

# ANALISIS PERHITUNGAN VALUE AT RISK (VaR) DENGAN METODE HISTORIS DAN VARIANSI-KOVARIANSI SERTA PENERAPANNYA DALAM PORTOFOLIO

Anton Sri Haryanto<sup>1</sup>, Deni Saepudin<sup>2</sup>, Irma Palupi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Ilmu Komputasi Telkom University, Bandung

<sup>1</sup>[antonsharyanto@hotmail.com](mailto:antonsharyanto@hotmail.com), <sup>2</sup>[dns@ittelkom.ac.id](mailto:dns@ittelkom.ac.id), <sup>3</sup>[irma.palupi@gmail.com](mailto:irma.palupi@gmail.com)

## ABSTRAK

Pengukuran risiko merupakan aspek yang sangat penting dalam analisis keuangan. Value at Risk (VaR) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menentukan risiko kerugian maksimum. VaR menghitung kerugian maksimum investasi portofolio dalam hal ini instrumennya saham. VaR memiliki beberapa metode, diantaranya metode historis dan variansi-kovariansi. Metode Historis menggunakan asumsi bahwa, kondisi perubahan harga pasar pada hari ini sampai esok hari adalah sama dengan kondisi perubahan harga pasar pada masa lalu. Metode Variansi - Kovariansi berdasarkan asumsi bahwa return dan nilai portofolio berdistribusi normal. Disini akan mencoba menerapkan VaR dengan metode historis dan variansi-kovariansi untuk portofolio yang tergabung dalam indeks saham JII. Untuk menghitung akurasi dari hasil kedua metode, antara nilai prediksi kerugian maksimum dengan nilai aktual, akan digunakan MAPE.

Metode historis untuk portofolio yang memberikan nilai risiko terkecil, menghasilkan nilai akurasi MAPE sebesar 9.8347% dan bila disyaratkan tingkat return menjadi 10% akan menghasilkan akurasi sebesar 8.5309%. Sedangkan metode variansi-kovariansi untuk portofolio yang memberikan nilai risiko terkecil menghasilkan nilai akurasi MAPE sebesar 6.0186% dan bila disyaratkan tingkat returnnya menjadi 10% akan menghasilkan akurasi sebesar 5.0478%. Dari hasil akurasi, estimasi kerugian maksimum terkecil portofolio terdapat pada skema portofolio dengan metode variansi-kovariansi bobot minimum varian line.

Kata Kunci : VaR, Portofolio, JII, metode historis, variansi-kovariansi, MAPE

## ABSTRACT

*Risk measurement is a very important aspect in financial analysis. Value at Risk (VaR) is one method that is often used to determine the risk of maximum loss. VaR calculate the maximum loss in portfolio investment in this instrument stock. VaR has several methods, including methods of historical and variance-covariance. Historical method using the assumption that conditions on the market price changes today until tomorrow is the same as the condition of changes in market prices in the past. Methods Variance - Covariance is based on the assumption that returns are normally distributed and the value of the portfolio. Here will try to apply the methods of historical VaR and variance-covariance for the portfolio is incorporated in the stock index JII. To calculate the accuracy of the results of both methods, the maximum loss predicted values to the actual value, will be used MAPE.*

*Historical method for the portfolio value the smallest risk, generating value MAPE accuracy of 9.8347% and if the required rate of return to 10% would result in an accuracy of 8.5309%. While the variance-covariance method for the portfolio value the smallest risk of generating value MAPE accuracy of 6.0186% and when required returnnya level to 10% will result in an accuracy of 5.0478%. Accuracy of results, estimation of the maximum loss the smallest portfolio schemes contained in the portfolio with a variance-covariance method minimum weight variant line.*

*Keywords: VaR, Portfolio, JII, historical method, variance-covariance, MAPE*

## 1. Pendahuluan

Pengukuran risiko merupakan aspek yang sangat penting dalam analisis keuangan. Value at Risk (VaR) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menentukan risiko kerugian

maksimum yang akan diterima oleh investor pada suatu investasi, baik investasi pada aset saham, obligasi atau portofolio. VaR mengukur kemungkinan kerugian terburuk yang diharapkan pada kondisi pasar normal dalam interval waktu

tertentu pada tingkat kepercayaan tertentu[1]. Alasan penting kenapa menentukan kerugian

terburuk, karena secara logis investor lebih baik mengetahui kemungkinan seberapa besar dia akan mengalami kerugian dari sejumlah asetnya, daripada investor hanya sekedar mengetahui fluktuasi pergerakan atau keuntungan dari asetnya saja.

**2. Value at Risk (VaR)**

Menurut J.P. Morgan dalam tulisannya di *RiskMetrics-Technical Document* “VaR merupakan pengukuran kemungkinan kerugian terburuk dalam kondisi pasar yang normal pada kurun waktu T dengan tingkat kepercayaan tertentu  $\alpha$ ”. Pada penelitian ini akan digunakan dua metode VaR yaitu metode Simulasi Historis dan Varian-kovarian.

**2.1 Metode Simulasi Historis**

Metode Historis menggunakan asumsi bahwa, kondisi perubahan harga pasar pada hari ini sampai esok hari adalah sama dengan kondisi perubahan harga pasar pada masa lalu[5]. Metode historis pada umumnya menganggap bahwa nilai historis itu adalah kemungkinan-kemungkinan harga pasar yang akan terjadi pada waktu yang akan datang dengan menganggap distribusinya adalah seragam. Tahapan dalam melakukan proses perhitungan nilai

VaR dengan metode historis sebagai berikut:

- a. Menghitung Proporsi atau Bobot Saham

Perhitungan bobot menggunakan metode *minimum variance*. Terdapat dua metode

*minimum variance* yaitu *minimum variance portofolio* dan *minimum variance line*.

**1. Minimum Variance Portofolio**

Metode ini digunakan untuk mencari proporsi saham tanpa mengharapkan *return* tertentu. Formulasi *minimum variance portofolio* yaitu

$$w = \frac{u^T C^{-1}}{1^T C^{-1} 1} \tag{1}$$

Keterangan:

$1$  = matriks yang berisi angka 1 sebanyak jumlah kolom

$C^{-1}$  = invers dari C atau invers dari matriks kovariansi

$u^T$  = transpose dari matriks u

**2. Minimum Variance Line**

Metode ini dalam penggunaannya dipengaruhi dengan *return* tertentu sesuai dengan permintaan. Formulasi perhitungan yang membedakan dengan *minimum variance portofolio* adalah pada nilai *return*-nya. Jika pada *minimum variance portofolio* nilai *return* diperoleh dari proses perhitungan saham, maka untuk *minimum variance line* nilai *return*

$$w = \frac{u^T C^{-1} 1}{1^T C^{-1} 1 + \frac{1}{\sigma^2} (u^T C^{-1} u)^{-1} (u^T C^{-1} 1)^2} \tag{2}$$

Keterangan:

$1$  = matriks yang berisi angka 1 sebanyak jumlah kolom

$C^{-1}$  = invers dari C atau invers dari matriks kovariansi

$u^T$  = transpose dari matriks u

$u$  = ekspektasi return dari aset

$\sigma^2$  = keuntungan yang diharapkan atau ekspektasi return

- b. Menghitung Nilai Portofolio

Dalam tahap ini, akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai portofolio yang tahapannya dimulai setelah mendapatkan berapa jumlah proporsi atau bobot saham untuk portofolio dan berapa banyak lembar saham. Formulasinya adalah:

$$V = \sum_{i=1}^n w_i P_i(1) \tag{3}$$

$$w = \frac{V}{\sum_{i=1}^n w_i P_i(1)} \tag{4}$$

Keterangan:

$w$  = bobot saham

$\sum_{i=1}^n w_i P_i(1)$  = banyaknya lembar saham dari masing-masing saham

$P_i(1)$  = nilai saham awal

V = modal investasi

setelah memperoleh persamaan untuk menghitung banyaknya lembar saham, untuk perhitungan nilai

portofolio digunakan

$$V = \sum_{i=1}^n w_i P_i(1) + \sum_{i=1}^n w_i P_i(1) + \dots + \sum_{i=1}^n w_i P_i(1) \tag{5}$$

berdasarkan pada nilai harapan yang diberikan oleh pemilik modal, berikut formulasinya

Keterangan:

$P$  = Nilai Portofolio

$lbr$  = Jumlah Lembar Saham

$S$  = Saham 1 sampai saham ke-n

- c. Menghitung *Change* Portofolio atau Perubahan Nilai Portofolio

Dalam tahapan ini, dihitung perubahan harga portofolio dari harga histori dikurangi dengan harga saat ini. Formulasinya sebagai berikut

$$\Delta P = P_{t+1} - P_t \quad (6)$$

dimana  $\Delta P$  merupakan perubahan nilai portofolio.

Langkah ini dilakukan untuk mengetahui besarnya perubahan nilai portofolio yang akan diurutkan dari nilai yang terkecil sampai nilai yang terbesar, hal ini dilakukan karena untuk

mendapatkan nilai VaR digunakan statistik *quantile* atau parameter horizon waktu. Statistik ini merupakan cara yang paling mudah untuk mendeskripsikan pesebaran data yang bervariasi. Data dari perubahan nilai portofolio yang sudah terurut selanjutnya akan dilakukan perhitungan dengan tingkat kepercayaan tertentu untuk

mendapatkan nilai VaR.

**2.2 Metode Variansi - Kovariansi**

Metode ini berdasarkan pada asumsi bahwa perubahan jangka pendek pada parameter pasar dan nilai portofolio adalah normal dan metode ini juga mencerminkan fakta bahwa parameter pasar tidak independen (tidak bebas), tetapi terbatas pada *first degree of dependence-correlation* (tingkat pertama dari korelasi dependen)[1]. Tahapan dalam melakukan proses perhitungan nilai VaR dengan metode variansi-kovariansi sebagai berikut

- a. Menghitung Matriks Variansi-kovariansi

Berikut ini adalah contoh pembentukan matrik kovarian yang berukuran 3x3

$$\begin{bmatrix} \sigma_{K_1, K_1} & \sigma_{K_1, K_2} & \sigma_{K_1, K_3} \\ \sigma_{K_2, K_1} & \sigma_{K_2, K_2} & \sigma_{K_2, K_3} \\ \sigma_{K_3, K_1} & \sigma_{K_3, K_2} & \sigma_{K_3, K_3} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Nilai dari  $\sigma_{K_i, K_j}$  merupakan nilai dari *return* saham, sedangkan  $\sigma_{K_i, K_i}$  merepresentasikan keterhubungan antara parameter.

- b. Menghitung Nilai Turunan Pertama

Perhitungan nilai turunan pertama pada metode Varian Kovariance bertujuan untuk mencari nilai sensitivitas. Sensitivitas adalah nilai perubahan dari nilai *return* atau loss pada suatu portofolio. Nilai turunan pertama pada portofolio dihipotesis dengan perhitungan[1]:

$$\frac{\partial P(X)}{\partial X} \approx \frac{P(X + \Delta_i) - P(X)}{\Delta_i} \quad (8)$$

Keterangan

$X$  = nilai portofolio

$\Delta_i = 0.01$

- c. Mengukur Nilai Turunan Kedua

Dalam Perhitungan untuk memperoleh nilai turunan kedua dari metode varian kovarian

$dx = \mu dt + \sigma dB$  yang mengikuti Lemma Ito

sehingga nilai turunan kedua dihipotesis dengan formulasi sebagai berikut:

$$d^2x \approx dx + \frac{1}{2} \frac{d^2x}{dx^2} \sigma^2 \Delta t + \dots \quad (10)$$

$$d^2x - dx \approx \frac{1}{2} \frac{d^2x}{dx^2} \sigma^2 \Delta t + \dots \quad (11)$$

$$\frac{d^2x}{dx^2} \sigma^2 \Delta t \approx 2 \left( \frac{dx}{dx} - \frac{d^2x}{dx^2} \right) - \dots \quad (12)$$

dengan  $P(x)$  merupakan fungsi dari data pasar yang berupa harga portofolio, dimana  $x$  adalah vektor dari data pasar. Parameter data pasar saat ini dinotasikan dengan  $x_0$  dan parameter data pasar esok hari dinotasikan dengan  $x_1$ . Sisi paling kanan dari rumus tersebut merupakan kombinasi linier dari variable acak berdistribusi normal yang berarti nilainya sangat kecil sehingga perubahan nilainya dapat didekati dengan variable acak berdistribusi normal dengan *mean* dan variansi.

- d. Menghitung Nilai Perubahan rata-rata dan variansi Portofolio

Dalam metode variansi-kovariansi, perhitungan nilai VaR diperoleh dengan menambahkan nilai rataan portofolio dan nilai variansi portofolio kemudian nilai tersebut dikalikan dengan nilai *quantile*. Dapat dilihat dari pada persamaan:

$$V_{\alpha} = \mu + \sigma^2 \cdot (0.1), \quad (13)$$

Dimana :

- $\mu$  : perubahan nilai rataan dari portofolio
- $\sigma_p^2$  : perubahan nilai varian dari portofolio
- $\alpha$  : Nilai kuantil pada distribusi normal

Nilai rataan perubahan portofolio pada

persamaan di atas diperoleh dengan menghitung nilai harapan dari portofolio saham besok dikurangi dengan portofolio saham hari ini. Atau

dapat dilihat dari persamaan:

$$\begin{aligned} \mu_p &= (E(X_{t+\Delta t}) - X_t) \\ &= (E(X_t) + \frac{1}{2} \frac{d^2x}{dx^2} \sigma^2 \Delta t) - X_t \quad (14) \end{aligned}$$

Dimana:

dihampiri dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_0 + \mu_p(x_0)(x_1 - x_0) \\
 &+ \frac{1}{2} \mu_p''(x_0)(x_1 - x_0)^2 \\
 &+ \frac{1}{6} \mu_p'''(x_0)(x_1 - x_0)^3 \quad (9)
 \end{aligned}$$

Nilai portofolio untuk  $x_1$  dihampiri dengan deret *Taylor*, untuk  $dx = (x_1 - x_0)$  yang merupakan pergerakan nilai parameter-parameter saham dalam portofolio dimana  $dx$ -nya dimodelkan

- $\mu_p$  : nilai rata-rata portofolio
- $\mu_p(x_1)$  : ekspektasi nilai portofolio pada hari waktu besok
- $\mu_p(x_0)$  : nilai portofolio pada waktu awal
- $\mu_p'(x_0)$  : nilai turunan pertama portofolio pada waktu awal
- $\mu_p''(x_0)$  : nilai turunan kedua portofolio pada waktu awal
- tr : trace matrik

- ◊ : nilai matriks kovariansi (◊◊◊◊◊)
- ◊ : nilai saham pada indeks ke n

Sedangkan untuk nilai varian portofolio, diperoleh dengan perhitungan nilai varian dari portofolio saham besar dikurangkan dengan portofolio saham hari ini. Atau dapat dilihat dari persamaan:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} - \sum_{i=1}^n w_i \sigma_i^2 \quad (15)$$

Nilai kuantil pada perhitungan VaR berarti kuantil tersebut berdistribusi normal dengan mean bernilai = 0 dan varian bernilai = 1 dimana nilai q < 0,5 akan bernilai negatif. Persamaan kuantilnya sebagai berikut :

$$\Phi^{-1}(q) \approx -0.1, \quad (16)$$

**3. Pengukuran Akurasi**

Pengukuran akurasi dilakukan dengan Mean Absolute Percent Error (MAPE). MAPE dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode, dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu, kemudian merata-rata kesalahan presentase absolut tersebut. Berikut ini adalah formulasinya:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{N} \times 100\% \quad (17)$$

Keterangan:

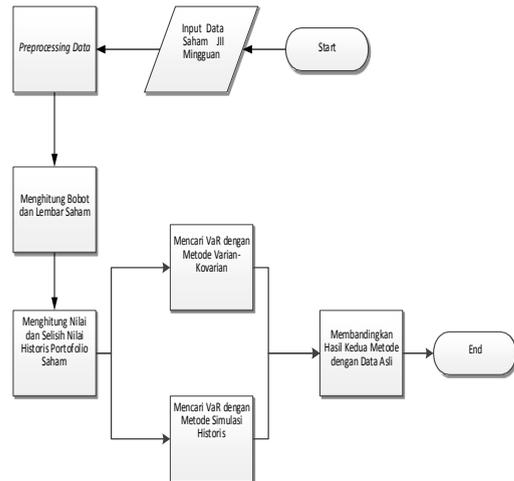
t = waktu saat t

N = jumlah iterasi

A<sub>t</sub> = nilai sekarang / aktual saat t

F<sub>t</sub> = nilai prediksi saat t

**4. Desain Sistem**



Gambar 1 Diagram Alur Metode Historis

Berikut ini adalah penjelasan dari prosedur penyelesaian, yaitu

1) *Preprocessing Data*

Pada tahap awal ini dilakukan *preprocessing* data saham. Data dari kumpulan data saham yang akan dimasukkan, akan dicek apakah ada data yang hilang atau kosong. Jika terdapat data kosong, maka akan diisi atau disamakan dengan data di hari sebelumnya. Data saham yang digunakan untuk portofolio ini adalah saham mingguan dari bulan Juni 2012 - Mei 2014 dengan jumlah 30 saham sesuai indeks saham JII.

2) *Menghitung Bobot dan Alokasi Saham*

Tahap selanjutnya adalah menghitung bobot saham dengan minimum variance portofolio dan minimum variance line. Setelah mendapatkan nilai bobot saham, proses selanjutnya menghitung besar alokasi dana menghitung berapa banyak lembar saham di tiap saham.

3) *Menghitung Nilai Portofolio dan Selisih Nilai Historis Portofolio Saham*

Setelah dilakukan perhitungan untuk pencarian bobot, alokasi dan lembar saham, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai portofolio dan selisih nilai portofolio data historis saham dengan menggunakan formulasi yang sudah dipaparkan sebelumnya.

4) *Mencari Nilai VaR dengan Metode Historis*

Tahapan dalam mencari VaR dengan metode simulasi historis sudah dijabarkan

diatas. Hasil dari proses perhitungan dengan metode historis akan dibandingkan dengan data asli.

5) Mencari Nilai VaR dengan Metode Variansi - Kovariansi

Tahapan dalam mencari VaR dengan metode variansi-kovariansi sudah dijabarkan diatas. Hasil dari proses perhitungan akan dibandingkan dengan data asli.

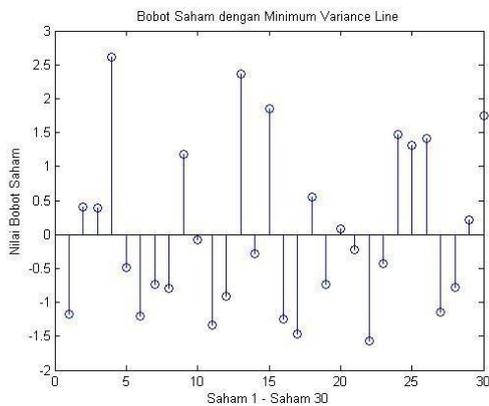
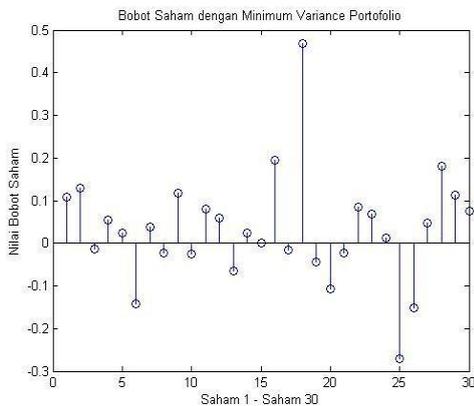
6) Membandingkan Hasil Kedua Metode dengan Data Asli

Tahapan di sini adalah membandingkan hasil perhitungan masing-masing metode dengan data asli. Untuk mengukur keakuratan hasil perhitungan kedua metode dengan data asli, digunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

5. Analisis Hasil

a. Perhitungan Bobot

Perhitungan bobot dengan metode *minimum variance* menghasilkan nilai sebagai berikut



Bagian yang berada di bawah garis merepresentasikan bahwa saham berada pada posisi *short sell* atau di jual, sedangkan yang berada di atas garis, saham berada pada posisi

*long* atau dibeli. Skema minimum variansi portofolio menghasilkan komposisi dengan 18 saham dibeli dan sisanya yaitu 11-12 saham dijual. Sedangkan hasil perhitungan bobot untuk masing-masing saham dengan metode *minimum variance line* adalah 17 saham *short sell* dan 13 saham untuk *long*.

b. Perhitungan Perubahan rata-rata (*mean*) dan variansi Portofolio

Nilai perubahan rata-rata dan variansi portofolio digunakan untuk memperoleh VaR dari metode Variansi-Kovariansi. Nilai perubahan rata-rata diperoleh dengan perhitungan nilai harapan dari portofolio saham hari ini dikurangi dengan portofolio saham kemarin. Sedangkan untuk nilai variansi portofolionya, diperoleh dengan perhitungan nilai variansi dari portofolio saham hari ini dikurangi dengan portofolio saham kemarin. Hasil nilai perubahan rata-rata portofolio dengan bobot min var portofolio adalah -0.00032549 dan hasil perubahan rata-rata portofolio dengan bobot min var line adalah 0.00027379. Hasil nilai variansi portofolio dengan bobot min var portofolio adalah 0.0181 sedangkan dengan bobot min var line adalah 0.2128.

c. Perhitungan Validasi dari Kedua Metode

Hasil perhitungan validasi dari kedua metode dengan data asli menghasilkan empat nilai akurasi untuk kedua metode, dua untuk metode historis dan dua untuk metode variansi kovariansi. Pengukuran akurasi ini menggunakan MAPE.

Table 1 Validasi Metode Historis dengan Bobot Minimum Variance Portofolio

Metode Historis dengan Bobot Min Var Portofolio				
VaR Aktual	Var prediksi	A-F	(A-F)/A	((A-F)/A)
-0.009683167	0.021606382	-0.031289548	-3.2313343	3.231334297
0.010163562	0.022056907	-0.011893345	1.170194576	1.170194576
-0.024020831	0.022056907	-0.046077738	-1.91824082	1.918240819
...	...	...	...	...
-0.001078396	0.032837315	-0.033915711	-31.450141	31.45014098
-0.01577609	0.035473956	-0.051250046	-3.24858983	3.248589827
0.00121037	0.052065739	-0.050855369	42.01636914	42.01636914
			Sum	285.2073782
			MAPE	9.834737179

Table 2 Validasi Metode Historis dengan Bobot Minimum Variance Line

Metode Historis dengan Bobot Min Var Line				
VaR Aktual	VaR prediksi	A-F	(A-F)/A	(A-F)/A
-0.76285973	0.542859636	-1.305719365	-1.71161134	1.711611342
0.113753707	0.542872794	-0.429119086	3.772352538	3.772352538
-0.011695491	0.542872794	-0.554568284	-47.4172727	47.41727269
...	...	...	...	...
0.087404112	0.885378538	-0.797974427	9.129712682	9.129712682
0.184105606	0.959701444	-0.775595837	4.212776854	4.212776854
-0.219638476	1.124398686	-1.344037162	-6.11931566	6.119315657
Sum				247.3983642
MAPE				8.530978076

Metode historis dengan skema bobot pertama (min var portofolio) menghasilkan tingkat keakurasian sebesar 9.8347%, dan untuk skema kedua (min var line) menghasilkan tingkat keakurasian data sebesar 8.5309%. Dengan tingkat akurasi yang diperoleh, dapat dikatakan bahwa dengan skema portofolio saham kedua (min var line) lebih kecil risikonya untuk digunakan daripada skema pertama (dengan min var portofolio).

Table 3 Validasi M. Var-Kovar dengan Bobot Minimum Variance Portofolio

Metode Var-Kovar dengan Bobot Min Var Portofolio				
VaR Aktual	VaR prediksi	A-F	(A-F)/A	(A-F)/A
-0.009683167	0.004537301	-0.01422	1.4686	1.468576
0.010163562	-0.000436056	0.0106	1.0429	1.042904
-0.024020831	-0.000988572	-0.02303	0.9588	0.958845
...	...	...	...	...
-0.01577609	0.002294802	-0.01807	1.1455	1.145461
0.00121037	0.010979968	-0.00977	-8.0716	8.071577
-0.009683167	0.004537301	-0.01422	1.4686	1.468576
Sum				174.5384
MAPE				6.018566

Table 4 Validasi M. Var-Kovar dengan Bobot Minimum Variance Line

Validasi pada metode variansi kovariansi menghasilkan tingkat keakurasian sebesar 6.0186% untuk skema pertama dan 5.0478% untuk skema kedua. Dengan tingkat akurasi

yang diperoleh, dapat dikatakan bahwa metode variansi-kovariansi dengan skema portofolio saham kedua (min var line) lebih kecil risikonya untuk digunakan daripada skema pertama (dengan min var portofolio).

Dari keempat hasil akurasi yang diperoleh dengan menggunakan metode MAPE, maka akurasi yang terbaik sebesar 5.0478% dengan skema portofolio saham dengan metode variansi-kovariansi bobot metode minimum variance line.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil pengujian yang dilakukan, maka pada penelitian ini didapatkan kesimpulan:

Metode Var-Kovar dengan Bobot Min Var Line				
VaR Aktual	VaR prediksi	A-F	(A-F)/A	(A-F)/A
-0.7628597	-0.013076747	-0.74978	0.982858	0.982858
0.1137537	0.007063866	0.10669	0.937902	0.937902
-0.0116955	-1.418686682	1.406991	-120.302	120.302
...	...	...	...	...
0.1841056	-0.00239483	0.1865	1.013008	1.013008
-0.2196385	-0.005923736	-0.21371	0.97303	0.97303
-0.7628597	-0.013076747	-0.74978	0.982858	0.982858
Sum				146.387
MAPE				5.047828

- 1) Metode historis untuk portofolio yang memberikan nilai risiko terkecil menghasilkan 9.8347% dan bila disyaratkan tingkat return menjadi 0.1 akan menghasilkan 8.5309%. Sedangkan metode variansi-kovariansi untuk portofolio yang memberikan nilai risiko terkecil menghasilkan 6.0186% dan bila disyaratkan tingkat returnnya menjadi 0.1 akan menghasilkan 5.0478%. Dari hasil akurasi, estimasi kerugian paling kecil untuk skema portofolio dengan metode variansi-kovariansi bobot minimum varian line.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Benninga, Simon. and Zvi Wiener. 1998. *Value-at-Risk (VaR), Mathematic in Education and Research*, Vol.7, No.4.
- [2] Budi,Sunar. *Value at Risk*: 12.20.2013 <http://subud.wordpress.com/budi-pekeriti/saving/hedging/risk-management-2/value-at-risk/>
- [3] C. Hull, John. Tahun?. *Options, Futures, and Other Derivatives. Fifth Edition*. New Jersey. University of Toronto.
- [4] Capinski, Marek and Tomasz Zastawniak. 2004. *Mathematic for Finance: An*

- Introduction to Financial Engineering.*  
*Springer.* Poland. University of Hull.
- [5] Grundy, Bruce D. and Zvi Weiner. 1996. The Analysis of VAR, Deltas and State Prices: A New Approach. Mimeo The Wharton School. University of Pennsylvania.
- [6] Harper, D. 2004. *Introduction to Value at Risk (VaR).* Investopedia
- [7] Jorion, Philippe. 1997. *Value at Risk, The New Benchmark for Controlling Market Risk,* McGraw-Hill.
- [8] Linsmeier, Thomas and Neil Pearson. 1996. *Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk.* mimeo, University of Illinois.
- [9] Nur Hidayati, Lina. 2006. Jurnal Ilmu Manajemen: Mengukur Risiko Peerbankan dengan VaR (*Value at Risk*). Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [10] Pasar Investasi:  
<http://www.pasarinvestasi.com/>  
12.26.2013
- [11] Tandelilin, Eduardus. 2003. Risiko Sistemik (Beta): Berbagai Isu Pegestimasian dan Keterterapannya dalam Penelitian dan Praktik. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.