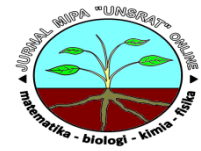




dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Pengukuran *Value at Risk* pada Aset Perusahaan dengan Metode Simulasi Monte Carlo

Leony P. Tupan^{a*}, Tohap Manurunga^a, Jantje D. Pranga^a

^aJurusan Matematika, FMIPA, Unsrat, Manado

KATA KUNCI

Diversifikasi
Simulasi Monte Carlo
Value at Risk

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengukur *Value at Risk* (*VaR*) pada aset perusahaan PT. Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG), PT. Bank Mandiri Tbk (BMRI), dan PT. Astra International Tbk (ASII) serta portofolio yang dapat dibentuk oleh ketiga aset tersebut menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Data yang digunakan adalah data *return* harian diperoleh dari harga penutupan (*closing price*) saham harian ketiga perusahaan tersebut selama periode tahun 2011. Bobot masing-masing portofolio ditentukan dengan metode *Mean Variance Efficient Portofolio*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jika dana yang diinvestasikan sebesar Rp 100.000.000,00 dengan tingkat kepercayaan 95% dengan periode adalah 1 hari, maka *VaR* ITMG sebesar Rp 4.103.963,33, *VaR* BMRI sebesar Rp 4.060.096,67, dan *VaR* ASII sebesar Rp 3.353.913,33. Sedangkan *VaR* portofolio1 (terdiri dari aset ITMG dan BMRI) adalah Rp 3.726.543,33. *VaR* portofolio2 (terdiri dari aset ITMG dan ASII) adalah Rp 3.233.133,33. *VaR* portofolio3 (terdiri dari aset BMRI dan ASII) adalah Rp 3.278.933,33. *VaR* portofolio4 (terdiri dari aset ITMG, BMRI, dan ASII) adalah Rp 3.218.906,67. Nilai *VaR* portofolio yang lebih rendah dari *VaR* aset tunggal disebabkan karena adanya efek diversifikasi.

KEYWORDS

Diversification
Monte Carlo Simulation
Value at Risk

ABSTRACT

Research has been conducted to measure the Value at risk (*VaR*) at assets PT. Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG), PT. Bank Mandiri Tbk (BMRI), and PT. Astra International Tbk (ASII) and portfolios that can be formed by the three assets using Monte Carlo simulation method. The data used daily return data by the three assets obtained from the closing price of daily stock over a period in 2011. The weight of each portfolio is determined by the Mean Variance Efficient Portfolio method. If the funds invested amounting to Rp 100.000.000,00 with 95% confidence level and the period is 1 day, then the results from measurement *VaR* ITMG is Rp 4.103.963,33, *VaR* BMRI is Rp 4.060.096,67 and *VaR* ASII is Rp 3.353.913,33. While *VaR* portofolio1 (consists of ITMG and BMRI asset) is Rp 3.726.543,33. *VaR* portofolio2 (consists of ITMG and ASII asset) Rp 3.233.133,33. *VaR* portofolio3 (consists of BMRI and ASII asset) is Rp 3.278.933,33. *VaR* portofolio4 (consists of ITMG, BMRI and ASII asset) is Rp 3.218.906,67. *VaR* portfolios are lower than *VaR* of each single asset due to diversification effects.

AVAILABLE ONLINE

29 Januari 2013

1. Pendahuluan

Dalam dunia bisnis hampir dari semua investasi mengandung ketidakpastian atau risiko. Risiko adalah suatu kemungkinan dimana hasil atau tingkat

pengembalian yang sebenarnya berbeda dengan yang diharapkan (*actual return* berbeda dengan *expected return*). Investor tidak mengetahui dengan pasti hasil yang akan diperolehnya dari investasi yang telah dilakukan. Investor juga akan menghadapi hal lain

*Corresponding author: Jurusan Matematika FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: leony_tupan@yahoo.com

dalam berinvestasi yaitu jika investor mengharapkan keuntungan yang tinggi maka investor tersebut juga harus bersedia menanggung risiko yang tinggi pula (Tandelilin, 2010).

Salah satu bentuk pengukuran nilai risiko yang sering digunakan adalah *Value at Risk (VaR)*. *Value at Risk (VaR)* dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu (*time periode*) tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan (*confidence interval*) tertentu. Ada tiga metode utama untuk menghitung *VaR* yaitu metode parametrik (disebut juga metode varians-kovarians), metode simulasi Monte Carlo dan metode simulasi historis (Jorion, 2007).

Tujuan penelitian ini untuk mengukur *Value at Risk* pada aset perusahaan PT. Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG), PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI), dan PT. Astra International Tbk (ASII) serta portofolio yang dibentuk oleh ketiga aset tersebut dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo. Metode Monte Carlo merupakan metode yang paling kuat untuk mengukur *VaR* karena dapat menghitung bermacam-macam susunan eksposur dan risiko meliputi risiko harga nonlinier, risiko volatilitas, dan risiko model tetap.

1.1. Studi Literatur

1.1.1. Return

Return dari suatu aset adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi. *Return* dapat menggambarkan secara nyata perubahan harga (Jorion, 2007). *Return* pada waktu ke- t dinotasikan dengan R_t didefinisikan sebagai berikut:

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

dimana P_t = harga investasi pada saat t dan P_{t-1} = harga investasi pada saat $t - 1$.

1.1.2. Risiko

Secara statistik tingkat risiko diwakili oleh ukuran penyimpangan atau ukuran penyebaran data. Dua ukuran penyebaran yang sering digunakan untuk mewakilinya adalah nilai varians dan standar deviasi. Semakin besar penyebaran distribusi *return* suatu investasi, semakin tinggi tingkat risiko investasi tersebut (Tandelilin, 2010).

Jika terdapat n (banyak observasi) *return*, maka ekspektasi *return* dapat diestimasi dengan menghitung rata-rata (mean) *return* dengan rumus:

$$\bar{R}_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (2)$$

Return rata-rata kemudian digunakan untuk mengestimasi varians tiap periode yaitu;

$$\text{Varians} = \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2 \quad (3)$$

Disebut varians per periode karena besarnya tergantung waktu ketika *return* diukur. Akar dari varians (standar deviasi) merupakan estimasi risiko dari harga saham yaitu;

$$\text{Standard deviasi} = \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2}{n-1}} \quad (4)$$

1.1.3. Portofolio Investasi

Portofolio investasi merupakan kombinasi atau gabungan atau sekumpulan aset, baik berupa aset riil maupun aset finansial yang dimiliki oleh investor. Suatu portofolio dikatakan efisien apabila portofolio tersebut ketika dibandingkan dengan portofolio lain memenuhi kondisi berikut:

1. Memberikan ER (*Expected Return*) terbesar dengan risiko yang sama, atau
2. Memberikan risiko terkecil dengan ER yang sama.

Return dari portofolio dapat ditulis dengan persamaan:

$$R_{p,t} = \sum_{i=1}^N w_i R_{i,t} \quad (5)$$

dimana N = banyaknya aset dalam portofolio; $R_{i,t}$ = *return* aset ke- i pada periode ke- t ; w_i = besarnya komposisi aset ke- i dalam portofolio dengan $\sum_{i=1}^N w_i = 1$.

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

$$R_p = w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_n R_n$$

$$= [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n] \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \quad (6)$$

dimana, \mathbf{w}^T = vektor transpose dari w_i ; \mathbf{r} = vektor yang terdiri dari *return* aset tunggal

Nilai ekspektasi dari *return* portofolio adalah:

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

dan variannya adalah:

$$\text{Var}(R_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_i w_j \sigma_{ij} \quad (8)$$

Dengan μ_i = nilai ekspektasi dari aset ke- i ; σ_i^2 = varians dari aset ke- i ; σ_{ij} = kovarian.

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

$$\mu_p = w_1 \mu_1 + w_2 \mu_2 + \dots + w_N \mu_N$$

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

$$\sigma_p^2 = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_N] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1N} \\ \vdots & & & & \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \dots & \sigma_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix}$$

$$= \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} \quad (10)$$

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

Return ekspektasi (*expected return*) merupakan *return* yang diharapkan akan diperoleh investor untuk pengambilan keputusan investasi.

1.1.4. Diversifikasi

Diversifikasi adalah sebuah strategi investasi dengan menempatkan dana dalam berbagai instrument investasi dengan tingkat risiko dan potensi keuntungan yang berbeda, atau strategi ini biasa disebut dengan alokasi aset (*asset allocation*). Risiko yang dapat didiversifikasikan adalah risiko yang tidak sistematis yaitu bagian dari risiko sekuritas yang dapat dihilangkan dengan membentuk portofolio. Harry M. Markowitz (1952) telah membuktikan bahwa apabila aset-aset keuangan dalam suatu portofolio memiliki korelasi *return* yang lebih kecil dari positif satu, risiko portofolio secara keseluruhan dapat diturunkan. Diversifikasi investasi akan memberikan manfaat optimum apabila *return* antar investasi dalam satu portofolio berkorelasi negatif.

1.1.5. Mean Variance Efficient Portofolio

Mean variance efficient portofolio (MVEP) didefinisikan sebagai portofolio yang memiliki varian minimum diantara keseluruhan kemungkinan portofolio yang dapat dibentuk. Jika diasumsikan preferensi investor terhadap risiko adalah *risk averse* (menghindari risiko), maka portofolio yang memiliki mean varians efisien (*mean variance efficient portofolio*) adalah portofolio yang memiliki varian minimum dari mean *return*-nya. Hal tersebut sama dengan mengoptimalkan bobot $w = [w_1 \dots w_N]^T$ berdasarkan maksimum *mean return* dari varian yang diberikan. Secara lebih formal, akan dicari vektor pembobotan w agar portofolio yang dibentuk mempunyai varian yang minimum berdasarkan dua batasan yaitu:

1. Spesifikasi awal dari mean return μ_p harus tercapai yaitu $w^T \mu$
2. Jumlah proporsi dari portofolio yang terbentuk sama dengan 1 yaitu $w^T \mathbf{1}_N = 1$, dimana $\mathbf{1}_N$ adalah vektor satu dengan dimensi $N \times 1$.

Permasalahan optimalisasi dapat diselesaikan dengan fungsi Lagrange yaitu:

$$L = w^T \Sigma w + \lambda_1 (\mu_p - w^T \mu) + \lambda_2 (1 - w^T \mathbf{1}_N) \quad (11)$$

Dimana L = fungsi Lagrange; λ = faktor pengali Lagrange.

Pembobotan pada *Mean Variance Efficient Portofolio* dengan *return* $X \sim N_N(\mu, \Sigma)$ adalah:

$$w = \frac{\Sigma^{-1} \mathbf{1}_N}{\mathbf{1}_N^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_N} \quad (12)$$

dengan Σ^{-1} adalah invers matriks varians kovarians.

1.1.6. Value at Risk

Ada tiga metode utama untuk menghitung *VaR* yaitu metode parametrik (disebut juga metode varian-kovarian), metode simulasi Monte Carlo dan simulasi historis. Ketiga metode mempunyai karakteristik masing-masing. Metode varian-kovarian mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. Kedua faktor ini menyebabkan estimasi yang lebih rendah terhadap potensi volatilitas aset atau portofolio di masa depan. *VaR*

dengan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan tidak mengasumsikan bahwa *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. *VaR* dengan simulasi historis adalah metode yang mengesampingkan asumsi *return* yang berdistribusi normal maupun sifat linier antara *return* portofolio terhadap *return* aset tunggalnya.

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* $f(R)$ di masa depan dengan R adalah tingkat pengembalian (*return*) aset (baik aset tunggal maupun portofolio). Pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$, akan dicari nilai kemungkinan terburuk, R^* , sehingga munculnya nilai *return* melebihi R^* adalah $(1 - \alpha)$.

$$1 - \alpha = \int_{R^*}^{\infty} f(R) dR \quad (13)$$

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

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

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 aset tunggal maupun portofolio), maka nilai aset pada akhir periode $W = W_0(1 + R)$. Jika nilai aset paling rendah pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ adalah $W^* = W_0(1 + R^*)$, maka *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 R^* \quad (15)$$

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

Perhitungan *VaR* dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ setelah t periode dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 R^* \sqrt{t} \quad (16)$$

1.1.7. VaR dengan Metode Simulasi Monte Carlo

Penggunaan metode simulasi Monte Carlo untuk mengukur risiko telah dikenalkan oleh Boyle pada tahun 1977. Dalam mengestimasi nilai *Value at Risk* (*VaR*) baik pada aset tunggal maupun portofolio, simulasi Monte Carlo mempunyai beberapa jenis algoritma. Namun pada intinya adalah melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan random berdasarkan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan, yang kemudian digunakan untuk mengestimasi nilai *VaR*-nya (Maruddani dan Purbowati, 2009).

1.1.8. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah suatu variabel berdistribusi normal atau tidak. Salah satu metode untuk menguji normalitas distribusi data adalah uji Kolmogorov-Smirnov. Konsep uji normalitas Kolmogorov-Smirnov adalah dengan membandingkan

distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Metode Kolmogorov-Smirnov didasarkan pada nilai D yang didefinisikan sebagai berikut:

$$D = \sup_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad (17)$$

dengan D =nilai distribusi data; $F_n(x)$ = fungsi distribusi kumulatif normal dari x ; $F_0(x)$ = fungsi distribusi empiris dari x

D merupakan nilai deviasi absolut maksimum antara $F_n(x)$ dan $F_0(x)$. Nilai D ini selanjutnya dibandingkan dengan nilai kritis untuk uji Kolmogorov-Smirnov (D_α) yang telah dibakukan ke dalam table Kolmogorov-Smirnov.

Jika $D < D_\alpha$ maka H_0 diterima atau H_1 ditolak

Jika $D > D_\alpha$ maka H_0 ditolak atau H_1 diterima

Hipotesis yang diuji adalah:

H_0 = Data mengikuti distribusi normal

H_1 = Data tidak mengikuti distribusi normal

2. Metode

2.1. Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data harga penutupan (*closing price*) saham harian PT. Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG), PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI), dan PT. Astra International Tbk (ASII) selama satu tahun perdagangan, mulai 1 Januari 2011 sampai 31 Desember 2011 yang telah dipublikasikan di Bursa Efek Indonesia (BEI) dan dapat diperoleh melalui *home page* www.yahoofinance.com.

2.2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan adalah return yang diperoleh dari perhitungan harga penutupan (*closing price*) saham harian ITMG, BMRI, dan ASII selama satu tahun perdagangan (246 hari bisnis).

2.2. Analisis Data

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran *Value at Risk* pada aset ITMG, BMRI, dan ASII, serta portofolio yang dibentuk dari ketiga aset tersebut:

- ✓ P1: Portofolio yang dibentuk oleh aset ITMG dan BMRI.
- ✓ P2: Portofolio yang dibentuk oleh aset ITMG dan ASII.
- ✓ P3: Portofolio yang dibentuk oleh aset BMRI dan ASII.
- ✓ P4: Portofolio yang dibentuk oleh aset ITMG, BMRI dan ASII.

Bobot yang akan diberikan untuk masing-masing aset pada setiap portofolio dihitung dengan menggunakan metode *MVEP*.

Software yang digunakan untuk membantu analisis data adalah *Microsoft Excel*, *MATLAB* dan *SPSS*.

Langkah-langkah untuk mengukur *Value at Risk* pada aset tunggal dengan metode simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut.

1. Uji normalitas *return* aset.
2. Menentukan nilai parameter untuk variabel-variabel (*return* aset).
3. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara random *return* aset yang berdistribusi normal dengan parameter yang diperoleh pada langkah (2) sebanyak N .
4. Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$.
5. Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari dengan menggunakan persamaan (16).
6. Mengulangi langkah (3) sampai langkah (5) sebanyak m kali.
7. Menghitung rata-rata hasil nilai *VaR* dari langkah (6).

Langkah-langkah untuk mengukur *Value at Risk* pada portofolio dengan metode simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut.

1. Menghitung *return* portofolio pada waktu t dengan menggunakan persamaan (5).
2. Menentukan nilai parameter untuk *return* portofolio, serta korelasi antar variabel (*return* aset) untuk mengetahui ada atau tidaknya efek diversifikasi portofolio.
3. Mensimulasikan nilai *return* portofolio dengan membangkitkan secara random *return* aset-aset yang berdistribusi normal multivariat dengan parameter yang diperoleh pada langkah (2) sebanyak N .
4. Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$.
5. Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari dengan persamaan (16).
6. Mengulangi langkah (3) sampai langkah (5) sebanyak m kali.
7. Menghitung rata-rata hasil nilai *VaR* dari langkah (6).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Normalitas

Sebelum melakukan pengukuran *VaR*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data *return* aset ITMG, BMRI dan ASII dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dilakukan dengan bantuan program *SPSS*.

Dari hasil perhitungan nilai ekstrim Kolmogorov-Smirnov (D) *return* ITMG adalah sebesar 0,077 dengan nilai *p-value* sebesar 0,113, nilai ekstrim Kolmogorov-Smirnov (D) *return* BMRI adalah sebesar 0,075 dengan nilai *p-value* sebesar 0,123, dan nilai ekstrim Kolmogorov-Smirnov (D) *return* ASII adalah sebesar 0,057 dengan nilai *p-value* sebesar 0,413. Nilai $D^*(0,05)$ dengan $N = 245$ yang diperoleh dari tabel Kolmogorov-Smirnov adalah sebesar 0,0869. Nilai $D < D^*(0,05)$ dan *p-value* $> 0,05$ yang berarti

H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *return* ITMG, BMRI dan ASII mengikuti distribusi normal.

3.2. Tingkat Kepercayaan dan Periode Waktu

Tingkat kepercayaan yang digunakan pada perhitungan *VaR* dengan metode simulasi Monte Carlo pada aset tunggal dan portofolio yang dapat dibentuk dari tiga aset ini adalah 95%. Periode waktu yang digunakan adalah 1 hari.

3.3. Korelasi Antarvariabel Return Aset

Uji korelasi antarvariabel *return* aset dianalisis dengan menggunakan program SPSS.

Koefisien korelasi yang terbentuk antar *return* ITMG dan *return* BMRI adalah 0,661 Korelasi antara *return* ITMG dan *return* ASII sebesar 0,582 dan korelasi antara *return* BMRI dan *return* ASII adalah sebesar 0,670. Nilai korelasi antar *return* ITMG dan *return* BMRI, korelasi antar *return* ITMG dan *return* ASII serta korelasi antar *return* BMRI dan *return* ASII adalah dibawah +1, sehingga dapat diharapkan terjadi efek diversifikasi pada portofolio secara Markowitz yang dapat mengurangi risiko.

3.4. Bobot Portofolio

Dari hasil perhitungan bobot portofolio dengan metode *MVEP* (persamaan 12) diperoleh:

Tabel 1 – Bobot Portofolio dari Aset ITMG, BMRI, dan ASII

	ITMG	BMRI	ASII
P1	54,20%	45,80%	-
P2	34,52%	-	65,48%
P3	-	26,56%	73,44%
P4	29,86%	10,42%	59,71%

Besar bobot portofolio yang diberikan untuk aset PT. Indo Tambangraya Megah Tbk (ITMG) adalah 54,20% dan bobot yang diberikan untuk aset PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) adalah 45,80% dari dana awal investasi.

3.5. Pengukuran VaR Aset Tunggal

Nilai *return* aset yang berdistribusi normal disimulasikan dengan membangkitkan secara random nilai-nilai *return* acak dengan menggunakan parameter mean dan standar deviasi dari masing-masing *return* aset, serta probabilitas acak antara 0 dan 1. Nilai-nilai bilangan *return* acak dapat diperoleh dengan bantuan fungsi 'NORMINV' pada program MATLAB. Nilai *return* disimulasikan sebanyak 100 kali.

Tabel 2 – Mean dan Standar Deviasi Return Aset

	ITMG	BMRI	ASII
Mean	-0.0010557	0.0005375	0.0015115
Standar deviasi	0.02570164	0.02644379	0.02253054

Dari 100 nilai *return* acak yang diperoleh dari hasil simulasi, dicari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan (1 – 5%) yaitu sebagai nilai kuantil ke-0,05 dari distribusi *return*. Estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan (1 – 5%) dapat diperoleh dengan bantuan fungsi 'QUANTILE' pada program MATLAB.

Jika dana awal (W_0) untuk diinvestasikan adalah Rp 100.000.000,00, periode waktu (t) adalah 1 hari dan estimasi kerugian maksimum yang diperoleh dari langkah sebelumnya adalah R^* , maka pada tingkat kepercayaan 95% *VaR* masing-masing aset dihitung dengan menggunakan persamaan (16).

Nilai *VaR* selalu berbeda pada masing-masing simulasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan data random yang dihasilkan, namun pada dasarnya memberikan hasil yang tidak berbeda jauh antara satu dengan yang lainnya karena *return* dibangkitkan dengan parameter yang sama. Solusi dari masalah tersebut yaitu dengan menjalankan banyak simulasi kemudian diambil nilai rata-ratanya sebagai hasil akhir pengukuran *VaR* aset.

Dengan tiga puluh kali ulangan menghasilkan rata-rata *VaR* untuk setiap aset tunggal ITMG, BMRI dan ASII adalah sebagai berikut.

VaR aset ITMG sebesar -4103963,33 (tanda negatif menunjukkan kerugian), hal ini dapat diartikan ada keyakinan 95% bahwa kerugian yang akan dialami investor tidak melebihi Rp 4.103.963,33 dalam jangka waktu satu hari setelah periode data historis atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada saham ITMG sebesar Rp 4.103.963,33 atau lebih.

VaR BMRI sebesar -4060096,67 (tanda negatif menunjukkan kerugian), hal ini dapat diartikan ada keyakinan 95% bahwa kerugian yang akan dialami investor tidak melebihi Rp 4.060.096,67 dalam jangka waktu satu hari setelah periode data historis atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada saham BMRI sebesar Rp 4.060.096,67 atau lebih.

VaR ASII sebesar -3353913,33 (tanda negatif menunjukkan kerugian), hal ini dapat diartikan ada keyakinan 95% bahwa kerugian yang akan dialami investor tidak melebihi Rp 3.353.913,33 dalam jangka waktu satu hari setelah periode data historis atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada saham ASII sebesar Rp 3.353.913,33 atau lebih.

3.6. Pengukuran VaR Portofolio

Dari nilai *return* masing-masing aset dicari nilai *return* setiap portofolio dengan menggunakan

persamaan (5). Bobot ditentukan dengan menggunakan metode *MVEP* (Tabel 1). Hasil perhitungan nilai *return* portofolio digunakan untuk mencari mean dan standar deviasi setiap portofolio yang akan digunakan sebagai parameter untuk membangkitkan secara random data *return* acak dari setiap portofolio.

Dengan menggunakan parameter mean dan standar deviasi dari masing-masing portofolio serta probabilitas acak antara 0 dan 1, maka nilai-nilai *return* portofolio acak dapat diperoleh dengan bantuan fungsi 'NORMINV' pada program MATLAB. Nilai *return* portofolio disimulasikan sebanyak 100 kali

Tabel 3 – Mean dan Standar Deviasi Portofolio

	Mean	Standar Deviasi
P1	-0.0003254	0.023745
P2	0.00062323	0.0211832
P3	0.00125103	0.02188114
P4	0.0006416	0.02110356

Dari 100 nilai *return* portofolio acak yang diperoleh dari hasil simulasi, dicari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan (1 – 5%) dengan menggunakan fungsi 'QUANTILE' pada program MATLAB.

Jika dana awal (W_0) untuk diinvestasikan adalah Rp 100.000.000,00, periode waktu (t) adalah 1 hari dan estimasi kerugian maksimum setiap portofolio yang diperoleh dari langkah sebelumnya adalah R^* , maka pada tingkat kepercayaan 95% *VaR* masing-masing portofolio dihitung dengan menggunakan persamaan (16). Dengan tiga puluh kali ulangan menghasilkan rata-rata *VaR* untuk setiap portofolio adalah sebagai berikut.

VaR Portofolio 1 sebesar -3726543,33 (tanda negatif menunjukkan kerugian) yang berarti, jika investor menginvestasikan dananya pada portofolio yang terdiri dari saham ITMG dan BMRI dengan dana sebesar Rp 100.000.000,00 dengan bobot 54,20% (sebesar Rp 54.200.000,00) untuk ITMG dan 45,80% (sebesar Rp 45.800.000,00) untuk BMRI maka kerugian maksimum yang akan diderita investor pada periode selanjutnya (1 hari setelah periode data historis) dengan tingkat kepercayaan 95% tidak akan melebihi Rp 3.726.543,33 atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham ITMG dan BMRI sebesar Rp 3.726.543,33 atau lebih.

VaR Portofolio 2 sebesar -3233133,33 (tanda negatif menunjukkan kerugian) yang berarti, jika investor menginvestasikan dananya pada portofolio yang terdiri dari saham ITMG dan ASII dengan dana sebesar Rp 100.000.000,00 dengan bobot 34,52% (sebesar Rp 34.520.000) untuk ITMG dan 65,48% (sebesar Rp 65.480.000,00) untuk ASII maka kerugian maksimum yang akan diderita investor pada periode selanjutnya (1 hari setelah periode data

historis) dengan tingkat kepercayaan 95% tidak akan melebihi Rp 3.233.133,33 atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham ITMG dan ASII sebesar Rp 3.233.133,33 atau lebih.

VaR Portofolio 3 sebesar -3278933,33 (tanda negatif menunjukkan kerugian) yang berarti, jika investor menginvestasikan dananya pada portofolio yang terdiri dari saham BMRI dan ASII dengan dana sebesar Rp 100.000.000,00 dengan bobot 26,56% (sebesar Rp 26.560.000,00) untuk BMRI dan 73,44% (sebesar Rp 73.440.000,00) untuk ASII maka kerugian maksimum yang akan diderita investor pada periode selanjutnya (1 hari setelah periode data historis) dengan tingkat kepercayaan 95% tidak akan melebihi Rp 3.278.933,33 atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham BMRI dan ASII sebesar Rp 3.278.933,33 atau lebih.

VaR Portofolio 4 sebesar -3218906,67 (tanda negatif menunjukkan kerugian) yang berarti, jika investor menginvestasikan dananya pada portofolio yang terdiri dari saham ITMG, BMRI dan ASII dengan dana sebesar Rp 100.000.000,00 dengan bobot 29,86% (sebesar Rp 29.860.000,00) untuk ITMG, 10,42% (sebesar Rp 10.420.000,00) untuk BMRI dan 59,71% (sebesar Rp 59.710.000,00) untuk ASII maka kerugian maksimum yang akan diderita investor pada periode selanjutnya (1 hari setelah periode data historis) dengan tingkat kepercayaan 95% tidak akan melebihi Rp 3.218.906,67 atau dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham ITMG, BMRI dan ASII sebesar Rp 3.218.906,67 atau lebih.

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Jika investor menginvestasikan dananya sebesar Rp 100.000.000,00 pada aset tunggal dengan tingkat kepercayaan 95%, maka nilai risiko dari aset ITMG sebesar Rp 4.103.963,33. *VaR* terendah dari ketiga aset tersebut adalah *VaR* aset PT. Astra International Tbk (ASII) yaitu sebesar Rp 3.353.913,33. Sedangkan *VaR* aset PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) adalah sebesar Rp 4.060.096,67.
- VaR* portofolio lebih rendah dari *VaR* masing-masing aset pembentuk portofolio tersebut. *VaR* Portofolio 1 yang dibentuk oleh aset ITMG dan BMRI adalah Rp 3.726.543,33. *VaR* Portofolio 2 yang dibentuk oleh aset ITMG dan ASII adalah Rp 3.233.133,33. *VaR* Portofolio 3 yang dibentuk oleh aset BMRI dan ASII adalah Rp 3.278.933,33. *VaR* Portofolio 4 yang dibentuk oleh aset ITMG, BMRI, dan ASII adalah Rp 3.218.906,67. Nilai *VaR* portofolio yang lebih rendah dari aset pembentuk portofolio tersebut disebabkan karena adanya efek diversifikasi.

Daftar Pustaka

Abdurrahman. 2007. Buku Ajar Pengantar Statistika Keuangan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Jorion, P. 2007. *Value at Risk: The New Benchmark Managing Financial Risk*, Third Edition. The Mc Graw-Hill Companies. New York.

Tandellin, E. 2010. *Portofolio dan Investasi*, Edisi pertama. Kanisius. Yogyakarta.