

**OPTIMALISASI PORTOFOLIO MENGGUNAKAN *CAPITAL ASSET PRICING*  
*MODEL (CAPM) DAN MEAN VARIANCE*  
*EFFICIENT PORTFOLIO (MVEP)*  
(Studi Kasus: Saham-Saham LQ45)**

**Mardison Purba<sup>1</sup>, Sudarno<sup>2</sup>, Moch. Abdul Mukid<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Undip

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Undip

**ABSTRACT**

Investment is planting some funds to get profit. However, there is a positive relationship between risk and return that is High Risk High Return. So, the investor seeks to maximize expected return using portfolio optimization. The nature of the stock fluctuates over time, often times it poses a risk to lose money. In the science of finance, the fluctuations of stock returns is known as volatility. Then the stock volatility measurement uses Exponentially Weighted Moving Average (EWMA). Methods of Capital Assets Pricing Model (CAPM) is used for the selection of the best stocks of the nine sectors LQ45. Portfolios are formed of nine sectors were weighted using the Mean-Variance optimal Efficient Portfolio (MVEP). The weight placed on the largest fund shares at IMAS 25.12%, amounting to 19.53% BDMN, BWPT by 6.40%, 9.75% for INCO, SMCB by 7.72%, amounting to 9.37% INDF, BKSL for 2.27%, 16.87% and TLKM of MAPI by 2.98%. Based on analysis, volatility measurement of IMAS, TLKM and BDMN especially using EWMA. Risk measurement tool used for stock portfolio is Value at Risk (VaR) and Risk measurement tool used for stocks is Component Value at Risk (CVaR). With a confidence level of 95% and an investment of IDR 100.000.000 the loss investment using VaR for one day in the future is IDR 1.799.824. Meanwhile, if using CVaR then the maximum loss investment for the day ahead is IDR 1.523.000,73.

**Keywords:** stock return, portfolio, Capital Assets Pricing Model, Mean-Variance Efficient Portfolio, Value at Risk, Component Value at Risk

## 1. PENDAHULUAN

Investasi merupakan penanaman sejumlah dana dalam bentuk uang ataupun barang yang diharapkan akan memberikan hasil dikemudian hari. Investasi dalam bentuk surat berharga biasanya dapat dilakukan melalui pasar uang atau pasar modal. Pada umumnya tujuan investor berinvestasi dipasar modal pasti mengharapkan tingkat keuntungan. Ditinjau dari tingkat keuntungan, risiko yang diperoleh di pasar modal pun lebih besar dibandingkan risiko di pasar uang bentuk deposito. Untuk dapat meminimalkan risiko berinvestasi saham, investor dapat melakukan portofolio saham. Pendekatan yang dapat digunakan untuk memilih saham adalah *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* (Hartono, 2013). Pemilihan saham difokuskan pada saham-saham LQ-45 yang terdiri dari sembilan sektor dengan cara memilih satu saham yang akan mewakili sembilan sektor tersebut. Sembilan saham yang terpilih akan didiversifikasi menjadi portofolio saham. Portofolio saham yang dapat memaksimumkan *return* yang diharapkan dengan tingkat risiko tertentu disebut portofolio efisien. Salah satu metode dalam pembentukan portofolio efisien adalah *Mean Variance Efficient Portofolio (MVEP)*. Tetapi, Sifat saham yang berfluktuasi terhadap waktu atau volatilitas justru menimbulkan risiko. Sehingga apabila suatu *return* saham maupun portofolio diketahui memiliki efek heteroskedastisitas dapat dimodelkan dengan *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)* (Kuen dan Hoong, 1992).

Setelah mengetahui volatilitas, investor dapat memperkirakan berapa potensi risiko penurunan nilai *return* dengan tingkat keyakinan dan jangka waktu tertentu. Alat ukur risiko pasar yang umum digunakan adalah *Value at Risk* (VaR). Pengelolaan risiko portofolio akan sangat terbantu sekali apabila dapat mengetahui VaR dari masing-masing komponen pembentuk portofolio. Jorion (2002) menyebutkan *Component Value at Risk* (CVaR) menunjukkan bahwa nilai VaR portofolio akan berubah apabila komponen tersebut dihilangkan dari portofolio. Oleh karena itu, selain mengukur nilai risiko portofolio saham, akan dilakukan pengukuran risiko masing-masing saham pembentuk portofolio menggunakan CVaR sebagai alternatif apabila investor ingin berinvestasi pada saham-saham saja.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Saham

Saham biasa (*common stock*) merupakan salah satu jenis efek yang paling banyak diperdagangkan di pasar modal. Saham biasa ada dua jenis, yaitu saham atas nama dan saham atas unjuk (Anoraga dan Pakarti, 2001).

### 2.2. LQ-45

Indeks LQ45 adalah nilai kapitalisasi pasar 45 saham yang paling likuid dan memiliki nilai kapitalisasi yang besar di Bursa Efek Indonesia (BEI). Indeks LQ-45 menggunakan 45 saham yang terpilih berdasarkan likuiditas perdagangan saham dan disesuaikan setiap enam bulan (BEI, 2010).

### 2.3. Risiko

Risiko adalah akibat yang kurang menyenangkan dari suatu perbuatan atau tindakan (Depdikbud, 2007). Dua komponen utama dalam risiko, yaitu ketidakpastian (*uncertainty*) dan exposure atau besarnya saham (Ghozali, 2007).

### 2.4. Return

*Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor untuk berinvestasi karena dapat menggambarkan secara nyata perubahan harga (Ghozali, 2007). Menurut Jorion (2002), perhitungan *return* adalah sebagai berikut:

$$R_t = \text{Ln} \left( \frac{X_t}{X_{t-1}} \right) \quad (2.1)$$

dengan:  $R_t$  = Return pada periode t  
 $X_t$  = Harga saham pada periode t  
 $X_{t-1}$  = Harga saham pada periode t-1

### 2.5. Portofolio

Portofolio merupakan salah satu langkah investasi yang melibatkan beberapa saham. Portofolio menentukan berapa besar bagian dari investasi seorang investor pada tiap aset tersebut (Sharpe *et al.*, 1995). Menurut Jorion (2002), perhitungan *return* portofolio adalah sebagai berikut:

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^N w_i R_{t,i} \quad (2.2)$$

dengan:  $R_{pt}$  = Return portofolio pada waktu ke-t  
 $R_{t,i}$  = Return pada waktu ke-t untuk saham ke-i  
 $w_i$  = Bobot saham ke-i  
 $N$  = Banyak Saham

dengan nilai ekspektasi ( $\mu_p$ ) dan variansi portofolio ( $\sigma_p^2$ ) adalah sebagai berikut:

$$\mu_p = w_1\mu_1 + w_2\mu_2 + \dots + w_N\mu_N = [w_1 \ w_2 \ w_3 \ \dots \ w_N] \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_N \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\mu} \quad (2.3)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{i < j} w_i w_j \sigma_{ij}$$

$$= [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_N] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \sigma_{N,1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1,N} & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \Sigma \mathbf{w} \quad (2.4)$$

## 2.6. Capital Asset Pricing Model

*Capital Asset Pricing Model* (CAPM) merupakan suatu model yang menghubungkan *expected return* dari suatu sekuritas berisiko dengan risiko dari sekuritas tersebut. CAPM berdasarkan Model Markowitz mengasumsikan akan mendiversifikasi dan memilih portofolio optimal berdasarkan preferensi terhadap *return* dan risiko (Markowitz, 1952). Berikut persamaan CAPM:

$$E(R)_i = R_{br} + \beta_i(E(R)_M - R_{br}) \quad (2.5)$$

dengan:  $E(R)_i$  = *Expected return* saham ke-i

$R_{br}$  = *Return* bebas risiko, *BI rate* sebesar 7,25%

$E(R)_M$  = *Expected return* pasar, Indeks Harga Saham Gabungan

$\beta_i$  =  $\frac{\text{Covarian}(R_i, R_M)}{\text{Varian}(R_M)}$ , Beta sekuritas ke-i

## 2.7. Mean Variance Efficient Portfolio

Salah satu metode pembentukan portofolio yang optimal adalah *Mean Variance Efficient Portfolio* (MVEP) dengan cara mencari vektor pembobotan  $\mathbf{w}$  agar portofolio yang dibentuk mempunyai varian yang minimum berdasarkan dua batasan (*constraints*) yaitu spesifikasi awal dari *mean return* ( $\mu_p$ ) yaitu  $\mathbf{w}^T \boldsymbol{\mu}$  dan jumlah proporsi dari portofolio yang terbentuk sama dengan 1 yaitu  $\mathbf{w}^T \mathbf{1}_N = 1$ , dengan  $\mathbf{1}_N$  adalah vektor satu dengan dimensi  $N \times 1$ . Pembobotan pada MVEP dapat ditulis sebagai berikut (Maruddani dan Purbowati, 2009):

$$\mathbf{w} = \frac{\Sigma^{-1} \mathbf{1}_N}{\mathbf{1}_N^T \Sigma^{-1} \mathbf{1}_N} \quad (2.6)$$

dengan  $\Sigma^{-1}$  adalah invers matrik varian-kovarian.

## 2.8. Cornish-Fisher Expansion

Jika suatu data tidak mengikuti distribusi normal, maka nilai kuantil distribusi normal standar perlu dikoreksi menggunakan pendekatan *Cornish-Fisher Expansion* (CFE) (Cornish dan Fisher, 1938). Rumus CFE dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Z^* = Z + \frac{1}{6} (Z^2 - 1) S_k + \frac{1}{24} (Z^3 - 3Z) (K_r - 3) - \frac{1}{36} (2Z^3 - 5Z) S_k^2 \quad (2.7)$$

dengan:  $Z^*$  = Kuantil distribusi normal standar yang baru

$Z$  = Kuantil distribusi normal standar

$S_k$  = Skewness data

$K_r$  = Kurtosis data

## 2.9. Exponentially Weighted Moving Average

*Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) merupakan *forecast* dari volatilitas yang menggunakan faktor pengurang (*decay factor*). Nilai volatilitas menggunakan EWMA sangat dipengaruhi oleh *decay factor*. Nilai *decay factor* untuk observasi data harian menggunakan 0,94. Sedangkan, nilai *decay factor* untuk observasi data bulanan menggunakan 0,97 (Morgan, 1996). Persamaan EWMA dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda) R_t^2 + \lambda \sigma_{t-1}^2 \quad (2.8)$$

dengan:  $\sigma_t^2$  = Varian *return* ke-t

$\lambda$  = *Decay factor*

$R_{t-1}$  = *Return* ke-t-1

## 2.10. Value at Risk

*Value at Risk* (VaR) didefinisikan sebagai estimasi kerugian potensial maksimum pada periode waktu (*holding period*) tertentu dengan tingkat kepercayaan (*confidence level*) tertentu (Sunaryo, 2007). Perhitungan VaR menggunakan distribusi normal standar dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = -W_0 Z_{(1-\alpha)} \sigma_p \sqrt{h} \quad (2.9)$$

dengan:  $Z_{(1-\alpha)}$  = Kuantil distribusi normal standar  
 $\sigma_p$  = Volatilitas dari *return* portofolio  
 $W_0$  = Besar investasi  
 $h$  = *holding period* atau jangka waktu penempatan saham.

### 2.11. Component Value at Risk

Jorion (2002) menyebutkan *Component Value at Risk* (CVaR) menunjukkan besar nilai VaR portofolio akan berubah apabila komponen tersebut dihilangkan dari portofolio. Menurut Jorion (2002) untuk menghitung CVaR digunakan persamaan:

$$CVaR_i = -W_0 Z_{(1-\alpha)} \sigma_i \sqrt{h} w_i \rho_i \quad (2.10)$$

$$CVaR_{tot} = CVaR_1 + CVaR_2 + \dots + CVaR_n \quad (2.11)$$

dengan:  $\rho_i$  = Korelasi *return* portofolio dengan *return* saham ke-i  
 $\sigma_i$  = Volatilitas saham ke-i  
 $w_i$  = Bobot saham ke-i  
 $CVaR_i$  = CVaR saham ke-i

### 2.12. Backtesting

*Backtesting* merupakan kerangka statistik yang berisi verifikasi terhadap kerugian yang sesungguhnya terjadi. Metode *backtesting* yang digunakan adalah uji *Kupiec* yang berbasis pada tingkat kegagalan (Ghozali, 2007). Statistik uji untuk uji *Kupiec* adalah menggunakan *Likelihood-Ratio Failure Rate* (LR<sub>FR</sub>) yang mengikuti distribusi chi-kuadrat derajat bebas 1. Berikut persamaannya:

$$LR_{FR} = -2 \ln \left( \frac{(1-\alpha)^{T-m} \alpha^m}{\left[1 - \frac{(m)}{T}\right]^{T-m} \left(\frac{m}{T}\right)^m} \right) \quad (2.12)$$

dengan:  $\alpha$  = (1-tingkat kepercayaan)  
 $m$  = Banyak *return* yang melewati batas kendali  
 $T$  = Banyak observasi

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data *Closing Price* dari IHSG dan semua saham yang tergabung dalam LQ45. Sumber data diperoleh dari [www.yahooofinance.co.id](http://www.yahooofinance.co.id). Sedangkan data *BI rate* diperoleh dari [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id).

### 3.2. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung *return* saham, *BI rate* dan *return* IHSG.
2. Seleksi saham tiap sektor LQ-45 menggunakan CAPM.
3. Menghitung bobot optimal menggunakan MVEP dan membentuk portofolio.
4. Uji stasioneritas, normalitas dan heteroskedastisitas pada *return* saham dan *return* portofolio.
5. Koreksi nilai Z dari distribusi normal standar jika *return* saham dan *return* portofolio optimal tidak berdistribusi normal menggunakan CFE.
6. Mengukur volatilitas pada portofolio dengan standar deviasi jika data homoskedastisitas atau EWMA jika data heteroskedastisitas.
7. Mengukur dan validasi VaR portofolio dan CVaR tiap saham.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Seleksi Saham Terbaik Tiap Sektor LQ-45 Menggunakan CAPM

Berdasarkan analisis CAPM, diperoleh sembilan saham terbaik yang mewakili tiap sektor untuk pembentukan portofolio optimal. Berikut hasil seleksi CAPM:

**Tabel 4.1.** Seleksi Saham Terbaik Menggunakan CAPM

| No | Sektor                                   | Kode Saham |
|----|--|------------|
| 1  | Pertanian                                | BWPT       |
| 2  | Pertambangan                             | INCO       |
| 3  | Industri Dasar dan Kimia                 | SMCB       |
| 4  | Aneka Industri                           | IMAS       |
| 5  | Industri Barang dan Konsumsi             | INDF       |
| 6  | Properti dan Real Estate                 | BKSL       |
| 7  | Infrastruktur, Utilitas dan Transportasi | TLKM       |
| 8  | Keuangan                                 | BDMN       |
| 9  | Perdagangan, Jasa dan Investasi          | MAPI       |

**4.2. Bobot Optimal Menggunakan MVEP**

Pembobotan Sembilan saham terbaik adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.2.** Bobot Optimal Menggunakan MVEP

| No | Kode Saham | Bobot (%) |
|----|------------|-----------|
| 1  | BWPT       | 6,40154   |
| 2  | INCO       | 9,74632   |
| 3  | SMCB       | 7,71932   |
| 4  | IMAS       | 25,11585  |
| 5  | INDF       | 9,36802   |
| 6  | BKSL       | 2,268139  |
| 7  | TLKM       | 16,87276  |
| 8  | BDMN       | 19,52694  |
| 9  | MAPI       | 2,981118  |

**4.3. Pengujian Asumsi Return Portofolio****4.3.1. Uji Stasioneritas Return Portofolio**

Uji stasioneritas menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

- Hipotesis:  $H_0$ : Return portofolio mengandung akar unit (tidak stasioner)  
 $H_1$ : Return portofolio tidak mengandung akar unit (stasioner)
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$
- Statistik Uji: Nilai  $\tau = -15,16898$  dan nilai MacKinnon = -1,95.
- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $|\tau| > |\text{MacKinnon}|$
- Keputusan:  $H_0$  ditolak karena  $|\tau| = 15,16898 > |\text{MacKinnon}| = 1,95$
- Kesimpulan: Return portofolio tidak mengandung akar unit (stasioner).

**4.3.2. Uji Normal Multivariat Return Portofolio**

Uji normal multivariat menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (KS).

- Hipotesis:  $H_0$ : Return portofolio berdistribusi normal multivariat  
 $H_1$ : Return portofolio tidak berdistribusi normal multivariat
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$
- Statistik Uji: Nilai  $p\text{-value} = 1,925 \times 10^{-5}$
- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$
- Keputusan:  $H_0$  ditolak karena  $p\text{-value} = 1,925 \times 10^{-5} < \alpha = 0,05$
- Kesimpulan: Return portofolio tidak berdistribusi normal multivariat.

Karena return portofolio tidak berdistribusi normal multivariat, maka diperlukan koreksi nilai kuantil normal standar menggunakan CFE. Sehingga diperoleh kuantil normal standar baru adalah 1,7162.

**4.3.3. Uji Heteroskedastisitas Return Portofolio**

Uji heteroskedastisitas menggunakan uji *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Lagrange Multiplier* (ARCH-LM).

- Hipotesis:  $H_0$ : Return portofolio tidak mengandung heterokedastisitas  
 $H_1$ : Return portofolio mengandung heterokedastisitas
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$

- Statistik Uji: Nilai  $F_{hitung} = 0,04144025$  dan  $F_{tabel(1,231)} = 3,88203$
- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$
- Keputusan:  $H_0$  diterima karena  $F_{hitung} = 0,04144025 < F_{tabel(1,231)} = 3,88203$
- Kesimpulan: *Return* portofolio tidak mengandung heterokedasitisitas.

#### 4.4. Pengujian Asumsi *Return* Saham

##### 4.4.1. Uji Stasioneritas *Return* Saham

Uji stasioneritas menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

- Hipotesis:  $H_0$ : *Return* saham mengandung akar unit (tidak stasioner)  
 $H_1$ : *Return* saham tidak mengandung akar unit (stasioner)
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$
- Statistik Uji:

**Tabel 4.3.** Nilai  $\tau$  untuk *Return* Saham tiap Sektor

| No | Kode Saham | Nilai $\tau$ |
|----|------------|--------------|
| 1  | BWPT       | -13,90952    |
| 2  | INCO       | -14,80293    |
| 3  | SMCB       | -13,50251    |
| 4  | INDF       | -17,14616    |
| 5  | IMAS       | -14,72832    |
| 6  | BKSL       | -15,0126     |
| 7  | TLKM       | -14,38872    |
| 8  | BDMN       | -9,230856    |
| 9  | MAPI       | -14,74521    |

- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $|\tau| > |\text{MacKinnon}|$
- Keputusan:  $H_0$  ditolak karena semua nilai  $|\tau| > |\text{MacKinnon}| = 1,95$
- Kesimpulan: *Return* saham tidak mengandung akar unit (stasioner).

##### 4.4.2. Uji Normal Univariat *Return* Saham

Uji normal univariat menggunakan uji *Jarque-Bera* (JB).

- Hipotesis:  $H_0$ : *Return* saham berdistribusi normal univariat  
 $H_1$ : *Return* saham tidak berdistribusi normal univariat
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$
- Statistik Uji:

**Tabel 4.4.** Nilai Chi-kuadrat untuk *Return* Saham tiap Sektor

| No | Kode Saham | Nilai Chi-kuadrat |
|----|------------|-------------------|
| 1  | BWPT       | 962,9324          |
| 2  | INCO       | 41,41184          |
| 3  | SMCB       | 427,7139          |
| 4  | INDF       | 88,63579          |
| 5  | IMAS       | 55,92445          |
| 6  | BKSL       | 15,74354          |
| 7  | TLKM       | 10,19902          |
| 8  | BDMN       | 1158,906          |
| 9  | MAPI       | 15,06768          |

- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $\text{Chi-kuadrat}_{hitung} > \text{Chi-kuadrat}_{tabel(2)}$
- Keputusan:  $H_0$  ditolak karena  $\text{Chi-kuadrat}_{hitung} > \text{Chi-kuadrat}_{tabel(2)} = 5,9915$ .
- Kesimpulan: *Return* semua saham tidak berdistribusi normal univariat.

Karena *return* semua saham tidak berdistribusi normal univariat, maka diperlukan koreksi nilai kuantil normal standar dengan CFE. Berikut nilai koreksi CFE:

**Tabel 4.5.** Koreksi Nilai Kuantil Normal Standar dengan CFE

| No | Kode Saham | Kuantil CFE |
|----|------------|-------------|
| 1  | BWPT       | 0,66912     |
| 2  | INCO       | 1,62995     |
| 3  | SMCB       | 0,58415     |



|   |      |         |
|---|------|---------|
| 4 | INDF | 1,62927 |
| 5 | IMAS | 1,66620 |
| 6 | BKSL | 1,67160 |
| 7 | TLKM | 1,68950 |
| 8 | BDMN | 1,19590 |
| 9 | MAPI | 1,67912 |

#### 4.4.3. Uji Heteroskedastisitas *Return Saham*

Uji heteroskedastisitas menggunakan uji *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Lagrange Multiplier* (ARCH-LM).

- Hipotesis:  $H_0$ : *Return* saham tidak mengandung heterokedastisitas  
 $H_1$ : *Return* saham mengandung heterokedastisitas
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$
- Statistik Uji:

**Tabel 4.6.** Nilai F Hitung untuk *Return Saham* tiap Sektor

| No | Kode Saham | Nilai F Hitung |
|----|------------|----------------|
| 1  | BWPT       | 1,017401       |
| 2  | INCO       | 2,438684       |
| 3  | SMCB       | 2,380518       |
| 4  | INDF       | 5,494291       |
| 5  | IMAS       | 2,233931       |
| 6  | BKSL       | 1,971024       |
| 7  | TLKM       | 23,47052       |
| 8  | BDMN       | 7,362343       |
| 9  | MAPI       | 3,876096       |

- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$
- Keputusan: berikut hasil perbandingan  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel(1,231)} = 3,88203$ :

**Tabel 4.7.** Keputusan Uji ARCH-LM untuk *Return Saham* tiap Sektor

| No | Kode Saham | Keputusan      |
|----|------------|----------------|
| 1  | BWPT       | $H_0$ diterima |
| 2  | INCO       | $H_0$ diterima |
| 3  | SMCB       | $H_0$ diterima |
| 4  | INDF       | $H_0$ ditolak  |
| 5  | IMAS       | $H_0$ diterima |
| 6  | BKSL       | $H_0$ diterima |
| 7  | TLKM       | $H_0$ ditolak  |
| 8  | BDMN       | $H_0$ ditolak  |
| 9  | MAPI       | $H_0$ diterima |

- Kesimpulan: semua saham tidak mengandung heteroskedastisitas kecuali saham INDF, TLKM, dan BDMN.

#### 4.5. Pengukuran Volatilitas *Return Portofolio*

Karena variansi *return* portofolio tidak mengandung heteroskedastisitas, sehingga pengukuran volatilitas diukur berdasarkan pengukuran standar deviasi dan diperoleh volatilitas sebesar 0,01048741.

#### 4.6. Pengukuran Volatilitas *Return Saham*

##### 4.6.1. Pengukuran Volatilitas *Return Saham Homokedastisitas*

Pengukuran volatilitas *return* saham homokedastisitas menggunakan standar deviasi.

**Tabel 4.8.** Volatilitas Saham Homokedastisitas

| No | Kode Saham | Volatilitas |
|----|------------|-------------|
| 1  | BWPT       | 0,03647589  |
| 2  | INCO       | 0,03404965  |
| 3  | SMCB       | 0,02958638  |

|   |      |            |
|---|------|------------|
| 4 | INDF | 0,02438486 |
| 5 | BKSL | 0,03107460 |
| 6 | MAPI | 0,02986404 |

#### 4.6.2. Pengukuran Volatilitas Return Saham Heterokedastisitas

Pengukuran volatilitas *return* saham homokedastisitas menggunakan EWMA.

**Tabel 4.9.** Volatilitas Saham Heterokedastisitas

| No  | IMAS      | TLKM      | BDMN     |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 1   | 0,0180186 | 0,0158315 | 0,008163 |
| 2   | 0,0180186 | 0,0158315 | 0,008163 |
| 3   | 0,0187368 | 0,0153492 | 0,007914 |
| .   | .         | .         | .        |
| .   | .         | .         | .        |
| .   | .         | .         | .        |
| 234 | 0,0304022 | 0,0305916 | 0,025342 |

#### 4.7. VaR Return Portofolio

VaR dari *return* portofolio yang dibentuk adalah sebagai berikut:

$$VaR_{95\%} = -(100000000) \times (1,7162) \times (0,01048741) \times \sqrt{1}$$

$$VaR_{95\%} = -1799824$$

Berarti jika seorang investor menginvestasikan modal sebesar 100 juta, maka kerugian yang dialami dalam investasi portofolio untuk satu hari kedepan menggunakan VaR adalah sebesar Rp. 1.799.824,-.

#### 4.8. CVaR Return Saham

Sebelum mengukur CVaR, harus diketahui terlebih dahulu korelasi antara *return* saham dengan *return* portofolio.

**Tabel 4.10.** Korelasi Return Saham dengan Return Portofolio

| No | Kode Saham | Korelasi  |
|----|------------|-----------|
| 1  | BWPT       | 0,2875163 |
| 2  | INCO       | 0,3080035 |
| 3  | SMCB       | 0,3544676 |
| 4  | INDF       | 0,586869  |
| 5  | IMAS       | 0,4300788 |
| 6  | BKSL       | 0,3374915 |
| 7  | TLKM       | 0,4622142 |
| 8  | BDMN       | 0,4797913 |
| 9  | MAPI       | 0,3511719 |

Karena saham tiap sektor terdiri dari saham dengan variansi homokedastisitas dan heteroskedastisitas, maka pengukuran CVaR dibedakan menjadi dua.

##### 4.8.1. CVaR Return Saham Homokedastisitas

Berikut pengukuran CVaR *return* saham homoskedastisitas untuk BWPT.

$$CVaR_{BWPT} = -(100000000) \times (0,66912) \times (0,03647589) \times (0,0640154) \times (0,2875163) \times \sqrt{1}$$

$$= -44925,6694$$

Pengukuran semua CVaR *return* saham homoskedastisitas adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.11.** Volatilitas Saham Homoskedastisitas

| No | Kode Saham | CVaR         |
|----|------------|--------------|
| 1  | BWPT       | -44925,6694  |
| 2  | INCO       | -166603,5478 |
| 3  | SMCB       | -47290,5854  |
| 4  | INDF       | -163697,5703 |
| 5  | BKSL       | -39762,0654  |
| 6  | MAPI       | -52496,3583  |



#### 4.8.2. CVaR Return Saham Heterokedastisitas

Berikut pengukuran CVaR *return* saham heteroskedastisitas untuk IMAS.

$$\begin{aligned}\sigma_{IMAS(235)} &= \sqrt{\lambda\sigma_{234}^2 + (1-\lambda)R_{234}^2} \\ &= \sqrt{0,94(0,000924) + (1-0,94)(0^2)} = 0,02947602 \\ CVaR_{IMAS} &= -(100000000) \times (1,62927) \times (0,02947602) \times \\ &\quad (0,2511585) \times (0,586869) \times \sqrt{1} \\ &= -707865,0355\end{aligned}$$

Pengukuran semua CVaR *return* saham heteroskedastisitas adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.12.** Volatilitas Saham Heteroskedastisitas

| No | Kode Saham | CVaR         |
|----|------------|--------------|
| 1  | IMAS       | -707865,0355 |
| 2  | TLKM       | -392576,1523 |
| 3  | BDMN       | -275813,5462 |

#### 4.8.3. CVaR Total Return Saham

CVaR total adalah jumlah total CVaR dari semua *return* saham. CVaR total diperoleh sebesar -1891030,531. Berarti jika seorang investor menginvestasikan modal sebesar 100 juta, maka kerugian maksimum yang dialami dalam investasi saham untuk satu hari kedepan dengan CVaR adalah sebesar Rp. 1.891.030,531,-.

#### 4.9. Validasi VaR Portofolio dan CVaR Saham

##### 4.9.1. Validasi VaR Portofolio

- Hipotesis:  $H_0$ : VaR portofolio akurat  
 $H_1$ : VaR portofolio tidak akurat
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$
- Statistik Uji:  $m = 12$  &  $T = 234$ . Berdasarkan persamaan 2.12,  $LR_{FR} = 0,008$
- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $LR_{FR} > \text{Chi-kuadrat}_{\text{tabel}(1)} = 3,8415$
- Keputusan:  $H_0$  diterima karena  $LR_{FR} = 0,008 < \text{Chi-kuadrat}_{\text{tabel}(1)} = 3,8415$
- Kesimpulan: VaR portofolio akurat.

##### 4.9.2. Validasi CVaR Saham

- Hipotesis:  $H_0$ : CVaR saham akurat  
 $H_1$ : CVaR saham tidak akurat
- Taraf Signifikansi:  $\alpha = 5\%$
- Statistik Uji:

**Tabel 4.13.** Hasil Uji Kupiec untuk *Return* Saham tiap Sektor

| No | Kode Saham | $LR_{FR}$ |
|----|------------|-----------|
| 1  | BWPT       | 12,1764   |
| 2  | INCO       | 0,2729    |
| 3  | SMCB       | 82,3244   |
| 4  | INDF       | 0,1470    |
| 5  | IMAS       | 0,2729    |
| 6  | BKSL       | 0,7101    |
| 7  | TLKM       | 3,0884    |
| 8  | BDMN       | 13,8627   |
| 9  | MAPI       | 0,0080    |

- Kriteria Uji:  $H_0$  ditolak jika  $LR_{FR} > \text{Chi-kuadrat}_{\text{tabel}(1)} = 3,8415$
- Keputusan: Semua  $H_0$  diterima kecuali saham BWPT, SMCB dan BDMN
- Kesimpulan: semua CVaR akurat kecuali BWPT, SMCB dan BDMN.

Karena ada CVaR saham tidak akurat, maka CVaR dikoreksi dengan mengurangi nilai CVaR awal dengan CVaR dari saham BWPT, SMCB dan BDMN. Sehingga CVaR diperoleh sebesar -1523000,73.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis CAPM, diperoleh sembilan saham yang mewakili tiap sektor untuk pembentukan portofolio yaitu BWPT, INCO, SMCB, INDF, IMAS, BKSL, TLKM, BDMN dan MAPI.
2. Proporsi alokasi dana menggunakan MVEP adalah IMAS sebesar 25,12%, BDMN sebesar 19,53%, BWPT sebesar 6,40%, INCO sebesar 9,75%, SMCB sebesar 7,72%, INDF sebesar 9,37%, BKSL sebesar 2,27%, TLKM sebesar 16,87% dan MAPI sebesar 2,98%.
3. Berdasarkan hasil Uji *Kupiec* untuk *return* portofolio, diperoleh bahwa nilai *Value at Risk* adalah akurat. Sedangkan, hasil Uji *Kupiec* untuk *return* saham terbaik dari tiap sektor, diperoleh bahwa saham BWPT, SMCB dan BDMN tidak akurat.
4. Dengan tingkat kepercayaan 95% dan investasi sebesar Rp.100.000.000,-. Jika investor membeli portofolio saham, maka kerugian berinvestasi untuk satu hari kedepan adalah sebesar Rp.1.799.824,-. Sedangkan jika investor membeli saham-saham, maka kerugian maksimum berinvestasi untuk satu hari kedepan adalah sebesar Rp.1.523.000,73,-.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anoraga, P. dan Pakarti, P., 2001, *Pengantar Pasar Modal*, Jakarta: Rineka Cipta.
- BEI, 2010, *Buku Panduan Index 2010*, Jakarta: Bursa Efek Indonesia.
- Cornish, E. A. dan Fisher, R. A., 1938, Moments and Cumulants in The Specification of Distributions, *International de Statistique*, Vol. 5: 307-320.
- Depdikbud, 1997, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Balai Pustaka.
- Dickey, D. A. dan Fuller, W. A., 1979, Distribution of The Estimates for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74: 427-431.
- Engle, R.F., 1982, Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation, *Journal of Econometrica*, Vol. 50: 987-1007.
- Ghozali, I., 2007, *Manajemen Risiko Perbankan*, Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hartono, J., 2013, *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*, Edisi Ke-7, Yogyakarta: BPFE.
- Jarque, C. M. dan Bera, A. K., 1987, A Test for Normality of Observations and Regression Residuals, *Journal of International Statistical*, Vol. 55: 163-172.
- Jorion, P., 2002, *Value at Risk : The New Benchmark for Managing Financial Risk* Edisi Ke-2, New York: The McGraw-Hill Companies.
- Kuen T. Y. dan Hoong T. S., 1992, Forecasting Volatility in the Singapore Stock Market, *Asia Pacific Journal of Management*, Vol. 2: 10-21.
- Markowitz, H., 1952, Portfolio selection, *The Journal of Finance*, Vol. 7: 77-91.
- Maruddani, D.A.I. dan Purbowati, A., 2009, Pengukuran Value at Risk pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo, *Media Statistika*, Vol. 2: 93-104.
- Morgan, J.P., 1996, *RiskMetrics TM Technical Document*, Edisi Ke-4, New York: Morgan Guaranty Trust Company.
- Sharpe, W.F., Alexander, G.J. dan Bailey, J. 1995. *Investasi*, Jilid 1. Henry Njooliangtik, Agustiono, penerjemah. Jakarta: Prenhallindo. Terjemahan dari: Investment 5th edition.
- Sunaryo, T., 2007, *Manajemen Risiko Finansial*, Jakarta: Salemba Empat.
- Tsay, R. S., 2005, *Analysis of Financial Time Series*, Edisi Ke-2, New York: Wiley-Interscience.
- Wei, W. S., 2006, *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Method*, Edisi Ke-2, New York: Pearson Addison.