

CONSTANT CORRELATION MODEL UNTUK PEMBENTUKAN PORTOFOLIO OPTIMAL DAN RISIKO EXPECTED SHORTFALL

Febrina Devita^{1*}, Yuciana Wilandari², Di Asih I Maruddani³

^{1,2,3}Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

*e-mail: febrinadevita03@gmail.com

DOI: 10.14710/j.gauss.13.1.260-269

Article Info:

Received: 2023-06-06

Accepted: 2024-10-24

Available Online: 2024-10-26

Keywords:

Stocks; Portfolio; Constant Correlation Model; Expected Shortfall

Abstract: Investments are a form of planning to anticipate future financial conditions. One type of investments that can be done is stock investment. Investors can diversify the stocks to reduce the risk of an investment. Stock diversification is done by combining several stocks and then forming a portfolio. One method to construct an optimal portfolio by using Constant Correlation Model method (CCM). The Constant Correlation Model method is focusing on the correlation between stocks and the Excess Return to Standard Deviation (ERS) value. The calculation regarding the risks in the portfolios can use the Expected Shortfall (ES) method. ES is defined as a loss with a value exceeding VaR. The subadditivity shows the advantage of portfolio formation. In this research, the optimal portfolio formation is carried out on the IDX30 index using the Constant Correlation Model method. The formed portfolio contains 3 stocks, namely BMRI with a weight of 46.263%, KLBF of 39.255%, and MDKA of 14.482%. Calculation of stock portfolio risk is using the Expected Shortfall (ES) method. The Expected Shortfall value at a trust level of 95% is 5.408% for the next week. This shows that the loss that will occur exceeding the VaR value is 4.621% for the next week.

1. PENDAHULUAN

Investasi menjadi salah satu bentuk dari perencanaan untuk mengantisipasi kondisi di masa depan. Tandililin (2010) memaparkan bahwa investasi ialah suatu tindakan penggunaan uang sekarang untuk meraih laba di waktu akan datang. Pelaku investasi dikenal dengan sebutan investor. Para investor dapat berinvestasi pada berbagai hal, salah satunya adalah saham. Menurut Adnyana (2020), saham bisa diartikan sebagai dokumen investasi yang menunjukkan kepemilikan atas suatu perusahaan yang mengeluarkannya. BEI (2023) mencatat bahwa Indonesia memiliki sebanyak 42 jenis indeks saham. Indeks saham dapat membantu investor dalam berinvestasi. Tujuan dari indeks saham adalah untuk menunjukkan pergerakan dari harga saham yang memenuhi kriteria tertentu. Salah satu indeks yang dimiliki Indonesia adalah indeks IDX30.

Para investor dapat mendiversifikasikan dananya pada beberapa saham sekaligus untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya risiko. Diversifikasi saham dilakukan dengan mengombinasikan beberapa saham menjadi suatu portofolio. Menurut Priyadi dkk. (2021), portofolio adalah kumpulan instrumen investasi yang disusun demi mencapai suatu tujuan investasi. Pembentukan portofolio saham dapat menggunakan metode *Constant Correlation Model* (CCM). Metode CCM memfokuskan pada korelasi antar saham. CCM menggunakan nilai *Excess Return to Standard Deviation* (ERS) dalam membentuk portofolio.

Umumnya, penentuan risiko adalah dengan perhitungan *Value at Risk* (VaR). Namun, VaR memiliki kekurangan untuk dianggap tepat dalam mengukur risiko portofolio, yaitu sifat *subadditivity*. Sifat *subadditivity* mencerminkan bahwa terdapat manfaat dari pembentukan portofolio. Metode *Expected Shortfall* (ES) digunakan sebagai alternatif untuk

kekurangan VaR tersebut. Umumnya, *Expected Shortfall* didefinisikan sebagai risiko memiliki nilai yang lebih tinggi daripada *Value at Risk*.

Penelitian Saepudin dkk. (2017) mengangkat tentang analisis risiko dengan VaR dan ES pada saham tunggal. Hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa ES memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan VaR. Selanjutnya, penelitian oleh Nugroho dan Nurcahyo (2019) mengangkat tentang pembentukan portofolio dengan *Constant Correlation Model* pada indeks Bisnis27. Dari penelitian tersebut, diperoleh empat saham pembentuk portofolio. Pada penelitian ini digunakan metode *Constant Correlation Model* untuk mendapat portofolio saham yang optimal dan risiko *Expected Shortfall* pada saham yang terdaftar di IDX30. Metode tersebut untuk membentuk portofolio optimal sebagai pertimbangan dalam menanamkan modal disertai dengan besar risiko yang mungkin terjadi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Return merupakan pengembalian investasi atau hasil yang diperoleh karena melakukan investasi (Maruddani dan Purbowati, 2009). Perhitungan *return* dapat menggunakan persamaan (1) (Jorion, 2007).

$$R_{i(t)} = \ln \left[\frac{P_{(t)}}{P_{(t-1)}} \right] \quad (1)$$

dengan:

$R_{i(t)}$ = *Return* saham ke-i pada periode t

$P_{(t)}$ = Harga penutupan pada waktu t

$P_{(t-1)}$ = Harga penutupan pada waktu (t-1)

Menurut Tandelilin (2010), *expected return* adalah nilai *return* rata-rata. *Expected return* dapat dihitung dengan persamaan (2).

$$E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^n R_{i(t)}}{n} \quad (2)$$

dengan:

$E(R_i)$ = *Expected return* saham ke-i

$R_{i(t)}$ = *Return* saham ke-i pada periode t

n = Banyak periode saham

Investor tidak hanya mempertimbangkan *return* dalam berinvestasi tetapi juga risiko dari investasi tersebut. Risiko adalah selisih yang mungkin terjadi antara pengembalian aktual diterima dan pengembalian yang diharapkan (Tandelilin, 2010). Perhitungan risiko saham dapat menggunakan persamaan (3).

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_{i(t)} - E(R_i))^2}{n-1}} \quad (3)$$

dengan:

s_i = Standar deviasi dari saham ke-i

$R_{i(t)}$ = *Return* saham ke-i periode t

$E(R_i)$ = *Expected return* saham ke-i

n = Banyak periode saham

Pada metode CCM, data *return* saham berdistribusi normal. Pada umumnya, dapat dilakukan pengujian Kolmogorov-Smirnov untuk memastikan bahwa data berdistribusi normal. Uji Kolmogorov-Smirnov ialah suatu metode pengujian hipotesis untuk menguji kesesuaian distribusi, seperti distribusi normal (Oppong dan Agbedra, 2016). Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

Hipotesis:

H_0 : Data berdistribusi normal

H₁: Data tidak berdistribusi normal

Taraf Signifikansi: α

Statistik Uji:

$$D = \sup_x |F(x) - F_0(x)|$$

Kriteria Uji:

H₀ ditolak jika $D > D^*(\alpha)$ atau $p\text{-value} < \alpha$. $D^*(\alpha)$ ialah nilai kritis yang didapat dari tabel Kolmogorov-Smirnov.

Uji normalitas multivariat untuk menguji dua variabel atau lebih secara bersama-sama berdistribusi normal. Menurut Johnson dan Wichern (2007), uji ini dilakukan dengan nilai jarak mahalnobis. Menurut Maruddani (2019), uji Kolmogorov Smirnov dapat digunakan untuk pengujian normalitas multivariat. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

Hipotesis:

H₀: Data berdistribusi normal multivariat

H₁: Data tidak berdistribusi normal multivariat

Taraf Signifikansi: α

Statistik Uji:

$$D = \sup_{d_t^2} |S(d_t^2) - \chi_p^2|$$

dengan:

$$d_t^2 = (\mathbf{x}_t - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_t - \bar{\mathbf{x}}), \text{ untuk } t = 1, 2, \dots, n$$

Kriteria Uji:

H₀ ditolak jika $D > D^*(\alpha)$ atau $p\text{-value} < \alpha$. $D^*(\alpha)$ ialah nilai kritis yang didapat dari tabel Kolmogorov-Smirnov.

Pada tahun 1987, Elton dan Gruber mulai mengembangkan metode *Constant Correlation Model* untuk membentuk suatu portofolio. Pada metode CCM, Elton dan Gruber (2014) menyatakan bahwa setiap pasang saham memiliki korelasi yang sama. Menurut Elton dan Gruber (2014), pada *Constant Correlation Model* seluruh saham diranking berdasarkan *Excess Return to Standard Deviation* (ERS). Perankingan dilakukan mulai pada saham dengan nilai ERS terbesar hingga terkecil. Selanjutnya, saham bernilai ERS negatif dikeluarkan dari kandidat pembentuk portofolio. Perhitungan ERS saham dapat menggunakan persamaan (4).

$$ERS_i = \frac{(E(R_i) - R_f)}{s_i} \quad (4)$$

dengan:

ERS_i = ERS dari saham ke-i

$E(R_i)$ = *Expected return* saham ke-i

R_f = *Risk free rate*

s_i = Standar deviasi saham ke-i

Pembentukan portofolio dengan CCM akan berisi saham-saham dengan ERS tinggi. Penentuan nilai ERS tinggi membutuhkan suatu pembatas yang disebut *Cut-off Rate* (C*). Nilai C* didapat melalui nilai koefisien korelasi. Koefisien korelasi (r) berfungsi untuk mengetahui seberapa besar hubungan antar suatu variabel. Nilai koefisien korelasi berada antara -1 dan 1. Perhitungan koefisien korelasi dapat menggunakan *Pearson Product Moment* dengan persamaan (5) (Sugiyono, 2015).

$$r_{ij} = \frac{n \sum_{t=1}^n R_{i(t)} R_{j(t)} - (\sum_{t=1}^n R_{i(t)}) (\sum_{t=1}^n R_{j(t)})}{\sqrt{[n \sum_{t=1}^n R_{i(t)}^2 - (\sum_{t=1}^n R_{i(t)})^2] [n \sum_{t=1}^n R_{j(t)}^2 - (\sum_{t=1}^n R_{j(t)})^2]}} \quad (5)$$

dengan:

r_{ij} = Koefisien korelasi saham i dengan j untuk $i \neq j$
 n = Banyak periode saham
 $R_{i(t)}$ = *Return* saham ke-i periode t
 $R_{j(t)}$ = *Return* saham ke-j periode t

Perhitungan nilai korelasi konstan yang merupakan rata-rata dari korelasi *return* saham dapat menggunakan persamaan (6) (Nugroho dan Nurcahyo, 2019).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N r_{ij}}{\binom{N(N-1)}{2}} \quad (6)$$

dengan:

r = Korelasi konstan
 r_{ij} = Korelasi saham ke-i dengan saham ke-j untuk $i \neq j$
 N = Banyak saham

Setelah memperoleh nilai korelasi konstan maka dilakukan perhitungan nilai *Cut-off* saham (C_i) untuk menentukan nilai C^* . Perhitungan nilai C_i menggunakan persamaan (7).

$$C_i = \frac{r}{1-r+(ir)} \sum_{i=1}^N \frac{(E(R_i)-R_f)}{s_i} \quad (7)$$

dengan:

C_i = Nilai *Cut-off* saham ke-i
 r = Korelasi konstan
 i = Urutan saham dari ERS tertinggi sampai terendah
 $E(R_i)$ = *Expected return* saham ke-i
 R_f = *Risk free rate*
 s_i = Standar deviasi saham ke-i

Nilai C^* adalah nilai C_i dimana nilai ERS terakhir masih lebih besar dari nilai C_i atau ditentukan berdasarkan nilai C_i tertinggi. Jika $ERS_i > C^*$ maka akan masuk ke dalam portofolio optimal.

Menurut Elton dan Gruber (2014), bobot masing-masing saham yang membentuk portofolio optimal dengan metode *Constant Correlation Model* dapat dihitung menggunakan persamaan (8).

$$w_i = \frac{z_i}{\sum_{i=1}^N z_i} \quad (8)$$

dengan:

$$z_i = \frac{1}{(1-r)s_i} \left(\frac{(E(R_i)-R_f)}{s_i} - C^* \right) \quad (9)$$

w_i = Bobot saham ke-i
 r = Korelasi konstan
 $E(R_i)$ = *Expected return* saham ke-i
 R_f = *Risk free rate*
 s_i = Standar deviasi saham ke-i

Menurut Tsay (2002), perhitungan *return* portofolio menggunakan persamaan (10).

$$R_{p(t)} = \sum_{i=1}^N (w_i \cdot R_{i(t)}) \quad (10)$$

Perhitungan *return* harapan portofolio dengan persamaan (11).

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N (w_i \cdot E(R_i)) \quad (11)$$

Pada tahun 1977, Boyle memperkenalkan suatu metode untuk mengukur risiko yang disebut sebagai simulasi Monte Carlo. Perhitungan VaR dengan simulasi Monte Carlo mengasumsikan *return* berdistribusi normal. Selain itu, simulasi ini juga dapat digunakan untuk menentukan kerugian lebih tinggi daripada nilai VaR. Menurut Alijoyo dkk. (2019),

banyak pengulangan untuk simulasi Monte Carlo dapat ditentukan menggunakan nilai kesalahan (ε) dengan persamaan (12).

$$K = \left(\frac{3\sigma}{\varepsilon}\right)^2 \quad (12)$$

dengan:

ε = Nilai kesalahan

σ = Standar deviasi seluruh saham

K = Banyak pengulangan

Menghitung nilai standar deviasi (σ) dapat menggunakan persamaan (12).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}} \quad (13)$$

dengan:

X_i = Jumlah dari *return* saham ke-i

μ = Rata-rata *return* seluruh saham

N = Banyak saham

Selanjutnya adalah menentukan nilai kesalahan absolut yang dapat diterima. Nilai kesalahan absolut $\leq \alpha$ maka dapat dihitung dengan persamaan (13).

$$\varepsilon = \frac{\mu}{\left(\frac{1}{\alpha}\right)} \quad (14)$$

Langkah perhitungan VaR dan ES menggunakan Monte Carlo pada portofolio adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai parameter untuk variabel-variabel (dalam hal ini adalah *return* saham). *Return* saham pembentuk portofolio diasumsikan mengikuti distribusi normal multivariat sehingga parameter yang dibutuhkan adalah rata-rata *return* saham pembentuk portofolio dan matriks varian kovarian.
2. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara acak *return* saham yang berdistribusi normal multivariat dengan parameter yang diperoleh pada langkah (1).
3. Nilai *return* masing-masing saham pada waktu t yaitu $R_{i(t)}$ yang dihasilkan pada langkah (2) digunakan untuk menghitung *expected return* dan standar deviasi portofolio.
4. Menghitung nilai kuantil ke $(1-\alpha)$ dari *return* portofolio yang diperoleh pada langkah (3) yang dinotasikan dengan R^* .
5. Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t dan investasi awal sebesar V_0 .
6. Menghitung nilai ES pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t dan investasi awal sebesar V_0 .
7. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (6) sebanyak K kali sehingga akan diperoleh nilai VaR dan ES sebanyak K.
8. Menghitung rata-rata VaR dan ES pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ yang diperoleh dari langkah (7) untuk menstabilkan nilai VaR dan ES karena nilai VaR dan ES yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

Value at Risk (VaR) merupakan kerugian maksimum yang didapat dengan tingkat kepercayaan tertentu dan pada periode waktu tertentu saat pasar stabil (Jorion, 2007). Perhitungan VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t dan modal awal sebesar V_0 dapat menggunakan persamaan (15).

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = V_0 R^* \sqrt{t} \quad (15)$$

Value at Risk memiliki kekurangan untuk dianggap tepat dalam menentukan risiko portofolio, yaitu sifat *subadditivity*. Sifat *subadditivity* menunjukkan bahwa risiko pada portofolio dengan dua aset akan lebih kecil atau sama dengan risiko masing masing aset. *Expected Shortfall* (ES) hadir sebagai alternatif untuk kekurangan tersebut. Menurut Denuit

dkk. (2005), ES memenuhi sifat *subadditivity* untuk mengukur risiko portofolio. *Subadditivity* mencerminkan fakta bahwa harus ada manfaat diversifikasi dari menggabungkan risiko. Diversifikasi suatu kerugian akan mengurangi risiko. Tiap variabel acak risiko X_1 dan X_2 berlaku:

$$ES(X_1 + X_2) \leq ES(X_1) + ES(X_2) \quad (16)$$

Menurut Rahmawati dkk. (2019), *Expected Shortfall* (ES) pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode t dan modal awal sebesar V_0 dapat digunakan persamaan (17):

$$ES_{(1-\alpha)}(t) = V_0 \left(\mu + \sigma \frac{\Phi(\text{VaR}_{(1-\alpha)})}{\alpha} \right) \sqrt{t} \quad (17)$$

3. METODE PENELITIAN

Data diperoleh dari Yahoo Finance, Bank Indonesia, dan Bursa Efek Indonesia. Variabel yang digunakan adalah harga penutupan mingguan pada 21 saham yang konsisten terdaftar di IDX30 periode 01 Januari 2021 – 30 Desember 2022 dan tingkat suku bunga Indonesia periode Januari 2021 – Desember 2022. Analisis data dilakukan dengan *software* Microsoft Excel dan R. Langkah-langkah dalam analisis sebagai berikut:

1. Menginput data *closing price* mingguan 21 saham yang konsisten terdaftar di IDX30 periode 01 Januari 2021 – 30 Desember 2022 dan data SBI periode Januari 2021 - Desember 2022.
2. Menghitung *return*, *expected return*, dan standar deviasi dari tiap saham.
3. Memilih saham dengan nilai *expected return* positif, *return* berdistribusi normal, dan korelasi rendah.
4. Menghitung nilai R_f serta ERS. Lalu mengurutkan nilai ERS masing-masing saham dari terbesar hingga terkecil dan mengeluarkan saham dengan nilai ERS negatif.
5. Menghitung nilai rata-rata korelasi *return* saham.
6. Menghitung nilai C_i masing-masing saham dan menentukan nilai *Cut Off Rate* (C^*).
7. Menentukan kandidat saham pembentuk portolio dengan nilai $ERS > C^*$.
8. Menghitung nilai z_i tiap saham. Lalu menghitung total seluruh nilai z_i .
9. Menghitung nilai bobot tiap saham pembentuk portofolio.
10. Melakukan uji normalitas multivariat pada data *return* saham pembentuk portofolio.
11. Melakukan simulasi pada *return* saham pembentuk portofolio dengan membangkitkan angka acak.
12. Menghitung nilai *expected return* dan standar deviasi portofolio.
13. Menghitung nilai kuantil $(1-\alpha)$ dari *return* portofolio.
14. Menghitung VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t dan investasi awal sebesar V_0 .
15. Menghitung nilai ES pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t dan investasi awal sebesar V_0 .
16. Mengulang langkah (11) sampai langkah (15) sebanyak K kali.
17. Menghitung rata-rata dari VaR dan ES untuk tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ supaya nilai yang dihasilkan lebih stabil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diketahui nilai *expected return* terbesar dimiliki oleh saham ADRO dengan nilai sebesar 0,00969 dan standar deviasi sebesar 0,05839. Nilai *expected return*

terkecil dimiliki oleh saham SMGR dengan nilai sebesar -0,00602 dan standar deviasi sebesar 0,04501. Saham yang dipilih adalah saham-saham dengan nilai *expected return* positif. Berdasarkan hasil perhitungan dengan program R diketahui terdapat 13 saham yang memiliki nilai *expected return* positif yaitu ADRO, BBKA, BBNI, BBRI, BMRI, ICBP, KLBF, MDKA, PGAS, PTBA, TBIG, TLKM, dan TOWR. Nilai keseluruhan *expected return* dan standar deviasi tiap saham dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai *Expected Return* dan Standar Deviasi Saham

Kode Saham	$E(R_i)$	s_i
ADRO	0,00969	0,05839
ANTM	-0,00260	0,07085
ASII	-0,00061	0,04051
BBKA	0,00197	0,02628
BBNI	0,00348	0,04274
BBRI	0,00138	0,03527
BMRI	0,00411	0,03469
CPIN	-0,00124	0,03946
ICBP	0,00049	0,02738
INDF	-0,00007	0,02691
INKP	-0,00259	0,06039
KLBF	0,00329	0,03156
MDKA	0,00428	0,05681
PGAS	0,00110	0,05365
PTBA	0,00259	0,04692
SMGR	-0,00602	0,04501
TBIG	0,00337	0,05118
TLKM	0,00097	0,02956
TOWR	0,00131	0,03901
UNTR	-0,00026	0,04663
UNVR	-0,00410	0,05434

Pada saham-saham yang memiliki nilai *expected return* positif dilakukan uji normalitas. Berdasarkan pengolahan dengan R diperoleh pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, *return* saham ADRO, BBKA, BBNI, BBRI, BMRI, ICBP, KLBF, MDKA, PGAS, PTBA, TLKM, dan TOWR menerima H_0 karena memiliki nilai *p-value* $> \alpha$ (0,05) yang artinya saham-saham tersebut berdistribusi normal. Sementara itu, *return* saham TBIG tidak berdistribusi normal karena memiliki *p-value* $< \alpha$ (0,05).

Saham yang dipilih sebagai penyusun portofolio optimal adalah saham dengan korelasi negatif atau setidaknya berkorelasi positif rendah. Berdasarkan pengolahan R diperoleh saham-saham yang memiliki nilai korelasi negatif atau positif rendah adalah BMRI, ICBP, KLBF, MDKA, PGAS, TLKM, dan TOWR.

Berdasarkan perhitungan R diperoleh nilai *risk free rate* (R_f) mingguan sebesar 0,0007232 atau 0,07232%. Nilai ERS masing-masing saham ditampilkan pada Tabel 2. Selanjutnya, nilai ERS setiap saham diurutkan dari terbesar sampai terkecil. Saham yang memiliki ERS negatif dikeluarkan dari kandidat pembentuk portofolio.

Tabel 2. Nilai ERS Saham

Saham	ERS
BMRI	0,09754
ICBP	-0,00840
KLBF	0,08120
MDKA	0,06260
PGAS	0,00699
TLKM	0,00837
TOWR	0,01502

Berdasarkan Tabel 2 nilai ERS tertinggi dimiliki oleh saham BMRI. Setelah melakukan perankingan dilakukan perhitungan *cut-off* masing-masing saham dan *cut-off rate*.

Berdasarkan perhitungan R diperoleh nilai korelasi konstan sebesar 0,13635. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *cut-off* (C_i) masing-masing saham. Nilai C_i setiap saham dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan *Cut-off* Saham

Peringkat	Saham	ERS	C_i
1	BMRI	0,09754	0,01330
2	KLBF	0,08120	0,02145
3	MDKA	0,06260	0,02586
4	TOWR	0,01502	0,02481
5	TLKM	0,00837	0,02336
6	PGAS	0,00699	0,02203

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa nilai C_i tertinggi untuk dijadikan nilai C^* adalah nilai dari saham MDKA sebesar 0,02586. Saham dengan nilai ERS yang lebih kecil dari C^* akan dikeluarkan dari kandidat pembentuk portofolio. Perbandingan antara ERS dan C^* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan ERS dengan *Cut-off rate*

Saham	ERS		C^*
BMRI	0,09754	>	0,02586
KLBF	0,08120	>	0,02586
MDKA	0,06260	>	0,02586
TOWR	0,01502	<	0,02586
TLKM	0,00837	<	0,02586
PGAS	0,00699	<	0,02586

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa terdapat tiga saham dengan nilai ERS lebih besar dari C^* dan dijadikan sebagai pembentuk portofolio yaitu BMRI, KLBF, dan MDKA.

Berdasarkan perhitungan R diperoleh nilai bobot (w_i) tiap saham dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Bobot Saham

Saham	z_i	w_i
BMRI	2,39246	0,46263
KLBF	2,03004	0,39255
MDKA	0,74894	0,14482

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh bobot untuk masing-masing saham pembentuk portofolio yaitu sebesar 46,263% dari modal awal investasi untuk saham BMRI, 39,255% dari modal awal investasi untuk saham KLBF, dan 14,482% dari modal awal investasi untuk saham MDKA.

Pada *return* saham BMRI, KLBF, dan MDKA dilakukan uji normalitas multivariat dengan uji Kolmogorov Smirnov. Berdasarkan perhitungan R diperoleh nilai *p-value*

$(0,493) > \alpha (0,05)$. Pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ dapat disimpulkan bahwa *return* saham pembentuk portofolio berdistribusi normal multivariat.

Perhitungan nilai VaR dan ES dapat dilakukan dengan simulasi Monte Carlo. Berdasarkan perhitungan R, banyak pengulangan yang akan digunakan dalam perhitungan VaR dan ES pada penelitian ini sebanyak 45 kali selanjutnya dihitung rata-rata nilai VaR dan ES. Pada tingkat kepercayaan 95% dan periode waktu 1 minggu dengan perhitungan R diperoleh hasil nilai VaR = 0,04621 dan ES = 0,05408. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa pada tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai VaR sebesar 4,621% sedangkan ES sebesar 5,408% untuk satu minggu ke depan. Nilai ES lebih besar dari nilai VaR sehingga diartikan kerugian yang akan terjadi melebihi nilai VaR adalah sebesar 5,408% untuk satu minggu ke depan. Jika investor dengan modal awal sebesar Rp100.000.000,00, kerugian yang akan diterima investor tersebut satu minggu ke depan sebesar Rp4.621.000,00 dan masih memungkinkan terjadi kerugian yang melebihi nilai tersebut yaitu sebesar Rp5.408.000,00. Nilai ES lebih tepat dibandingkan nilai VaR dalam konteks portofolio sehingga kerugian maksimal yang akan diterima adalah sebesar Rp5.408.000,00 dalam prediksi satu minggu ke depan.

5. KESIMPULAN

Pembentukan portofolio dengan metode *Constant Correlation Model* yang diaplikasikan pada saham yang konsisten terdaftar dalam IDX30 periode Januari 2021-Desember 2022 menghasilkan 3 saham pembentuk portofolio optimal yaitu saham BMRI, KLBF, dan MDKA. Besarnya bobot untuk setiap saham pembentuk portofolio optimal dengan metode *Constant Correlation Model* yaitu untuk saham BMRI sebesar 46,263%, saham KLBF sebesar 39,255%, dan saham MDKA sebesar 14,482%. Perhitungan nilai risiko pada portofolio optimal *Constant Correlation Model* dengan *Expected Shortfall* pada tingkat kepercayaan 95% diperoleh sebesar 5,408% dari modal awal untuk satu minggu ke depan. Hal ini menunjukkan kerugian yang akan terjadi melebihi nilai VaR yaitu 4,621% untuk satu minggu ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. M. 2020. *Manajemen Investasi dan Portofolio*. Jakarta: Lembaga Penerbitan Universitas Nasional.
- Alijoyo, A., Wijaya, B. dan Jacob, I. 2019. *Monte Carlo Simulation*. Jakarta: CRMS Indonesia.
- BEI. 2023. *Indeks*. <https://www.idx.co.id/id/produk/indeks/>. Diakses: 23 Februari 2023.
- Denuit, M., Dhaene, J., Goovaerts, M., dan Kaas, R. 2005. *Actuarial Theory for Dependent Risks: Measures, Orders and Models*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Elton, E., dan Gruber, M. 2014. *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis* (9th ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Johnson, R. A. dan Wichern, D. W. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis: Pearson Prentice Hall, Pearson Prentice Hall*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Jorion, P. 2007. *Value at Risk: The New Benchmark in Controlling Market Risk* (3rd ed., Vol. 1). New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Maruddani, D. A. I. 2019. *Value at Risk untuk Pengukuran Risiko Investasi Saham: Aplikasi dengan Program R*. WADE Group Publishing.

- Maruddani, D. A. I., dan Purbowati, A. 2009. Pengukuran Value at Risk pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo. *Media Statistika* Vol. 2, No. 2, Hal: 93–104.
- Nugroho, M., dan Nurcahyo, Y. E. 2019. Investment Decision Making: the System Performance of the Portfolio of Shares on Index Business 27 (2017-2018) Using the Model of Constant Correlation. *International Review of Management and Marketing* Vol. 9, No. 5, Hal: 95–103.
- Oppong, F. B., dan Agbedra, S. Y. 2016. Assessing Univariate and Multivariate Normality, A Guide For Non-Statisticians. *Mathematical Theory and Modeling* Vol. 6, No. 2, Hal: 26–33.
- Priyadi, I. H., Wijaya, R., dan Ready, A. 2021. *Investasi Itu Mudah*. Duta Media Publishing.
- Rahmawati, R., Rusgiyono, A., Hoyyi, A., dan Maruddani, D. A. I. 2019. Expected Shortfall Untuk Mengukur Risiko Kerugian Petani Jagung. *Media Statistika* Vol. 12, No. 1, Hal: 117-128.
- Saepudin, Y., Yasin, H., dan Santoso, R. 2017. Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah dengan Value at Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES). *Jurnal Gaussian* Vol. 6, No. 2, Hal: 271–280.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tandelilin, E. 2010. *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tsay, R. S. 2002. *Analysis of Financial Time Series*. New York: John Wiley & Sons, Inc.