Risk (VaR) dengan Metode Historis dan Monte Carlo Pada Saham Sub Sektor Rokok. *Journal Riset, Bisnis dan Manajemen*. 2018, Vol. 11, No. 1.
12. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., dan Anderson, R. E. *Multivariate Data Analysis*. 2013, New Jersey: Pearson Education.