

PEMBENTUKAN PORTOFOLIO SAHAM DENGAN METODE MARKOWITZ DAN PENGUKURAN *VALUE AT RISK* BERDASARKAN *GENERALIZED EXTREME VALUE*

(Studi Kasus: Saham Perusahaan *The IDX Top Ten Blue 2017*)

Ria Epelina Situmorang¹, Di Asih I Maruddani², Rukun Santoso³

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

e-mail : riasitumorang7@gmail.com

ABSTRACT

In financial investment, investors will try to minimize risk and increase returns for portfolio formation. One method of forming an optimal portfolio is the Markowitz method. This method can reduce the risk and increase returns. The performance portfolio is measured using the Sharpe index. Value at Risk (VaR) is an estimate of the maximum loss that will be experienced in a certain time period and level of trust. The characteristics of financial data are the extreme values that are alleged to have heavy tail and cause financial risk to be very large. The existence of extreme values can be modeled with Generalized Extreme Value (GEV). This study uses company stock data of The IDX Top Ten Blue 2017 which forms an optimal portfolio consisting of two stocks, namely a combination of TLKM and BMRI stocks for the best weight of 20%: 80% with the expected return rate of 0.00111 and standard deviation of 0.01057. Portfolio performance as measured by the Sharpe index is 1,06190 indicating the return obtained from investing in the portfolio above the average risk-free investment return rate of -0,01010. Risk calculation is obtained based on Generalized Extreme Value (GEV) if you invest both of these stocks with a 95% confidence level is 0,0206 or 2,06% of the current assets.

Keywords: Portfolio, Risk, Heavy Tail, Value at Risk (VaR), Markowitz, Sharpe Index, Generalized Extreme Value (GEV).

1. PENDAHULUAN

Investasi yang dilakukan pada *financial asset* mempunyai daya tarik tersendiri bagipemodal dapat membentuk portofolio, yaitu gabungan dari berbagai investasi sesuai dengan risiko yang bersedia ditanggung dan tingkat keuntungan yang diharapkan. Metode Markowitz termasuk salah satu model yang tepat dalam memilih portofolio yang menekankan pada usaha memaksimalkan ekspektasi *return* dan dapat meminimumkan ketidakpastian atau risiko saham. Tahap akhir dari proses investasi dalam saham adalah melakukan penilaian terhadap kinerja portofolio yang telah dibentuk sebelumnya menggunakan indeks Sharpe.

Value at Risk dapat diartikan sebagai ukuran kerugian terburuk yang diperkirakan akan terjadi pada waktu tertentu pada kondisi pasar yang normal dengan tingkat kepercayaan tertentu (Ghozali, 2007). Pada deret waktu keuangan diduga memiliki ekor distribusi yang gemuk (*heavy tail*) yaitu ekor distribusi turun secara lambat bila dibandingkan dengan distribusi normal yang dapat menyebabkan risiko keuangan menjadi sangat besar. Hal ini dapat diatasi menggunakan pendekatan *Block-Maxima* dimana mengidentifikasi nilai ekstrem berdasarkan nilai maksimum dari data observasi yang dikelompokkan berdasarkan periode tertentu yang mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV). Pada penelitian ini, peneliti menggunakan data harga penutupan (*closing price*) saham harian *The IDX Top Ten Blue 2017* yang menitikberatkan pada besarnya jumlah investor dan pertumbuhan sahamnya, yang diseleksi melalui beberapa kriteria pemilihan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *The IDX Top Ten Blue 2017*

The IDX Top Ten Blue 2017 adalah saham-saham yang menitikberatkan pada besarnya jumlah investor dan pertumbuhan sahamnya, yang diseleksi melalui beberapa kriteria pemilihan. Saham perusahaan *The IDX Top Ten Blue 2017* juga merupakan saham yang sangat diminati oleh para investor yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Perusahaan *The IDX Top Ten Blue 2017*

No	Nama Perusahaan	Simbol
1	PT Hanjaya Mandala Sampoerna Tbk	HMSP
2	PT Bank Central Asia Tbk	BBCA
3	PT Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk	TLKM
4	PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk	BBRI
5	PT Unilever Indonesia Tbk	UNVR
6	PT Bank Mandiri (Persero) Tbk	BMRI
7	PT Astra International Tbk	ASII
8	PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk	BBNI
9	PT Gudang Garam Tbk	GGRM
10	PT United Tractors Tbk	UNTR

Sumber: *IDX Monthly Statistics (December 2017)*

2.2 *Return*

Menurut Maruddani dan Purbowati (2009), *return* dari suatu aset adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi.

2.3 *Portofolio*

Portofolio adalah gabungan dua sekuritas atau lebih yang terpilih sebagai target investasi dari investor pada suatu kurun waktu tertentu dengan ketentuan tertentu (Maruddani dan Purbowati, 2009). Konsep dasar yang dinyatakan dalam portofolio adalah bagaimana mengalokasikan sejumlah dana tertentu pada berbagai jenis investasi yang akan menghasilkan keuntungan optimal.

2.3.1 *Model Markowitz*

Markowitz menyatakan bahwa jika ditambahkan secara terus-menerus jenis sekuritas ke dalam portofolio, maka manfaat pengurangan risiko yang diperoleh akan semakin besar sampai mencapai titik tertentu di mana manfaat pengurangan tersebut mulai berkurang.

Menurut Tandelilin (2010), model Markowitz dapat dilakukan dengan formulasi sebagai berikut:

1. Menghitung tingkat keuntungan (*return*) masing-masing saham

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

dengan,

R_{it} : Tingkat keuntungan(*return*)saham ke-i pada periode ke-t

P_t : Harga penutupan (*closing price*) saham pada periode ke-t

$P_{(t-1)}$: Harga penutupan (*closing price*) saham sebelumnya pada periode ke (t-1)

2. Menghitung tingkat keuntungan yang diharapkan(*expected return*) dari masing-masing *return* saham

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

dengan,

$E(R_i)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) dari saham ke-i

R_{it} : Tingkat keuntungan (*return*) saham ke-i pada periode ke-t

n : Banyaknya pengamatan

3. Menghitung risiko (variansi dan standar deviasi) dari masing-masing *return* saham

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

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_{it} - E(R_i))^2}{n-1}} \quad (4)$$

dengan,

σ_i^2 : Variansi *return* saham ke-i

σ_i : Standar deviasi *return* saham ke-i

$E(R_i)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) dari saham ke-i

R_{it} : Tingkat keuntungan (*return*) saham ke-i pada periode ke-t

n : Banyaknya pengamatan

4. Menghitung kombinasi antar saham

$$C_{(r,N)} = \frac{N!}{r!(N-r)!} \quad (5)$$

dengan,

$C_{(r,N)}$: Kombinasi tingkat portofolio (r) dari banyaknya saham (N)

$N!$: Faktorial banyaknya saham

$r!$: Faktorial tingkat portofolio yang difaktorialkan

5. Menentukan bobot portofolio saham oleh peneliti secara acak

$$\sum_{i=1}^N W_i = 1 \quad (6)$$

dengan,

W_i : bobot portofolio saham ke-i

N : banyaknya saham

6. Menghitung tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) portofolio

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N W_i \cdot E(R_i) \quad (7)$$

dengan,

$E(R_p)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) portofolio saham

W_i : Bobot dana yang diinvestasikan pada saham ke-i

$E(R_i)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) dari saham ke-i

7. Menghitung variansi dan standar deviasi yang merupakan risiko portofolio saham

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n W_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \cdot \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \quad (8)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \cdot \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j} \quad (9)$$

dengan,

σ_p^2 : Variansi portofolio saham

σ_p : Standar deviasi portofolio saham

σ_i^2 : Variansi *return* saham ke-i

σ_i : Standar deviasi *return* saham ke-i

σ_j : Standar deviasi *return* saham ke-j

$\rho_{i,j}$: Koefisien korelasi antara saham ke-i dan ke-j

W_i : Bobot dana yang diinvestasikan pada saham ke-i

W_j : Bobot dana yang diinvestasikan pada saham ke-j

Sedangkan untuk menghitung $\rho_{i,j}$ (koefisien korelasi antara saham) jika terdapat dua saham dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\rho_{i,j} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n [(R_{it} - E(R_i)) (R_{jt} - E(R_j))]}{\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_{it} - E(R_i))^2 \sum_{t=1}^n (R_{jt} - E(R_j))^2}{(n-1)(n-1)}}} \quad (10)$$

dengan,

$\rho_{i,j}$: Kofesien korelasi antara saham ke-i dan ke-j

$E(R_i)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) dari saham ke-i

- $E(R_j)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) dari saham ke-j
- R_{it} : Tingkat keuntungan (*return*) pada periode ke-t untuk saham ke-i
- R_{jt} : Tingkat keuntungan (*return*) pada periode ke-t untuk saham ke-j
- n : Banyaknya pengamatan

2.3.2 Pengukuran Kinerja Portofolio Menggunakan Indeks Sharpe

Tahap akhir yang sangat penting dari proses investasi dalam saham adalah melakukan penilaian terhadap kinerja portofolio yang telah dibentuk sebelumnya. Salah satunya adalah indeks Sharpe yang bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis apakah portofolio yang dibentuk telah dapat meningkatkan kemungkinan tercapainya tujuan investasi. Secara matematis, indeks Sharpe diformulasikan sebagai berikut (Halim, 2003) :

$$S_{pi} = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p} \tag{11}$$

dengan,

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

$$R_f = E(S) = \frac{\sum_{t=1}^n S_t}{n}$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \cdot \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j}$$

S_{pi} : Indeks Sharpe portofolio ke-i

$E(R_p)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) portofolio

$R_f = E(S)$: Rata-rata *return* tingkat suku bunga investasi bebas risiko

$E(R_i)$: Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) dari saham ke-i

2.4 Teori Nilai Ekstrem

Teori nilai ekstrem adalah cabang ilmu statistika yang membahas penyimpangan data dari nilai rata-rata dalam distribusi peluang. EVT merupakan teori yang berfokus pada perilaku ekor (*tail*) dari suatu distribusi.

2.4.1 Metode Block-Maxima

Dalam metode *Block-Maxima*, data risiko yang dimasukkan dalam sampel adalah pengamatan yang paling tinggi nilainya (maksimum kerugian), karena nilai maksimum tersebut merupakan nilai ekstrem data dalam satu periode tertentu. Tsay (2005), menyatakan bahwa Metode *Block-Maxima* diperkirakan akan mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) dengan rumus *cumulative distribution function* (cdf) sebagai berikut:

$$F_{\xi, \mu, \beta}(x_i) = \begin{cases} \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta} \right) \right] \right\}^{-\frac{1}{\xi}}, & \text{jika } \xi \neq 0 \\ \exp \left\{ - \exp \left[- \left(\frac{x_i - \mu}{\beta} \right) \right] \right\}, & \text{jika } \xi = 0 \end{cases}$$

dengan : $\left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta} \right) \right] > 0$

ξ = Parameter bentuk (*shape*)

β = Parameter skala (*scale*)

μ = Parameter lokasi (*location*)

Berdasarkan nilai parameter ξ , *Generalized Extreme Value* (GEV) dapat dibedakan dalam tiga tipe, yaitu : Tipe I (Distribusi Gumbel) jika nilai $\xi = 0$, Tipe II (Distribusi Frechet) jika $\xi > 0$ dan Tipe III (Distribusi Weibull) jika $\xi < 0$. Semakin besar nilai ξ , maka distribusinya akan memiliki ekor yang semakin berat (*heavy tail*)

implikasinya peluang terjadinya nilai ekstrem akan semakin besar. Berdasarkan ketiga tipe distribusi di atas, yang memiliki ekor gemuk yaitu Distribusi Frechet.

2.4.2 Estimasi Parameter *Generalized Extreme Value*

Secara umum, GEV memiliki *probability density function* (pdf) sebagai berikut:

$$f(x_i|\xi, \beta, \mu) = \begin{cases} \frac{1}{\beta} \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi} - 1} e^{\left\{-\left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right\}} & , \text{jika } \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\beta} \exp\left(-\frac{x_i - \mu}{\beta}\right) \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]\right\} & , \text{jika } \xi = 0 \end{cases}$$

Langkah-langkah menentukan estimator maksimum *likelihood* GEV adalah sebagai berikut (Ambasari, 2016):

1. Menentukan fungsi *likelihood*

$$f(x_i|\xi, \beta, \mu) = \frac{1}{\beta} \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi} - 1} e^{\left\{-\left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right\}} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} L(\xi, \beta, \mu|x_1, x_2, \dots, x_n) &= \prod_{i=1}^n \frac{1}{\beta} \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi} - 1} e^{\left\{-\left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right\}} \\ &= \left(\frac{1}{\beta}\right)^n \prod_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi} - 1} e^{\left\{-\left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right\}} \end{aligned} \quad (13)$$

2. Membentuk fungsi *ln-likelihood* dari fungsi *likelihood*

$$\begin{aligned} \ln L(\xi, \beta, \mu|x_1, x_2, \dots, x_n) &= \ln(\beta)^{-n} + \left(-\frac{1}{\xi} - 1\right) \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right] - \sum_{i=1}^n \left[\left(1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}} \\ &= n \ln(\beta) - \left(\frac{1}{\xi} + 1\right) \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right] - \sum_{i=1}^n \left[\left(1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}} \end{aligned} \quad (14)$$

3. Menentukan turunan dari fungsi *ln-likelihood* terhadap masing-masing parameternya ξ , β , dan μ .

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L}{\partial \xi} &= \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right] + \left(-\frac{1}{\xi} - 1\right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{x_i - \mu}{\beta + \xi(x_i - \mu)}\right) \\ &\quad \sum_{i=1}^n \left\{ \left[\left(1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right] \left[\frac{\ln \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]}{\xi^2} - \frac{x_i - \mu}{\beta + \xi(x_i - \mu)}\right] \right\} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = \beta^{-1} [-n - 1(-1 - \xi)] \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \mu}{\beta + \xi(x_i - \mu)}\right) - \sum_{i=1}^n \left[\frac{\left(1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right)^{-\frac{1}{\xi}} x_i - \mu}{(\beta^2 + \beta \xi(x_i - \mu))}\right] \quad (16)$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \mu} = \frac{(1 + \xi)}{\sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right]} - \sum_{i=0}^n \frac{\left[\left(1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}}{\left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\beta}\right)\right] \beta} \quad (17)$$

Membentuk penyelesaian persamaan turunan pertama yang disamadengankan nol. Nilai estimasi didapatkan apabila persamaan turunan pertama *closed form*. Apabila persamaan yang terbentuk tidak *closed form*, maka dilakukan pendekatan numerik untuk penyelesaiannya yaitu menggunakan metode Newton-Raphson.

2.4.3 UjiKesesuaianDistribusi

Secara visual, pemeriksaan distribusi dapat dilihat dengan plot *quantile* apakah sebaran data nilai mengikuti garis linier atau tidak. Sedangkan secara formal, pengujian kesesuaian distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (Conover, 1971). Berikut uji kesesuaian distribusi menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*:

Hipotesis:

$H_0: F(x) = F^*(x)$ (data mengikuti distribusi teoritis $F^*(x)$)
 $H_1: F(x) \neq F^*(x)$ (data tidak mengikuti distribusi teoritis $F^*(x)$)

Taraf signifikansi: α

Statistik uji:

$$D_{hitung} = \sup_x |F^*(x) - S(x)| \quad (18)$$

dengan:

$S(x)$: Fungsi distribusi sampel (empiris) atau fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel

D : Supremum untuk semua x (batas atas terkecil)

$F^*(x)$: Fungsi distribusi kumulatif yang dihipotesiskan

$F(x)$: Fungsi distribusi kumulatif yang teramati

Kriteria uji: H_0 ditolak jika $D_{hitung} > D_{(1-\alpha, n)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

2.5 Value at Risk Generalized Extreme Value

Menurut Jorion (2000), *Value at Risk* (VaR) diartikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan dialami pada periode waktu dan tingkat kepercayaan tertentu. Menurut Misra dan Prasad dalam Sodik et al. (2012), diperoleh nilai VaR_{GEV} sebagai berikut:

$$VaR_{GEV} = \mu - \frac{\beta}{\xi} \{1 - [-\ln(1 - m\alpha)]\}^{-\xi} \quad (19)$$

dengan,

μ : Nilai parameter lokasi dari hasil estimasi parameter GEV

m : Banyaknya pengamatan tiap blok

α : Tingkat signifikansi

ξ : Nilai parameter bentuk dari hasil estimasi parameter GEV

β : Nilai parameter skala dari hasil estimasi parameter GEV

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah data sekunder harga penutupan (*closing price*) saham harian perusahaan *The IDX Top Ten Blue 2017* yang dapat dilihat pada Tabel 1 periode 2 Januari - 29 Desember 2017 sebanyak 254 data dapat diunduh dari situs penyedia data historis saham yaitu <http://finance.yahoo.com>. Sedangkan data tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) bulanan tahun 2017 dapat diunduh dari <http://bi.go.id>.

3.2 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini, analisis yang digunakan untuk menentukan portofolio saham dengan metode Markowitz dan pengukuran *Value at Risk* (VaR) berdasarkan *Generalized Extreme Value* (GEV). Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengunduh dan mengumpulkan data yang digunakan dalam penelitian.
2. Menghitung statistika deskriptif masing-masing harga penutupan saham harian.
3. Melakukan pembentukan portofolio saham dengan metode Markowitz.
4. Mengidentifikasi data *return* portofolio untuk mengetahui adanya data berekor gemuk menggunakan kurtosis.
5. Menentukan portofolio saham optimal berdasarkan nilai *expected return* terbesar.
6. Mengukur kinerja portofolio saham optimal dengan indeks Sharpe.

7. Mengidentifikasi nilai ekstrem menggunakan metode *Block-Maxima* berdasarkan *Generalized Extreme Value* (GEV).
8. Mengidentifikasi data nilai ekstrem untuk mengetahui adanya data berekor gemuk menggunakan histogram.
9. Memeriksa kesesuaian distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) menggunakan pengujian hipotesis *Kolmogorov-Smirnov*.
10. Mengestimasi parameter *Generalized Extreme Value* (GEV) dengan metode *Maximum Likelihood Estimation*(MLE).
11. Menghitung nilai *Value at Risk* (VaR) berdasarkan *Generalized Extreme Value* (GEV).
12. Menginterpretasikan nilai *Value at Risk* (VaR) berdasarkan *Generalized Extreme Value* (GEV).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data Penelitian

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah pembentukan portofolio saham dengan metode Markowitz dan pengukuran *Value at Risk* berdasarkan *Generalized Extreme Value*.

4.2 Karakteristik Harga Penutupan Saham

Tabel 2 menunjukkan keragaman masing-masing saham menggunakan ukuran standar deviasi. Standar deviasi saham GGRM lebih besar daripada saham lainnya yang menunjukkan besaran sebaran datanya lebih besar terhadap rata-rata. Hal ini mengindikasikan bahwa risiko GGRM lebih besar dalam menanamkan modal usaha ini. Nilai variansi saham GGRM lebih besar daripada saham lainnya yang menunjukkan fluktuasi dari data saham tersebut tinggi antara satu dengan data yang lain.

Tabel 1. Statistika Deskriptif Harga Penutupan Saham

Karakteristik	Rata-rata	Variansi	Standar Deviasi	Maksimum	Minimum
HMSP	3914,84252	51910,44941	227,83865	4730,00000	3370,00000
BBCA	18275,88583	3916661,76162	1979,05578	21925,00000	14950,00000
TLKM	4311,06299	85120,20946	291,75368	4800,00000	3830,00000
BBRI	2875,76772	111110,96955	333,33312	3640,00000	2335,00000
UNVR	47070,76772	12977321,44385	3602,40495	55900,00000	38800,00000
BMRI	6407,57874	391648,11631	625,81796	8000,00000	5450,00000
ASII	8292,81496	131264,87076	362,30494	9150,00000	7650,00000
BBNI	7019,98031	900051,28420	948,71033	9925,00000	5450,00000
GGRM	70253,05118	40218565,25824	6341,81088	83800,00000	60150,00000
UNTR	28533,16929	15057633,09771	3880,41661	36250,00000	21000,00000

4.3 Karakteristik Return Saham

4.3.1 Tingkat Keuntungan (*Return*) Saham

Tahap pertama dalam pembentukan portofolio adalah menghitung tingkat keuntungan (*return*) saham harian masing-masing perusahaan sampel penelitian menggunakan persamaan (1) yang disajikan pada Tabel 3 dan hasil perhitungan *return* tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 2. Tingkat Keuntungan (*Return*) Saham

Tanggal	HMSP	BBCA	TLKM	BBRI	UNVR	BMRI	ASII	BBNI	GGRM	UNTR
1/2/2017										
1/3/2017	-0,00786	0,01759	-0,00757	0,01909	0,00064	-0,02404	-0,00910	-0,00909	-0,00943	-0,01183
1/4/2017	0,03109	-0,00477	0,00000	0,02490	0,03480	0,00442	-0,02469	0,02257	-0,00158	0,01887
...
12/28/2017	0,00426	0,001841	0,02071	0,02229	0,00507	-0,00627	-0,01235	0,00252	0,00429	0,00072
12/29/2017	0,00424	-0,00114	0,01133	0,00275	0,02720	0,00627	0,03058	-0,00252	0,02477	0,02286

Tabel 3. Tingkat Keuntungan (*Return*) Suku Bunga SBI

Tanggal	Tingkat Suku Bunga SBI (%)	<i>Return</i>
1/19/2017	4,75	
2/16/2017	4,75	0,00000
...
12/14/ 2017	4,25	0,00000

4.3.2 Tingkat Keuntungan yang Diharapkan (*Expected Return*) Saham

Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) diperoleh dengan melakukan perhitungan rata-rata dari tingkat keuntungan (*return*) selama periode penelitian bernilai positif yang menunjukkan keuntungan dalam berinvestasi pada 10 saham tersebut dan disajikan pada Tabel 4.

4.3.3 Risiko *Return* Saham (Variansi dan Standar Deviasi)

Standar deviasi pada *return* saham UNTR lebih besar daripada *return* saham lainnya yang menunjukkan besaran sebaran data yang lebih besar terhadap *expected return* (rata-rata) dan mengindikasikan bahwa risiko *return* saham UNTR lebih besar dalam menanamkan modal usaha ini. Nilai variansi *return* saham UNTR lebih besar daripada *return* saham lainnya yang menunjukkan fluktuasi dari data saham tersebut tinggi antara satu dengan data yang lainnya.

Tabel 4. Statistika Deskriptif *Return* Saham

Karakteristik	Rata-rata	Variansi	Standar Deviasi	Maksimum	Minimum
HMSP	0,00083	0,00023	0,01520	0,06150	-0,05000
BBCA	0,00140	0,00014	0,01170	0,04240	-0,04770
TLKM	0,00043	0,00015	0,01240	0,07270	-0,04270
BBRI	0,00180	0,00017	0,01290	0,05350	-0,03670
UNVR	0,00140	0,00011	0,01070	0,03480	-0,02900
BMRI	0,00130	0,00015	0,01230	0,05990	-0,03390
ASII	0,00001	0,00018	0,01350	0,06490	-0,04590
BBNI	0,00230	0,00020	0,01420	0,04450	-0,04130
GGRM	0,00110	0,00033	0,01820	0,06030	-0,05160
UNTR	0,00200	0,00048	0,02190	0,08660	-0,04970

4.4 Pembentukan Portofolio Saham dengan Metode Markowitz

4.4.1 Kombinasi antar saham

Kombinasi antar saham yang terdiri dua saham tiap portofolio, sehingga akan diperoleh banyak kemungkinan portofolio saham yang akan terbentuk. Pada penelitian ini, terdapat 45 kombinasi portofolio saham dikarenakan adanya 10 saham yang digunakan selama periode penelitian dengan persamaan (5).

4.4.2 Menentukan Bobot Portofolio Saham

Dengan cara coba-coba 10% : 90% ; 20% : 80% sampai dengan 90% : 10% untuk setiap 45 kombinasi portofolio saham. Bobot 20% : 80% merupakan bobot terbaik dengan *expected return* (rata-rata) tertinggi yang merupakan kombinasi antara saham TLKM dan BMRI.

4.4.3 Koefisien Korelasi Portofolio Saham

Untuk menghitung risiko portofolio yaitu standar deviasinya, diperlukan koefisien korelasi dari masing-masing kombinasi portofolio saham. Penggabungan dua saham ini berkorelasi mendekati nol akan mengurangi risiko portofolio saham. Koefisien korelasi portofolio untuk bobot 20% : 80% dari semua kombinasi saham disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Koefisien Korelasi Portofolio Saham

Portofolio ke-	Koefisien Korelasi
1	0,08390
2	0,10860
...	...
44	0,27420
45	0,15140

4.4.4 Tingkat Keuntungan yang Diharapkan (*Expected Return*) Portofolio Saham

Tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) portofolio saham diperoleh dengan melakukan perhitungan rata-rata dari penjumlahan tingkat keuntungan (*return*) dikalikan bobot dana yang diinvestasikan masing-masing saham selama periode penelitian menggunakan persamaan (8). *Expected return* portofolio untuk bobot 20% : 80% dari semua kombinasi saham disajikan pada Tabel 6.

4.4.5 Risiko Portofolio Saham (Variansi dan Standar Deviasi)

Standar deviasi portofolio untuk bobot 20% : 80% dari semua kombinasi saham disajikan pada Tabel 7. Berdasarkan 10 saham tersebut, diambil 2 saham yang memiliki ekor gemuk. Dilihat dari Tabel 7, diperoleh bahwa hanya ada 2 portofolio saham yang memiliki nilai kurtosis lebih besar dari 3 yang merupakan kombinasi portofolio antara saham BBCA dengan TLKM (portofolio ke-10) dan saham TLKM dengan BMRI (portofolio ke-20). Hal ini mengindikasikan adanya ekor gemuk (*heavy tail*). Selanjutnya untuk pembentukan portofolio yang optimal ditentukan berdasarkan nilai *expected return* (rata-rata) terbesar dari kedua kombinasi portofolio saham tersebut. Sehingga pembentukan portofolio optimal yang digunakan untuk analisis selanjutnya adalah portofolio ke-20 yang merupakan kombinasi antara saham TLKM dan BMRI.

Tabel 6. Statistika Deskriptif *Return* Portofolio Saham

Portofolio ke-	Rata-rata	Varian	Standar Deviasi	Maksimum	Minimum	Skeweness	Kurtosis
1	0,00126	0,00010	0,01008	0,03136	-0,04178	-0,22340	2,57046
2	0,00051	0,00011	0,01069	0,05766	-0,03621	0,89073	5,13652
...
20	0,00111	0,00011	0,01057	0,05788	-0,03017	1,25294	6,01434
21	0,00010	0,00014	0,01179	0,06647	-0,03916	0,84902	4,76032
...
44	0,00207	0,00034	0,01848	0,07062	-0,03916	0,24892	0,28748
45	0,00183	0,00034	0,01840	0,07242	-0,04331	0,29515	0,46997

Dengan cara analog untuk bobot 10%:90% ; 20%:80% sampai dengan 90%:10% untuk setiap 45 kombinasi saham diperoleh bahwa bobot 20% : 80% memiliki bobot terbaik

dengan *expected return* (rata-rata) tertinggi yang merupakan kombinasi antara saham TLKM dan BMRI yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Statistika Deskriptif *Return* Portofolio Tiap Bobot

Karakteristik	Rata-rata	Varian	Standar Deviasi	Maksimum	Minimum	<i>Skeweness</i>	Kurtosis
10% : 90%	0,00053	0,00013	0,01145	0,06631	-0,03812	1,14340	6,76800
20% : 80%	0,00111	0,00011	0,01057	0,05788	-0,03017	1,25310	6,01500
30% : 70%	0,00103	0,00010	0,00997	0,05742	-0,02830	1,39530	7,25280
40% : 60%	0,00094	0,00009	0,00960	0,05750	-0,02643	1,51030	8,19240
50% : 50%	0,00086	0,00009	0,00948	0,05759	-0,02457	1,57010	8,58220
60% : 40%	0,00077	0,00009	0,00962	0,05767	-0,02559	1,55880	8,42270
70% : 30%	0,00069	0,00010	0,01002	0,05776	-0,02986	1,48270	7,96980
80% : 20%	0,00060	0,00011	0,01064	0,05785	-0,03412	1,36520	7,49690
90% : 10%	0,00052	0,00013	0,01145	0,06435	-0,03839	1,23190	7,14250

4.5 Kinerja Portofolio Saham dengan Indeks Sharpe

Indeks Sharpe bernilai positif sebesar 1,06190 yang berarti *return* yang diperoleh dari berinvestasi pada portofolio tersebut di atas rata-rata *return* tingkat suku bunga investasi bebas risiko sebesar -0,01010.

4.6 Mengidentifikasi Nilai Ekstrem dengan *Block-Maxima*

Pembagian bloknya dilakukan dalam setiap minggu dan data *return* portofolio saham ke-20 (kombinasi antara saham TLKM dan BMRI) diabsolutkan terlebih dahulu yang nantinya akan ditentukan nilai ekstremnya dengan data pengamatannya paling tinggi untuk setiap blok yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Identifikasi Nilai Ekstrem dengan *Block-Maxima*

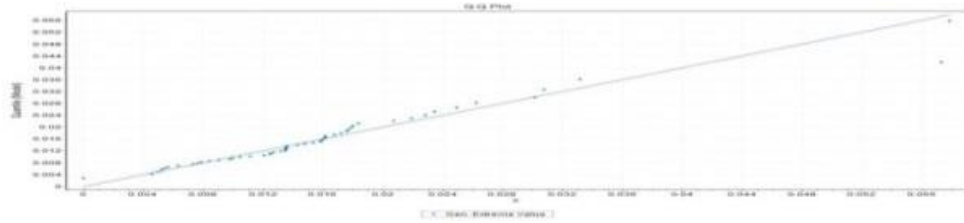
Blok	Nilai Ekstrem
1	0,02075
2	0,01749
...	...
51	0,02286
52	0,03318

4.7 Uji kesesuaian Distribusi *Generalized Extreme Value*

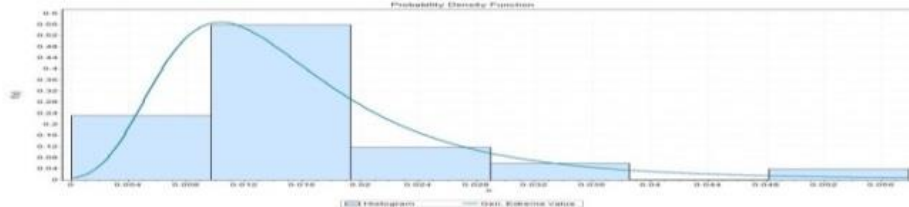
Data nilai ekstrem pada Tabel 8 akan digunakan analisis selanjutnya yaitu pemeriksaan uji kesesuaian distribusi terhadap nilai ekstremnya secara visual menggunakan 2 plot melalui plot *quantile* dan fungsi densitas probabilitas sedangkan secara formal melalui uji *Kolmogorov-Smirnov*.

a. Secara Visual

Berdasarkan Gambar 1, terlihat plot-plot data nilai ekstremnya berada di sekitar garis linier yang merupakan garis distribusi *Generalized Extreme Value*. Berdasarkan Gambar 2, dikatakan menceng ke kanan karena memiliki ekor kanan yang panjang dibandingkan dengan ekor kiri yang jauh lebih pendek sehingga nilai *skewness* positif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data nilai ekstremnya mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value*.



Gambar 1. Plot *Quantile* Nilai Ekstrem *Generalized Extreme Value*



Gambar 2. Fungsi Densitas Probabilitas Nilai Ekstrem *Generalized Extreme Value*

b. Secara Formal

Hipotesis:

H_0 : Nilai ekstrem mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value*

H_1 : Nilai ekstrem tidak mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value*

Taraf signifikansi: $\alpha = 5\% = 0,05$

Statistik uji:

$$D_{hitung} = \sup_x |F^*(x) - S(x)| = 0,10724$$

$$p\text{-value} = 0,55193$$

Kriteria uji: Tolak H_0 jika $D_{hitung} > D_{(1-\alpha, n)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$

Keputusan: H_0 diterima jika $D_{hitung} = 0,10724 < D_{(1-0,05, 52)} = 0,18482$ atau $p\text{-value} = 0,55193 > \alpha = 0,05$

Kesimpulan: Pada taraf signifikansi 5%, dapat disimpulkan bahwa data dari nilai ekstrem mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value*.

4.8 Estimasi Parameter *Generalized Extreme Value*

Hasil estimasi parameter *Generalized Extreme Value* (GEV) menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 9. Estimasi Parameter *Generalized Extreme Value*

Karakteristik	Nilai Ekstrem
Pengamatan tiap blok (m)	5
Parameter bentuk/ <i>shape</i> (ξ)	0,09490
Parameter skala/ <i>scale</i> (β)	0,00680
Parameter lokasi/ <i>location</i> (μ)	0,01150

Pada metode *Block-Maxima* akan menghasilkan distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) dengan pengamatan tiap blok (*block*) sebesar 5 untuk 52 jumlah data nilai ekstrem. Nilai parameter bentuk/*shape* (ξ) sebesar $0,09490 > 0$, hal ini mengindikasikan distribusi yang terbentuk adalah distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV).

4.9 Value at Risk (VaR) *Generalized Extreme Value*

Berdasarkan hasil estimasi parameter *Generalized Extreme Value* (GEV) yang diperoleh, maka nilai *Value at Risk Generalized Extreme Value* (GEV) diperoleh sebesar 0,02060 menunjukkan dengan tingkat kepercayaan 95% kemungkinan kerugian pada satu hari ke depan yang diterima investor adalah 0,02060 atau 2,06%. Contoh aset saat ini yang dimiliki adalah Rp100.000.000.000, maka kemungkinan kerugian maksimum sebesar $2,06\% \times \text{Rp}100.000.000.000 = \text{Rp} 2.060.000.000$.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembentukan portofolio saham optimal yang terdiri dari 2 saham dengan metode Markowitz adalah portofolio ke-20 yang merupakan kombinasi antara saham TLKM dan BMRI untuk bobot terbaik 20%:80% dengan tingkat keuntungan yang diharapkan (*expected return*) sebesar 0,00111 dan standar deviasi sebesar 0,01057.
2. Pengukuran kinerja portofolio saham dengan indeks Sharpe sebesar 1,06190 menunjukkan *return* yang diperoleh dari berinvestasi pada portofolio di atas rata-rata *return* tingkat suku bunga investasi bebas risiko sebesar -0,01010.
3. Identifikasi nilai ekstrem pada portofolio saham dengan metode *Block-Maxima* berdasarkan *Generalized Extreme Value* diperoleh pengamatan tiap blok (*block*) sebesar 5 untuk 52 jumlah data nilai ekstrem.
4. Estimasi parameter *Generalized Extreme Value* diperoleh pengamatan tiap blok (m) = 5, parameter bentuk/*shape* (ξ) = 0,09490, parameter skala/*scale* (β) = 0,00680, dan parameter lokasi/*location* (μ) = 0,01150. Sedangkan nilai *Value at Risk Generalized Extreme Value* diperoleh sebesar 0,02060 yang menunjukkan dengan tingkat kepercayaan 95% kemungkinan kerugian pada satu hari ke depan yang diterima investor adalah 0,02060 atau 2,06%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambasari, A. 2016. Perbandingan Pendekatan *Generalized Extreme Value* dan *Generalized Pareto Distribution* untuk Perhitungan *Value at Risk* pada Portofolio Saham. *Jurnal Gaussian*. Vol. 5, No.3.
- [BEI]. Bursa Efek Indonesia. <http://idx.co.id>. Diakses pada tanggal 21 Juli 2018.
- [BI]. Bank Indonesia. <http://bi.go.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2018
- Conover, W. J. 1971. *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Wiley & Son
- Ghozali, I. 2007. *Manajemen Risiko Perbankan*. Semarang: BPUNDIP.
- Halim, A. 2003. *Analisis Investasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Fabozzi, F. J. 2000. *Manajemen Investasi Buku 2*. Jakarta: Salemba Empat.
- 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(2): 93-104. Semarang: UNDIP.
- Tandelilin, E. 2010. *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Edisi Pertama. Yogyakarta: BPF.
- Tsay, R. S. 2005. *Analysis of Financial Time Series*. Second Edition: New York: John Wiley & Son.
- Yahoo! Finance. <http://finance.yahoo.com>. Diakses pada tanggal 21 Juli 2018.