

Analisis Risiko Investasi pada Portofoliodengan *Value at Risk (VaR)* Menggunakan Simulasi Monte Carlo

Afra Moudi Luthfiyanti^{#1}, Media Rosha^{*2}

[#]*Student of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

^{*}*Lecturer of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

¹Aframoudy97@gmail.com

²mediarosha_mat@fmipa.unp.ac.id

Abstract— Investment is the placement of a number of funds at this time for the purpose to obtain a number of benefits in the future. In investing, Value at Risk is needed as a measurement tool that serves as a risk estimator that will occur. The method used to calculate VaR is the Monte Carlo Simulation method that performs simulations by generating random numbers. The data used in this study is secondary data, that is data on the closing price of Unilever and Telekomunikasi stock in the June 2019-November 2019 period. The data analysis technique used is calculate stock returns, conduct a normality test, simulate the return value using parameter estimation, estimate the maximum loss, calculate the VaR value and the average of VaR. Based on research result at a 95% confidence level, a period of one day and an initial investment fund is assumed **Rp. 1.000.000.000** it is possibility of losses amounted to **Rp. 41.677.593,66**.

Keywords— *investment, Value at Risk (VaR), Monte Carlo simulation.*

Abstrak— Investasi yaitu penempatan beberapa dana di masa sekarang yang bertujuan menghasilkan keuntungan di masa depan. Dalam berinvestasi diperlukan *Value at Risk* sebagai alat pengukuran yang berfungsi sebagai penduga risiko yang akan terjadi. Metode yang digunakan dalam menghitung *VaR* yaitu Simulasi Monte Carlo yang membuat simulasi dengan menimbulkan angka acak. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data harga penutupan saham harian Unilever dan Telekomunikasi periode Juni 2019-November 2019. Teknik analisis data yang dilakukan adalah menghitung *return* saham, melakukan uji normalitas, mensimulasi nilai *return* menggunakan estimasi parameter, mengestimasi kerugian maksimum, menghitung nilai dan rata-rata nilai *VaR*. Berdasarkan hasil penelitian saat rentang kepercayaan 95%, rentang waktu satu hari dan dana investasi awal diasumsikan senilai **Rp. 1.000.000.000** diperoleh kemungkinan kerugian sebesar **Rp. 41.677.593,06**.

Kata kunci— *investasi, Value at Risk (VaR), simulasi Monte Carlo.*

PENDAHULUAN

Perekonomian di Indonesia semakin berkembang pesat. Penyebabnya antara lain semakin besarnya minat masyarakat dalam melakukan investasi. Keinginan yang sama pun juga dilakukan oleh perusahaan-perusahaan yang akan menginvestasikan sahamnya dengan harapan nantinya investasi terhadap saham tersebut akan menghadirkan keuntungan bagi perusahaan.

Komitmen dalam mengorbankan konsumsi bertujuan memperbesar konsumsi di masa datang merupakan defenisi dari investasi [1]. Terdapat dua macam cara dalam berinvestasi, pertama investasi dalam bentuk *real assets* lalu bisa juga berinvestasi dalam bentuk *financial assets*. Tanah, emas, mesin merupakan bentuk investasi dalam aset riil dan saham ataupun obligasi adalah bentuk

investasi untuk aset finansial. Menghasilkan sejumlah uang merupakan tujuan dasar seseorang berinvestasi. Untuk masa depan pengurangan inflasi dan penghematan pajak adalah alasan khusus ataupun tujuan khusus seseorang melakukan investasi [2].

Investor adalah pelaku-pelaku yang melakukan kegiatan investasi. *Warrants*, *option*, dan *future* maupun ekuitas internasional merupakan aset-aset finansial yang lebih kompleks dibanding aset-aset finansial lainnya yang dapat dijadikan sebagai objek aktivitas investasi bagi investor yang mampu menanggung risiko yang lebih besar. Individu-individu yang melakukan investasi disebut juga Investor individual (*individual investors*) sedangkan institut penyimpanan uang, perusahaan invesstasi dan perusahaan-perusahaan asuransi dimana perusahaan-perusahaan asuransi ini akan mengalokasikan dana

investasinya untuk santunan maupun operasional perusahaan[3]. Institusi-institusi tersebut dinamakan sebagai investor institusional (*institutional investors*). Umumnya setiap investor yang melakukan investasi menginginkan laba. Akan tetapi, tidak semua investor bisa mendapatkan laba. Oleh sebab itu, apabila seseorang ingin berinvestasi, maka orang tersebut harus siap menanggung segala risiko yang akan terjadi baik risiko yang kecil ataupun risiko yang besar.

Sebelum menghitung risiko tentunya investor juga memperhitungkan *return* dari saham yang diinvestasikannya. Kumpulan indeks saham beberapa perusahaan dinamakan *Jakarta Islamic Index (JII)* yang dijadikan acuan dalam melihat cara kerja investasi dalam bisnis syariah [4]. Motivasi dan imbalan atas keberanian investor dalam menanggung risiko selama berinvestasi disebut *return* [2]. *Yield* dan *capital gain (loss)* adalah dua komponen utama dalam sumber-sumber *return*. Cerminan jalur penghasilan yang dihasilkan atiran berkala dalam berinvestasi dinamakan *yield*. Sementara komponen penambahan ataupun penyusutan kualitas surat berharga baik surat hutang jangka panjang ataupun saham yang akan menghasilkan laba atau kerugian oleh investor disebut dengan *capital gain (loss)*. Dapat ditarik kesimpulan bahwa *capital gain (loss)* juga dapat dikatakan sebagai adanya peredaan harga dalam suatu sekuritas.

Tingginya kesalahan yang dialami derajat pengembalian harapan (*Expected Return*) serta pengembalian sebenarnya (*Actual Return*) merupakan definisi dari resiko[5]. Besarnya kesalahan akan berbanding lurus dengan resikonya. Ukuran penyebaran diperlukan untuk mengukur risiko. Risiko adalah besar penyimpangan dari hasil yang diharapkan.

Alat pengukuran yang berfungsi sebagai penduga risiko yang akan terjadi pada saham yang diinvestasikan adalah *Value at Risk*. Bentuk pengukuran risiko paling baik seperti penerapan *Value at Risk*. Konsep *Value at Risk* atau konsep *VaR* mampu mengimplementasi metode statistika yang sangat bervariasi serta tentu saja memiliki konsep yang simpel. *Value at Risk* adalah estimasi kerugian paling maksimum yang diperoleh dalam keadaan normal, periode waktu dan tingkat kepercayaan tertentu[6]. Sederhananya, *VaR* akan memberikan solusi seberapa banyak investor mengalami kerugian jika investor berinvestasi dalam rentang investasi (t) dan rentang kepercayaan ($1-\alpha$). Dari pernyataan di atas, terdapat variabel-variabel yang berpengaruh dalam berinvestasi diantaranya kerugian yang tinggi, rentang waktu dan rentang kepercayaan.

Data yang dipakai untuk menghitung *Value at Risk* ialah data yang memiliki distribusi normal. Data dikatakan sudah berdistribusi normal jika telah diuji normalitasnya. Salah satu uji normalitas yang dapat digunakan dalam menentukan data berdistribusi normal adalah Uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji hipotesis yang digunakan untuk melihat seerapa cocok distribusi yang ada berupa poisson dan kenormalan adalah bentuk data

diskrit dan kontinu yang juga merupakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Pengukuran peluang meruginya angka pasar ialah digunakannya prediksi volatilitas dan juga hubungan dalam suatu portofolio yang disebut *Value at Risk*. Kerugian tersebut dapat diketahui dan dicari dengan interval keyakinan tertentu dan pada umumnya interval keyakinan yang digunakan sebesar 95%. Pengukuran ini digunakan dalam melihat kerugian pada sisi portofolio dalam keadaan normal. Penghitungan *VaR* pada rentang satu keadaan ialah [7]:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t} \quad (1)$$

Dengan:

W_0 = Dana portofolio.

R^* = Angka kuantil ke- α .

t = Rentang waktu.

Aspek penting dalam melakukan perhitungan *VaR* ialah menentukan metodologi seperti apa yang akan digunakan dan membuat asumsi yang memiliki kesesuaian dengan distribusi *return*. Salah satu metode dalam perhitungan *VaR* ialah metode Simulasi Monte Carlo. Pada tahun 1977, Boyle memperkenalkan metode dalam menghitung risiko yaitu simulasi Monte Carlo [8]. Monte Carlo melibatkan bilangan acak sebagai salah satu input yang merupakan bagian dari evaluasi model deterministik pada simulasi Monte Carlo. Simulasi ini menggunakan 10.000 penilaian dalam suatu contoh yang cukup kompleks dan bersifat linier serta melibatkan lebih dari sepasang parameter yang nantinya akan dipakai dalam metode simulasi Monte Carlo atas sebuah model. Metode simulasi Monte Carlo ini memiliki inti bahwa simulasi yang dilakukan ialah dengan cara menimbulkan angka acak atas karakteristik pada data yang diberikan [9].

Penelitian ini menggunakan saham Unilever dan saham Telekomunikasi yang merupakan dua diantara 30 saham syariah pada JII yang memiliki pendanaan pasar terbesar [10]. Data yang diteliti ialah data harian periode Juni 2019-November 2019. Mengetahui berapa nilai *VaR* yang terbentuk dan mengetahui makna nilai *VaR* yang diperoleh adalah tujuan-tujuan pada penelitian ini. Kajian teori yang digunakan sebagai pendukung dalam pembahasan pada penelitian ini adalah: investasi, saham, *Jakarta Islamic Index (JII)*, *return*, risiko, *return* portofolio, *return* harapan (*Expected Return*) dari suatu portofolio, *Value at Risk (VaR)*, distribusi normal, uji normalitas, *Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP)*, dan simulasi Monte Carlo.

METODE

Jenis penelitian pada skripsi ini adalah penelitian terapan dengan data sekunder. Data sekunder yang dipakai ialah data harga penutupan saham harian saham Unilever Indonesia (UNVR) dan saham Telekomunikasi (TLKM) periode Juni 2019-November 2019. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu dengan mencatat atau mengcopy data harga penutupan saham harian Unilever dan Telekomunikasi.

Langkah-langkah dan teknik analisis data yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan dari analisis resiko investasi dalam portofolio dengan *Value at Risk* menggunakan simulasi Monte Carlo ialah:

1. Analisis risiko dalam memperoleh nilai *Value at Risk* (*VaR*)
 - a. Menghitung *return* saham.
 - b. Melakukan uji normalitas terhadap nilai *return* yang telah didapatkan pada langkah a dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* melalui Minitab. Data yang diperoleh dari uji normalitas haruslah memiliki distribusi normal.
 - c. Mensimulasi nilai *return* menggunakan nilai estimasi parameter.
 - d. Pengestimasian kerugian maksimal saat selang kepercayaan $(1-\alpha)$ dan menghitung angka kuantil $ke-\alpha$.
 - e. Menghitung nilai *VaR* pada selang kepercayaan $(1-\alpha)$.
 - f. Menghitung rata-rata *VaR* yang diperoleh pada selang kepercayaan $(1-\alpha)$.
2. Setelah nilai *VaR* ditentukan maka langkah selanjutnya ialah membentuk makna nilai *VaR* yang sudah diperoleh tersebut. Nilai *VaR* yang telah diperoleh inilah yang digunakan para investor untuk mempersiapkan anggaran dalam menyikapi seberapa besar kerugian yang telah diprediksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1) Hasil Analisis Risiko untuk Memperoleh Nilai *Value at Risk* (*VaR*)

Penelitian ini memakai data harga penutupan (*closing price*) saham harian Unilever serta Telekomunikasi yang terhitung mulai dari Juni 2019-November 2019 yang diunduh melalui situs www.yahoofinance.com

a. Menghitung *return* saham

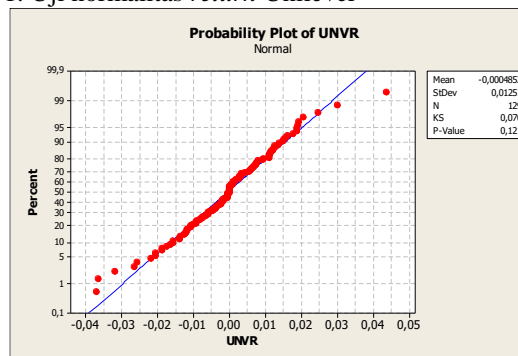
Setelah menentukan harga penutupan saham yang akan digunakan maka langkah selanjutnya adalah mencari *return* dari harga penutupan saham Unilever dan saham Telekomunikasi tersebut.

Return terbesar pada saham Unilever memiliki nilai 0,04753, *return* terkecil yang dialami oleh saham Unilever memiliki nilai -0,03699 dan saham Unilever juga memiliki *return* yang bernilai nol sebanyak sembilan data. Sedangkan pada saham Telekomunikasi *return* terbesar memiliki nilai 0,035268, *return* terkecil memiliki nilai -0,04786 dan saham Telekomunikasi memiliki nilai *return* bernilai nol sebanyak 15 data.

b. Uji Normalitas Data *Return* Saham

Uji normalitas data untuk saham Unilever dan saham Telekomunikasi memakai uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk melihat seberapa normal data yang diuji. Uji *Kolmogorov-Smirnov* ini dapat dilihat melalui bantuan *software* Minitab.

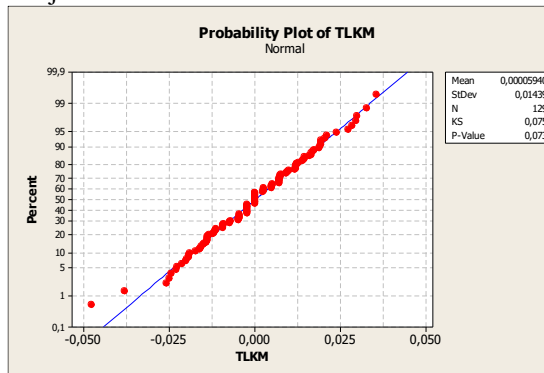
1. Uji normalitas *return* Unilever



Gambar 1. Output Minitab Uji *Kolmogorov-Smirnov* Return Saham Unilever.

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai *p-value* yang dihasilkan pada *return* saham Unilever adalah 0,121 yang artinya $> 0,05$ sehingga *return* dari saham Unilever berdistribusi normal.

2. Uji normalitas *return* Telekomunikasi



Gambar 2. Output Minitab Uji *Kolmogorov-Smirnov* Return Saham Telekomunikasi.

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai *p-value* yang dihasilkan pada *return* saham Telekomunikasi adalah 0,073 yang artinya $> 0,05$ sehingga *return* dari saham Telekomunikasi berdistribusi normal.

c. Mensimulasi Nilai *Return* Menggunakan Estimasi Parameter

Vektor *mean*, standar deviasi dan matriks variansi-kovariansi adalah parameter-parameter dalam perhitungan *Value at Risk* yaitu sebesar

$$\mu = \begin{bmatrix} -0,000485216 \\ 0,000059402105 \end{bmatrix} \text{ dan } \Sigma = \begin{bmatrix} 0,000155256 & 0,000038105505 \\ 0,000038105505 & 0,000205584 \end{bmatrix}$$

Hasil perhitungan *mean*, variansi, kovariansi, standar deviasi dan korelasi UNVR dan TLKM dapat dilihat pada tabel 1.

Mensimulasikan nilai *return* dengan estimasi parameter menggunakan fungsi *random* yang berbentuk =rand(). Fungsi tersebut dapat digunakan karena fungsi itu menghasilkan angka-angka acak yang bernilai antara 0 dan 1. Selanjutnya, menggunakan fungsi =norminv(*probability*; *mean*; *standard deviation*) untuk membentuk angka *return* yang dibangkitkan menurut keacakannya dan asetnya

memiliki kenormalan dengan melibatkan parameter *mean* dan *standard deviation*.

TABELI
PERHITUNGAN MEAN, VARIANS, KOVARIANS, STANDAR DEVIASI
SERTA KORELASI UNILEVER DAN TELEKOMUNIKASI

	Unilever	Telekomunikasi	Portofolio
Mean	-0,00048521	0,00005940211	
Varians	0,00015527	0,00020558	
Kovarians			0,0000381
Standar Deviasi	0,01250877	0,014394099	
Korelasi			0,2132886

- d. Pengestimasi Kerugian Maksimal pada Selang Kepercayaan $(1-\alpha)$ dan Menghitung Angka Kuantil ke- α

Dalam mengestimasi kerugian kita menggunakan *return* portofolio untuk langkah selanjutnya yaitu mencari nilai kuantil ke- α nya. Dalam *return* portofolio terdapat simulasi *return* saham Unilever dan saham Telekomunikasi yang telah kita simulasikan pada tahap sebelumnya serta bobot kedua saham tersebut. Perhitungan *Mean Variance Efficient Portfolio* (MVEP) akan menghasilkan bobot atau proporsi yang akan digunakan oleh masing-masing aset. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 6747,932062 & -1250,74454 \\ -1250,74454 & 5096,021142 \end{bmatrix}, \mathbf{1}_p = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{1}_p^T = [1 \quad 1].$$

Dengan menggunakan persamaan $w = \frac{\Sigma^{-1}\mathbf{1}_p}{\mathbf{1}_p^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_p}$ maka:

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} 6747,932062 & -1250,74454 \\ -1250,74454 & 5096,021152 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6747,932062 & -1250,74454 \\ -1250,74454 & 5096,021152 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$= \begin{bmatrix} 0,588408737 \\ 0,411591263 \end{bmatrix}$$

w_1 = Mutu Unilever.

w_2 = Mutu Telekomunikasi.

Setelah dilakukan penghitungan diperoleh bahwa mutu masing-masing aset ialah sebesar 59% pada saham Unilever dan sebesar 41% pada saham Telekomunikasi. Setelah bobot atau proporsi dari masing-masing saham telah ditentukan maka langkah selanjutnya ialah mencari *return* portofolio dari masing-masing saham tersebut. *Return* portofolio telah ditentukan maka tahap berikutnya adalah mencari nilai kuantil ke- α yang dinotasikan dengan R^* .

Pada tahap mencari nilai kuantil digunakan fungsi pada Ms. Excel yaitu $=percentile(array; k)$ dengan *array* adalah hubungan antara angka terkaan *return*, parameter *return* serta *standard deviation* dengan formula $=norminv(probability; mean; standard deviation)$ yang telah disatukan ke dalam bentuk *return* portofolio. Sedangkan k adalah α yang dipakai dalam penelitian yaitu sebesar 0,05.

- e. Menghitung Nilai *Value at Risk* pada Selang Kepercayaan $(1-\alpha)$

Rentang kepercayaan yang dipajai untuk penghitungan *Value at Risk* dalam aset Unilever dan Telekomunikasi adalah kepercayaan 95% serta rentang waktu 1 hari dan diasumsikan bahwa dana investasi awal aset ialah senilai Rp.1.000.000.000 (satu milyar rupiah). Setelah nilai *VaR* diperoleh maka dilakukan perulangan langkah (c) hingga langkah (e) sampai m buah sehingga memperlihatkan bermacam nilai *VaR* untuk *VaR* aset seperti $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_m$. Dalam penelitian dilakukan perulangan pada penghitungan *VaR* sebanyak 25 set untuk mendapatkan angka valid. Dari perulangan tersebut dilakukan tahap penghitungan rata-rata *VaR* yang telah didapat sehingga menghasilkan jumlah nilai *VaR* yang harus dibayarkan oleh investor.

Nilai *VaR* terbesar diperoleh pada perulangan kelima yang bernilai Rp.45.561.643,81. Nilai *VaR* terkecil yang dialami kedua saham terdapat pada perulangan ketiga yang memiliki nilai Rp.38.293.777,03.

2) Makna *Value at Risk (VaR)* yang Diperoleh

Apabila investasi awal dalam portoflio Unilever (UNVR) serta Telekomunikasi (TLKM) diasumsikan senilai Rp.1.000.000.000 dengan rentang kepercayaan 95% dan 25 kali perulangan, menghasilkan rata-rata nilai *VaR* sebesar -41.677.593,66 (tanda negatif menunjukkan adanya kerugian). Dapat ditarika pernyataan pada rentang 95% investor akan merugi dengan tidak melewati batas Rp.41.677.593,66 dalam jangka waktu satu hari. Secara sederhana, bisa dinyatakan adanya kemungkinnan sebanyak 5% bahwa adanya kerugian investtasi pada portoflio saham Unilever serta saham Telekomunikasi sebanyak Rp.41.677.593,66.

B. Pembahasan

Hasil analisis risiko investasi dalam menentukan nilai *Value at Risk* dari saham Unilever dan saham Telekomunikasi didasarkan pada hasil perhitungan *return* kedua saham. Hasil dari perhitungan *return* tersebut terdapat *return* yang bernilai positif dengan maksud bahwa adanya keuntungan dalam investasi saham tersebut dan juga *return* dengan nilai negatif yang artinya ada risiko yang harus dianggung dalam investasi saham tersebut. *Return* yang bernilai nol artinya tidak ada keuntungan ataupun risiko dalam investasi saham tersebut

Setelah melakukan penghitungan *return* dalam menentukan nilai *Value at Risk* juga dilakukan uji normalitas data pada *return* saham Unilever dan saham Telekomunikasi. Dari uji normalitas ini diperoleh bahwa data dari saham Unilever berdistribusi normal dan data dari saham Telekomunikasi juga berdistribusi normal. Data yang akan digunakan dalam perhitungan *VaR* haruslah berdistribusi normal karena hal itu merupakan syarat dalam perhitungan *VaR*. Sehingga apabila data yang

digunakan tidak berdistribusi normal maka data harus dinormalkan terlebih dahulu.

Dari saham Unilever dan saham Telekomunikasi yang telah berdistribusi normal didapatkan parameter yang digunakan untuk mensimulasi nilai *return* berupa vektor-vektor. Dalam tabel 1 dijelaskan bahwa rata-rata *return (mean)* Telekomunikasi lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata *return (mean)* Unilever. Selanjutnya varians dan standar deviasi Telekomunikasi juga lebih besar dibanding varians dan standar deviasi Unilever. Adapun kovarians yang terbentuk antara saham Unilever dan saham Telekomunikasi memiliki nilai 0,000038105505.

Hasil penghitungan mutu atau propori untuk setiap aset digunakan sebagai alat mencari *return* portofolio dalam menghitung harga *VaR* saat selang kepercayaan $(1-\alpha)$ dengan rentang waktu t dan asumsi dana awal sebesar W_0 dan perulangan perhitungan *VaR* sebanyak 25 set. Adapun maknanya ialah penentuan nilai *VaR* selang kepercayaan yang digunakan yaitu 95%, periode waktu satu hari dan asumsi dana awal diasumsikan Rp.1.000.000.000 maka kerugian maksimum dalam berinvestasi pada kedua saham tersebut sebesar Rp.41.677.593,66.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapat kesimpulan:

1. Penentuan nilai *Value at Risk (VaR)* menggunakan metode Simulasi Monte Carlo ialah:
 - a. Didapat *p-value* saham Unilever sebesar 0,121 dan *p-value* saham Telekomunikasi sebesar 0,073 yang artinya *p-value* kedua saham tersebut bernilai $> 0,05$ sehingga dapat dinyatakan kedua saham berdistribusi normal.
 - b. Mensimulasi nilai *return* menggunakan estimasi parameter dengan melibatkan vektor *mean*, varians, kovarians, standar deviasi saham Unilever dan saham Telekomunikasi dan koefisien korelasi portofolio.
 - c. Memperkirakan kerugian maksimal saat selang kepercayaan $(1-\alpha)$ dan mencari angka kuantil ke- α dengan melibatkan bobot saham Unilever sebesar 59% dan bobot saham Telekomunikasi sebesar 41%.

- d. Menghitung nilai *VaR* dengan mengasumsikan dana awal investtasi senilai Rp.1.000.000.000 , selang kepercayaan 95%, dan periode waktu 1 hari.
 - e. Menghitung rata-rata *VaR* menggunakan perulangan 25 set untuk didapatkan angka valid.
2. Pada keyakinan 95% bahwa besar kemungkinan kerugian yang akan diderita atau yang harus dibayarkan investor apabila berinvestasi pada saham Unilever dan saham Telekomunikasi dengan dana awal Rp.1.000.000.000 dan periode waktu 1 hari tidak melebihi Rp.41.677.593,66.

REFERENSI

- [1] Herlianto, Dudit. 2013. *Manajemen Investasi Plus Jurus Mendeteksi Investasi Bodong*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- [2] Tandelilin, Eduardus. 2010. *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- [3] Zulfadri, Arnellis, dan Subhan, Muhammad. 2011. Modifikasi Cadangan Premi Prospektif pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup *Joint Life* Menggunakan Metode *New Jersey*. *UNPJoMath*. Vol. 2 No. 4, ISSN: 977 235516589.
- [4] Sari, Ike Mairita dan Rosha, Media. 2019. Pemodelan Indeks Harga Saham pada *Jakarta Islamic Index (JII)* Menggunakan Generalisasi Proses Wiener. *UNPJoMath*. Vol. 2 No. 3, ISSN:977 235516589.
- [5] Sofiana, Nita. 2011. "Pengukuran *Value At Risk* Pada Portofolio Dengan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus: Harga Penutupan Saham Harian PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. Unilever Indonesia Tbk Bulan Januari-Desember 2010)", *Skripsi* 29 Hal., Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, Juli 2011.
- [6] Choudry, Moorad. 2006. *An Introduction To Value at Risk 4th Edition*. England: John Wiley&Sons, Ltd.
- [7] Saepudin, Yunus,. 2017. Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah Dengan *Value at Risk (VaR)* dan *Expected Shortfall (ES)*. *Jurnal Gaussian*. Vol. 6(2): 271-280, ISSN: 2339-2541.
- [8] Suhadi. 2012. "Evaluasi Perhitungan *Value at Risk* dengan Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Historis Pada Tiga Bank Badan Usaha Milik Negara (BUMN)", *Skripsi* 11 Hal., Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia, Juli 2012
- [9] Astuti, Nur Indah Yuli, dkk. 2016. Optimasi *Value at Risk* Aset Tunggal dan Portofolio Menggunakan Simulasi Monte Carlo Dilengkapi GUI Matlab. *Jurnal Gaussian*. Vol. 5(4): 695-704. ISSN: 2339-2541.
- [10] Luthfiyanti, Afra Moudi dan Rosha, Media. 2020. "Analisis Risiko Investasi Pada Portofolio Dengan *Value at Risk (VaR)* Menggunakan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus: Pada Saham Unilever dan Telekomunikasi Juni 2019-November 2019)", *Skripsi*, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia.