

**PENGGUNAAN SIMULASI MONTE CARLO UNTUK PENGUKURAN
VALUE AT RISK ASET TUNGGAL DAN PORTOFOLIO
DENGAN PENDEKATAN CAPITAL ASSET PRICING MODEL
SEBAGAI PENENTU PORTOFOLIO OPTIMAL
(Studi Kasus: Index Saham Kelompok *SMinfra18*)**

Danang Chandra Pradana¹, Di Asih I Maruddani², Hasbi Yasin³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

Email: leader.danang@gmail.com maruddani@undip.ac.id hasbiyasin17@gmail.com

ABSTRACT

In financial markets, a stock is a unit of account for various investments. It often means the stock of a corporation, but also used for collective investments such as mutual funds, limited partnerships, and real estate investment trusts. In this era, most investors establish a stock portfolio as one way to reduce the risk of loss or risk which may be obtained when investing in stocks. Formation of portfolio in this research, investors is used to calculate the weight of the investment using the Capital Asset Pricing Model (CAPM). Risks of investing often called Value at Risk (VaR), calculate the VaR using Monte Carlo simulation. From the results and analysis conducted on a group of *SMinfra18* stocks, there are two stocks into the portfolio with an allocation of the largest given to the ISAT (PT. Indosat, Tbk) and the allocation of funds smallest given to stock TBIG (PT. Tower Bersama Infrastructure Tbk). While the losses or the estimated risk of the portfolio at 95% confidence level is IDR 18,860,237.00 of the initial capital of IDR 1,000,000,000.00 during the holding period 1 day after portfolio formation.

Keywords: Stock, Portfolio, *SMinfra18*, CAPM, Monte Carlo

1. PENDAHULUAN

Pasar Modal adalah pasar untuk berbagai instrumen keuangan jangka panjang yang bisa diperjualbelikan, baik dalam bentuk hutang atau modal sendiri (Darmadji & Fakhrudin, 2001). Lebih rinci lagi, pengertian Pasar Modal menurut Undang-undang Pasar Modal Nomor 8 tahun 1995 adalah kegiatan yang bersangkutan dengan penawaran umum dan perdagangan efek, perusahaan publik yang berkaitan dengan efek yang diterbitkannya, serta lembaga dan profesi yang berkaitan dengan efek. Tujuan utama dari pasar modal adalah sebagai tempat alternatif memperoleh dana bagi perusahaan-perusahaan yang membutuhkan modal untuk menjalankan dan mengembangkan usahanya melalui penjualan instrumen efek yang dikeluarkannya.

Saham adalah tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas (Darmadji & Fakhrudin, 2001). Di pasar modal Indonesia, saham-saham yang diterbitkan oleh perusahaan terbuka, dikelompokkan dalam beberapa indeks harga saham berdasarkan kategori tertentu. Seperti kelompok saham infrastruktur (*SMinfra18*) yang merupakan 18 saham. Faktor-faktor fundamental yang menjadi kriteria dasar pemilihan komponen Indeks *SMinfra18* adalah Indeks ini mengukur performa harga dari 18 saham yang tercatat di BEI yang bergerak dalam bidang infrastruktur dan penunjangnya.

Portofolio adalah investasi dalam berbagai instrumen keuangan yang dapat diperdagangkan di bursa efek atau pasar uang dengan tujuan menyebarkan sumber perolehan return dan kemungkinan risiko (Samsul, 2006). Dalam pembentukan portofolio investor berusaha memaksimalkan *return* dari investasi pada tingkat risiko tertentu (Fabozzi, 1999). Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam setiap proses di dalam

manajemen portofolio. Dalam proses penyeleksian saham-saham yang akan dimasukkan ke dalam portofolio, terdapat beberapa metode yang bisa digunakan, salah satunya adalah menggunakan pendekatan metode *Capital Aset Pricing Model*. Yang terakhir adalah metode untuk menentukan *Value at Risk* seperti metode *Monte Carlo Simulation* untuk memperkirakan risiko pada proses penilaian kinerja portofolio optimal yang telah dibuat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Return

(Ghozali, 2007) *Return* merupakan pendapatan yang akan diterima jika menginvestasikan uang pada suatu aktiva finansial (saham, obligasi) atau aktiva riil (*property*, tanah). Secara matematis (Hartono, 2009) merumuskan *return* saham sebagai berikut:

$$R_t = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (1)$$

dengan:

R_t : *return* saham pada periode t, t=1, 2, ..., n

P_t : harga saham pada periode t, t=1, 2, ..., n

P_{t-1} : harga saham pada periode t-1, t=1, 2, ..., n

Secara umum, karakteristik data saham perlu ditransformaasi dengan ln untuk melihat kenormalan suatu data saham tersebut. Hal ini disebabkan karena nilai *range* antar saham berbeda-beda.

2.2 Risiko

Investasi dalam saham tidak hanya menghasilkan tingkat *return* tetapi juga menghasilkan risiko. Risiko merupakan kerugian yang dihadapi. Samsul (2006) mengatakan bahwa semakin tinggi risiko maka semakin tinggi juga *return* yang diharapkan. Sehingga *return* tidak akan didapat tanpa mengambil risiko.

Jika terdapat n (jumlah observasi) *return*, maka ekspektasi *return* dapat diestimasi dengan rata-rata sampel (mean) *return*

$$E(R_t) = \frac{\sum_{i=1}^N R_{it}}{N} \quad (2)$$

Return rata-rata kemudian digunakan untuk mengestimasi varian tiap periode yaitu kuadrat standard deviasi per periode

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - E(R_t))^2 \quad (3)$$

disebut varian per priode karena besarnya tergantung pada panjang waktu ketika *return* diukur. Akar dari varian (standard deviasi) merupakan estimasi risiko dari harga saham, yaitu

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - E(R_t))^2} \quad (4)$$

2.3 Portofolio

Portofolio adalah gabungan dua atau lebih sekuritas yang terpilih sebagai target investasi dari investor pada kurun waktu tertentu dengan suatu ketentuan tertentu, misalnya mengenai proporsi pembagian dana atau modal yang ditanamkan.

$$R_p = \sum_{i=1}^N w_i R_i \quad (5)$$

Dengan

N = banyaknya aset dalam portofolio

R_i = *return* aset ke- i

w_i = bobot aktiva ke- i , dengan $\sum_{i=1}^N w_i = 1$

Dalam notasi matriks, *return* portofolio pada waktu t dapat ditulis sebagai berikut

$$R_p = w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_N R_N = [w_1 w_2 \dots w_N] \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_N \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \mathbf{R} \quad (6)$$

Dengan

\mathbf{w}^T = vektor transpose dari \mathbf{w}

\mathbf{R} = vektor kolom yang terdiri dari *return* aset tunggal

Nilai ekspektasi dari *return* portofolio adalah

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i \quad (7)$$

Dan variannya adalah

$$\sigma_p^2 = \text{Var}(\sum_{i=1}^N w_i R_i) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \text{cov}(R_i, R_j) \quad (8)$$

Dengan

μ_i = nilai ekspektasi dari aset ke- i

σ_p^2 = varian

$\text{cov}(R_i, R_j)$ = kovarian

Dalam bentuk notasi matriks, nilai ekspektasi dan varian dari *return* portofolio dapat ditulis sebagai berikut

$$\mu_p = w_1 \mu_1 + w_2 \mu_2 + \dots + w_N \mu_N = [w_1 w_2 \dots w_N] \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_N \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\mu} \quad (9)$$

$$\sigma_p^2 = [w_1 \dots w_N] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1N} \\ \vdots & & & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \dots & \sigma_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} \quad (10)$$

Dengan $\boldsymbol{\Sigma}$ didefinisikan sebagai matriks varian-kovarian.

2.4 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

CAPM adalah sebuah model hubungan antara risiko dan *expected return* suatu sekuritas atau portofolio (Zubir, 2011).

Konsep CAPM pada umumnya berguna untuk menguantifikasi hubungan antara risiko dan *return* (Ahmad, 2004). CAPM secara matematis dapat ditulis dengan

$$E(r_i) = R_f + (R_m - R_f) \cdot \beta_i \quad (11)$$

dengan:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_t, R_m)}{\text{var}(R_m)}$$

$E(r_i)$ = tingkat keuntungan yang disyaratkan (*required rate of return*)

R_f = rata-rata atas bunga investasi bebas risiko

R_t = *return* saham

- R_m = rata-rata *return* pasar
 β_i = ukuran risiko setiap surat berharga

Jadi dengan meminimumkan risiko berdasarkan *mean return* dari portofolio yang terbentuk akan dicari pembobot w agar portofolio yang dibentuk mempunyai varian yang minimum atau dengan kata lain meminimumkan $w'\Sigma w$ berdasarkan dua batasan yaitu (Azhari, 2011):

1. $w'\mu$ = μ^* , μ^* merupakan *mean return* pasar
2. $w'\mathbf{1}_N$ = 1 (Jumlah dari bobot atau proporsi dari portofolio yang terbentuk sama dengan 1), dengan $\mathbf{1}_N$ merupakan vektor satu berukuran $n \times 1$.

Permasalahan optimalisasi di atas akan diselesaikan dengan fungsi *Lagrange* dengan dua pengali yaitu λ_1, λ_2 :

$$L = w'\Sigma w + \lambda_1(\mu^* - w'\mu) + \lambda_2(1 - w'\mathbf{1}_N) \quad (12)$$

Untuk kasus portofolio dengan varian efisien, tidak ada pembatasan pada mean portofolio ($\lambda_1 = 0$), sehingga pembobotan pada *Capital Asset Pricing Model* adalah

$$w = (\delta\Sigma)^{-1} \mathbf{1}_N (E(r_i) - R_f) \quad (13)$$

2.5 Diversifikasi

Diversifikasi portofolio diartikan sebagai pembentukan portofolio sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi risiko portofolio tanpa mengorbankan *return* yang dihasilkan. Strategi diversifikasi sederhana dicapai pada saat investor melakukan investasi pada sejumlah saham yang berbeda atau kelompok aktiva yang berbeda dan berharap bahwa varian dari *return* yang diharapkan atas portofolio dapat diperkecil. Investasi hanya pada satu kelompok aktiva dapat mengundang risiko yang lebih besar ditandai dengan kovarian *return* yang tinggi.

2.6 Value at Risk (VaR)

Value at Risk (VaR) merupakan salah satu bentuk pengukuran risiko yang cukup populer. Hal ini mengingat kesederhanaan dari konsep *VaR* sendiri namun juga memiliki kemampuan implementasi berbagai metodologi statistika yang beragam dan mutakhir. Pada portofolio, *VaR* diartikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan dialami suatu portofolio pada periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu. Oleh karena itu, terdapat kemungkinan bahwa suatu kerugian yang akan diderita oleh portofolio selama periode kepemilikan akan lebih rendah dibandingkan limit yang dibentuk dengan *VaR*. Terdapat kemungkinan bahwa kerugian sebenarnya mungkin dapat lebih buruk, sehingga keterbatasan dari *VaR* adalah tidak dapat menyatakan apapun tentang seberapa besar kerugian yang benar-benar terjadi dan secara definitif tidak menegaskan kemungkinan kerugian yang mungkin akan diderita pada hari-hari buruk yang cukup buruk. Akan tetapi investor dapat menggunakan nilai *VaR* sebagai salah satu tolak ukur dapat menetapkan seberapa besar target risiko.

Secara teknis, *VaR* dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dinyatakan sebagai bentuk kuantil ke- α dari distribusi *return*. *VaR* dapat ditentukan melalui fungsi kepadatan peluang dari nilai *return* di masa depan $f(R)$ dengan R adalah tingkat *return (return)* aset (baik tunggal maupun portofolio). Pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$, akan dicari nilai kemungkinan terburuk, R^* , sehingga peluang munculnya nilai *return* melebihi R^* adalah $(1 - \alpha)$.

$$1 - \alpha = \int_{R^*}^{\infty} f(R) dR$$

Sedangkan peluang munculnya suatu nilai *return* kurang dari sama dengan R^* , $p=P(R \leq R^*)$ adalah α .

$$\alpha = \int_{-\infty}^{R^*} f(R)dR = P(R \leq R^*) \quad (14)$$

Dengan kata lain, R^* merupakan kuantil dari distribusi *return* yang merupakan nilai kritis (*cut off value*) dengan peluang yang sudah ditentukan. Jika W_0 didefinisikan sebagai investasi awal aset (baik tunggal maupun portofolio) maka nilai aset pada akhir periode waktu adalah $W=W_0(1+R)$. Jika nilai aset paling rendah pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ adalah $W^*=W_0(1+R^*)$, maka *VaR* pada tingkat kepercayaan $W=W_0(1+R)$ dapat diformulasikan sebagai berikut

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0R^* \quad (15)$$

dengan R^* = kuantil ke- α dari distribusi *return*. Secara umum, R^* berharga negatif.

2.7 Periode Waktu

Periode waktu yang digunakan dalam mengukur tingkat risiko yang dihadapi sangat tergantung pada jenis bisnis yang dikerjakan oleh suatu perusahaan. Semakin dinamis pergerakan faktor-faktor pasar untuk suatu jenis bisnis tertentu, semakin singkat periode waktu yang digunakan dalam mengukur tingkat risiko yang dihadapi.

Ekspektasi *return* meningkat secara linier terhadap waktu sedangkan volatilitas (standar deviasi) meningkat secara linier dengan akar kuadrat waktu, dapat dijabarkan sebagai berikut,

$$\mu(t) = \mu t \text{ dan } \sigma^2(t) = \sigma^2 t \Rightarrow \sigma(t) = \sigma\sqrt{t}$$

Aturan konversi waktu dalam perhitungan *VaR* dinyatakan sebagai ‘*Square root of time rule*’, sehingga konversi periode waktu dalam perhitungan *VaR* dapat ditulis sebagai berikut,

$$VaR(t) = \sqrt{t} VaR \quad (16)$$

Dengan menggunakan aturan konversi periode waktu, maka perhitungan *VaR* dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ setelah t periode dapat dinyatakan sebagai berikut,

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0R^*\sqrt{t} \quad (17)$$

dengan t adalah banyak periode waktu.

2.8 Taraf Kepercayaan

Menentukan tingkat kepercayaan dalam perhitungan *VaR* tergantung pada penggunaan *VaR*. Tingkat kepercayaan yaitu probabilitas dimana nilai *VaR* tidak akan melebihi kerugian maksimum. Penentuan tingkat kepercayaan sangat berperan penting karena dapat menggambarkan seberapa besar perusahaan mampu mengambil suatu risiko dan harga kerugian yang melebihi *VaR*. Semakin besar tingkat kepercayaan yang diambil, semakin besar pula risiko dan alokasi modal akan untuk menutupi kerugian yang diambil.

2.9 VaR dengan Metode Simulasi Monte Carlo

Penggunaan metode simulasi Monte Carlo untuk mengukur risiko telah dikenalkan oleh Boyle 1977. Dalam mengestimasi nilai *Value at Risk (VaR)* baik pada aset tunggal maupun aset portofolio, simulasi Monte Carlo mempunyai beberapa jenis algoritma. Namun pada intinya adalah melakukan simulasi membangkitkan bilangan random berdasarkan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan, yang kemudian digunakan untuk mengestimasi nilai *VaR*-nya. *VaR* dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *ln return* berdistribusi normal.

2.10 VaR dengan Metode Simulasi Monte Carlo pada Aset Tunggal

VaR dengan metode simulasi Monte Carlo pada aset tunggal mengasumsikan bahwa *ln return* aset berdistribusi normal. Secara umum, algoritma sederhana perhitungan VaR menggunakan metode simulasi Monte Carlo pada aset tunggal adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai parameter *ln return* aset tunggal. *Ln return* diasumsikan mengikuti distribusi normal dengan mean μ dan varian σ^2 .
2. Mensimulasikan nilai *ln return* dengan membangkitkan secara random *ln return* aset tunggal dengan parameter yang diperoleh dari langkah (1) sebanyak n buah sehingga terbentuk distribusi empiris dari *return* hasil simulasi.
3. Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ yaitu sebagai nilai kuantil ke- α dari distribusi empiris *ln return* yang diperoleh pada langkah (2), dinotasikan dengan R^* .
4. Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari yaitu

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

dengan

W_0 = dana investasi awal asset atau portofolio

R^* = nilai kuantil ke- α dari distribusi *ln return*

t = periode waktu

Nilai VaR yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diderita oleh aset tunggal.

5. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (4) sebanyak m sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai VaR aset tunggal yaitu $Var_1, Var_2, \dots, Var_m$.
6. Menghitung rata-rata hasil langkah (5) untuk menstabilkan nilai karena nilai *Var* yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

2.11 VaR dengan Metode Simulasi Monte Carlo pada Portofolio

VaR dengan metode simulasi Monte Carlo pada portofolio mengasumsikan bahwa *return* aset-aset pembentuk portofolio berdistribusi normal multivariat. Algoritma sederhana perhitungan VaR menggunakan metode simulasi Monte Carlo pada portofolio adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai parameter untuk variabel-variabel (dalam hal ini adalah *ln return* aset) serta korelasi antar variabel. *Ln return* aset pembentuk portofolio diasumsikan mengikuti distribusi normal multivariat sehingga parameter yang dibutuhkan diantaranya adalah mean *return* aset-aset pembentuk portofolio dan matriks varian-kovarian.
2. Mensimulasikan nilai *ln return* dengan membangkitkan secara random *ln return* aset-aset yang berdistribusi normal multivariat dengan parameter yang diperoleh pada langkah (1) sebanyak n buah.
3. Nilai *ln return* masing-masing aset pada waktu t yaitu $R_{1,t}$ dan $R_{2,t}$ yang dihasilkan pada langkah (2) digunakan untuk menghitung *ln return* portofolio pada waktu t yaitu

$$Rp_t = w_1 R_{1,t} + w_2 R_{2,t} + \dots + w_m R_{m,t}$$

dengan $R_{p,t}$ = *return* portofolio pada waktu t

w_1 = besarnya komposisi atau proporsi aset ke – 1

w_2 = besarnya komposisi atau proporsi aset ke – 2

w_m = besarnya komposisi atau proporsi aset ke – m

4. Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ yaitu sebagai nilai kuantil ke- α dari distribusi empiris *return* portofolio yang diperoleh pada langkah (3) yang dinotasikan dengan R_p^* .
5. Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari yaitu

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R_p * \sqrt{t}$$

Nilai *VaR* yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diderita portofolio.

6. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (5) sebanyak m sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai *VaR* aset tunggal yaitu $Var_1, Var_2, \dots, Var_m$.
7. Menghitung rata-rata hasil langkah (6) untuk menstabilkan nilai karena nilai *Var* yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data harga penutupan (*close price*) saham harian dari 1 Januari 2015 sampai 20 Juni 2015 yang diunduh dari situs penyedia data historis saham yaitu <http://finance.yahoo.com>. Data saham yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

No.	Kode	Nama Saham	Keterangan
1	ADHI	Adhi Karya (Persero) Tbk.	Tetap
2	AKRA	AKR Corporindo Tbk.	Tetap
3	EXCL	XL Axiata Tbk.	Tetap
4	INDY	Indika Energy Tbk.	Tetap
5	INTP	Indocement Tunggal Prakasa Tbk.	Tetap
6	ISAT	Indosat Tbk.	Tetap
7	JSMR	Jasa Marga (Persero) Tbk.	Tetap
8	META	Nusantara Infrastructure Tbk.	Tetap
9	PGAS	Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk.	Tetap
10	PTPP	PP (Persero) Tbk.	Tetap
11	SMCB	Holcim Indonesia Tbk.	Tetap
12	SMGR	Semen Indonesia (Persero) Tbk.	Tetap
13	SSIA	Surya Semesta Internusa Tbk.	Tetap
14	TBIG	Tower Bersama Infrastructure Tbk.	Tetap
15	TLKM	Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk.	Tetap
16	TOTL	Total Bangun Persada Tbk.	Tetap
17	UNTR	United Tractors Tbk.	Tetap
18	WIKA	Wijaya Karya (Persero) Tbk.	Tetap

Data lain yang digunakan adalah data Indeks Harga Saham Gabungan (SMInfra18) untuk perhitungan *return* pasar yang diperoleh dari www.yahoo.finance.com, data tingkat suku bunga Bank Indonesia untuk perhitungan *risk free rate* yang diperoleh dari www.bi.go.id

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Normalitas

Ln Return aset diasumsikan berdistribusi normal. Sebelum dilakukan perhitungan VaR, terlebih dahulu dilakukan uji asumsi kenormalan data *return* dari anggota saham SMInfra18.

Uji Kolmogorov-Smirnov ini untuk mengetahui apakah asumsi normalitas pada data sudah terpenuhi atau belum, langkah-langkahnya sebagai berikut:

Hipotesis

H_0 : Data *Ln return* saham berdistribusi normal

H_1 : Data *Ln return* saham tidak berdistribusi normal

Taraf signifikansi $\alpha = 5\%$

Statistik Uji

$$D = \sup |S(x) - F_0(x)|$$

Kriteria Uji

H_0 ditolak apabila $D > D^*(\alpha)$ atau $p\text{-value} < \alpha$

Dari perhitungan *Ln return* dengan metode Kolmogorov-Smirnov menghasilkan P-Value ISAT sebesar 0,05743 yang artinya P-Value ISAT $> \alpha = 5\%$. Jadi pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, *Ln return* data PT. Indosat Tbk berdistribusi normal.

Sedangkan, P-Value TBIG sebesar 0,486 yang artinya P-Value TBIG $> \alpha = 5\%$. Jadi pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, *Ln return* data PT. Tower Bersama Infrastructure Tbk berdistribusi normal.

4.2 Tingkat Kepercayaan dan Periode Waktu

Tingkat kepercayaan yang digunakan pada perhitungan VaR Monte Carlo pada aset tunggal ini 95%. Periode waktu yang digunakan adalah 1 hari.

4.3 Perhitungan VaR PT. Indosat Tbk. (ISAT)

Berdasarkan uji asumsi dan hasil perhitungan, *return* ISAT berdistribusi normal dengan $\mu = -0.0001872738$ dan $\sigma^2 = 0.01506019$ yang dinotasikan dengan *return* ISAT $\sim N(-0.0001872738, 0.01506019)$. Parameter ini digunakan untuk simulasi VaR Monte Carlo.

Nilai VaR yang dihasilkan setiap simulasi akan berbeda. Hal ini disebabkan oleh pembangkitan data yang bersifat random. Akan tetapi pada dasarnya memberikan hasil yang tidak jauh berbeda, karena dibangkitkan dengan parameter yang sama. Salah satu cara untuk mengurangi perbedaan hasil tersebut yaitu dengan cara melakukan banyak simulasi dan mengambil rata-ratanya.

Pada tingkat kepercayaan 95% dengan dua puluh lima kali ulangan, menghasilkan rata-rata nilai VaR sebesar -25195735 (tanda - menunjukkan kerugian). Hal ini dapat diartikan ada keyakinan dari investor sebesar 95% bahwa kerugian yang dialami investor tidak akan melebihi Rp. 25.195.735,00 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 20 Juni 2015.

4.4 Perhitungan VaR PT. Tower Bersama Infrastructure Tbk. (TBIG)

Berdasarkan uji asumsi dan hasil perhitungan, *return* TBIG berdistribusi normal dengan $\mu = -0.0008589349$ dan $\sigma^2 = 0.01899702$ yang dinotasikan dengan *return* ISAT $\sim N(-0.0008589349, 0.01899702)$. Parameter ini digunakan untuk simulasi VaR Monte Carlo.

Jika dana awal yang diinvestasikan pada portofolio yang terdiri dari dua aset yaitu ISAT dan TBIG sebesar Rp. 1.000.000.000,00, maka pada tingkat kepercayaan 95% dengan dua puluh lima kali ulangan, menghasilkan rata-rata nilai VaR sebesar -24920618 (tanda – menunjukkan kerugian). Hal ini dapat diartikan ada keyakinan dari investor sebesar 95% bahwa kerugian yang dialami investor tidak akan melebihi Rp. 24.920.618,00 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 20 Juni 2015.

4.5 Korelasi dan Parameter

Korelasi yang terbentuk dari penggabungan aset ISAT dan TBIG adalah -0.03393502. dapat dilihat bahwa korelasi antara ISAT dan TBIG dibawah 1, sehingga diharapkan terjadi efek diversifikasi yang dapat mengurangi risiko.

Parameter yang digunakan untuk simulasi VaR Monte Carlo pada portofolio adalah vector mean dan matriks varian-kovarian, yaitu sebesar $\mu = \begin{bmatrix} -0.0001872738 \\ -0.0008589349 \end{bmatrix}$ dan $\Sigma = \begin{bmatrix} 2.268092 * 10^{-4} & -9.708762 * 10^{-6} \\ -9.708762 * 10^{-6} & 3.608867 * 10^{-4} \end{bmatrix}$.

4.6 Bobot atau Proporsi Portofolio

Dengan diperolehnya inverse matriks Varian-Kovarian dan vektor $\mathbf{1}_N$ di atas, maka bobot alokasi dana untuk setiap saham di dalam portofolio diperoleh hasil perhitungan yang dapat dituliskan dalam bentuk vektor bobot sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{ISAT} \\ w_{TBIG} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6104221 \\ 0.3895779 \end{bmatrix}$$

atau dapat dituliskan kembali dengan bentuk tabel sebagai berikut:

No.	Saham	Bobot Alokasi Dana
1	ISAT	0.6104221
2	TBIG	0.3895779

4.7 Perhitungan VaR Portofolio

Jika dana awal yang diinvestasikan pada portofolio yang terdiri dari dua aset yaitu ISAT dan TBIG sebesar Rp. 1.000.000.000,00, maka pada tingkat kepercayaan 95% dengan dua puluh lima kali ulangan, menghasilkan rata-rata nilai VaR sebesar -18860237 (tanda – menunjukkan kerugian). Hal tersebut dapat diartikan ada keyakinan 95% bahwa kerugian yang akan diderita investor tidak akan melebihi Rp. 18.860.237,00 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 20 Juni 2015.

VaR portofolio lebih rendah dari VaR aset tunggal. Nilai yang lebih rendah tersebut menunjukkan adanya efek diversifikasi. Diversifikasi bisa terjadi karena efek saling mengompensasi antar aset. Jika satu aset mengalami kerugian, sementara aset yang lain mengalami keuntungan, maka keuntungan dari aset satunya dapat digunakan untuk menutupi kerugian aset yang lain. Efek diversifikasi ini disebabkan karena korelasi yang rendah antar aset. Efek diversifikasi akan semakin bernilai besar (yang berarti bisa menurunkan risiko kerugian portofolio lebih jauh) jika korelasi antar aset semakin rendah.

5. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perhitungan VaR, ada keyakinan dari investor sebesar 95% bahwa kerugian yang dialami investor tidak akan melebihi Rp. 25.195.735,00 untuk aset tunggal ISAT. Sedangkan pada aset tunggal TBIG, kerugian yang dialami investor tidak akan melebihi Rp. 24.920.618,00 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 20 Juni 2015.
2. Dari perhitungan bobot dan proporsi portofolio yang dilakukan menggunakan metode *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) diperoleh hasil proporsi alokasi dana untuk saham ISAT sebesar 0.6104221 atau 61.04221%, dan untuk saham TBIG sebesar 0.3895779 atau 38.95779%.
3. Pada perhitungan VaR portofolio ISAT-TBIG, ada keyakinan dari investor sebesar 95% bahwa kerugian yang dialami investor tidak akan melebihi Rp. 18.860.237,00 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 20 Juni 2015.
4. VaR portofolio lebih rendah dari VaR masing-masing aset. Hal ini disebabkan karena adanya efek diversifikasi dimana terjadi efek mengompensasi antar aset sehingga dapat menurunkan nilai risiko. Efek diversifikasi ini akan bernilai besar jika korelasi antar aset rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, K. 2004. *Dasar-Dasar Manajemen Investasi dan Portofolio*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Azhari, F. 2011. *Perbandingan Portofolio Optimal Model Black-Litterman Pendekatan Bayes Terhadap Potofolio Optimal Capital Asset Pricing Model (Studi Kasus Pada Saham-Saham LQ-45 di BEI Periode Juni 2010-Juni 2011)*. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Darmadji, T., dan Fakhruddin, H.M., 2001. *Pasar Modal di Indonesia: Pendekatan Tanya Jawab*. Salemba Empat: Jakarta.
- Depdiknas. 2008. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Gramedia Pustaka Indonesia.
- Fabozzi, F.J., 1999. *Manajemen Investasi*. Salemba Empat: Jakarta.
- Ghozali, I., 2007. *Manajemen Risiko Perbankan*. Semarang: BPUNDIP.
- <http://finance.yahoo.com>. *Yahoo! Finance*. diakses hari Selasa, 21 Juni 2015.
- <http://bi.go.id>. *Bank Indonesia*. diakses hari Selasa, 21 Juni 2015.