

**PENGUKURAN VALUE AT RISK MENGGUNAKAN PROSEDUR VOLATILITY UPDATING HULL AND WHITE BERDASARKAN EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE (EWMA)
(Studi Kasus pada Portofolio Dua Saham)**

Nurissalma Alivia Putri¹, Abdul Hoyyi^{2*}, Diah Safitri³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM UNDIP

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

ABSTRACT

Investment is an effort to get profits for individual or institution. But the investment policy is always faced with market risk as the effect of financial instruments movement such as stock price movements. Market risk measurement tool commonly used is Value at Risk (VaR), which measures the amount of loss at a certain confidence level. VaR measurement by Hull and White volatility updating procedure is a modification of the historical simulation involving information of volatility change calculated by Exponentially Weighted Moving Average (EWMA). This procedure is fit to financial data such as stock returns that are generally not normally distributed and are heteroskedastic. VaR calculation applied to the portfolio between Kalbe Farma Tbk (KLBF) stock and Lippo Karawaci Tbk (LPKR) stock from 3 January 2011 to 19 April 2013 were selected based on the largest trading volume at the end of the observation for LQ45 stocks listed in the Indonesia Stock Exchange (IDX). The data used is the return calculated from the closing price of stocks. The validity of VaR was tested through a back test by Kupiec test, and concluded that the 95% VaR and 99% VaR are valid.

Keywords: Value at Risk, stock return, portfolio, volatility updating Hull and White, back test

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu upaya peningkatan profitabilitas perusahaan adalah menentukan kebijakan investasi (Sitompul, 1996). Namun, setiap aktivitas perusahaan termasuk kebijakan investasi selalu dihadapkan pada risiko kerugian, sehingga perusahaan perlu menetapkan strategi tertentu untuk meminimalisir risiko yang mungkin terjadi (Ghozali, 2007). Risiko yang disebabkan adanya pergerakan dari instrumen finansial (misalnya pergerakan harga saham) disebut dengan risiko pasar (Sunaryo, 2007). Alat ukur risiko pasar yang umum digunakan adalah *Value at Risk* (VaR) yang mengukur besarnya kerugian pada tingkat kepercayaan tertentu. Menurut Ghozali (2007), salah satu alat pengukuran risiko pasar adalah *Value at Risk* (VaR) yang mengukur besar kerugian terburuk yang mungkin dialami pada tingkat kepercayaan tertentu. Sunaryo (2007) menyatakan bahwa VaR telah menjadi standar alat ukur risiko dan diadopsi oleh regulator Basel II sebagai *best practice* alat ukur risiko. Sunaryo (2007) juga menjelaskan bahwa pengukuran VaR yang *best practice* menurut regulator Basel II dilakukan pada tingkat portofolio.

Pendekatan yang umum digunakan untuk mengestimasi VaR adalah *model building* dan *historical simulation* (HS). Keuntungan dari pendekatan *model building* adalah volatilitas dapat diperbaharui dengan menggunakan metode *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) maupun *Generalized Autoregressive Conditional*

Heteroscedasticity (GARCH), tetapi data *return* diasumsikan berdistribusi normal, dimana kondisi ini sulit dipenuhi oleh data finansial. Sedangkan metode *historical simulation* memperbolehkan data mengikuti distribusinya (tidak menuntut asumsi normal). Namun dalam perhitungannya tidak terdapat pembaharuan volatilitas. Hal ini tidak sesuai dengan kebanyakan data finansial yang cenderung mempunyai volatilitas yang tidak konstan atau bersifat heteroskedastik. Hull and White (1998) melakukan penggabungan antara *volatility updating* dengan *historical simulation* (HS). Metode ini dinamakan prosedur *volatility updating* Hull and White (HW). Dalam metode ini data historis diperbaharui dengan data baru yang melibatkan informasi fluktuasi atau rasio dari volatilitas terakhir dengan volatilitas pada saat pengamatan (misalnya 20 hari yang lalu). Volatilitas harian dapat diramalkan dengan metode EWMA maupun GARCH, sedangkan estimasi VaR menggunakan metode HS dengan data yang telah diperbaharui (Hull and White, 1998). Metode EWMA relatif lebih mudah diterapkan karena hanya melibatkan satu parameter, yaitu λ sebagai faktor *decay* (Dowd, 2002).

1.2 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan dari penelitian tugas akhir ini adalah

- Menghitung dan menganalisis *Value at Risk* (VaR) pada portofolio dua saham menggunakan prosedur *Volatility Updating* Hull and White berdasarkan *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA).
- Memvalidasi VaR dengan metode *back testing*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Saham

Saham merupakan salah satu efek atau sekuritas yang populer diperdagangkan di pasar modal. Saham adalah bukti kepemilikan terhadap suatu perusahaan. Sebagai surat berharga saham memuat nilai nominal sebagaimana ditetapkan oleh perusahaan yang mengeluarkannya. Sedangkan, harga pasar ditetapkan melalui penilaian terhadap perusahaan dan dengan memperhitungkan *demand* dari pembeli (Sitompul, 1996).

2.2 Return

Rosadi (2012) yang mengutip Bollersleve, Engle, dan Nelson (1994) mengatakan bahwa terdapat dua sifat penting yang sering dimiliki oleh data runtun waktu keuangan, khususnya data *return*, yakni leptokurtis dan heteroskedastik. Ghazali (2007) menyebutkan *return* dapat berupa *capital gain* dan dividen, tetapi suatu aset misalkan saham yang hanya dipegang selama satu hari atau mingguan, maka tidak ada dividen, sehingga *return* hanya merupakan selisih antara harga jual dan harga beli. Perhitungan *return* yang sering digunakan menurut Jorion (2002) adalah:

$$R_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \quad (2.1)$$

dengan: R_t = *return* pada periode t
 S_t = harga aset pada periode t
 S_{t-1} = harga aset pada periode $t-1$.

2.3 Risiko

Risiko adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan (KBBI, 1997). Dua komponen utama dalam risiko, yaitu ketidakpastian (*uncertainty*) dan eksposur atau besarnya aset (Ghazali, 2007).

Secara umum risiko dibedakan menjadi 3 yaitu risiko kredit, risiko pasar, dan risiko operasional (Sunaryo, 2007). Risiko kredit berkaitan dengan kemungkinan kegagalan klien memenuhi kewajibannya; risiko pasar merupakan akibat yang muncul dari pergerakan atau perubahan suku bunga, nilai tukar, harga komoditas, serta hal-hal lain yang menentukan harga di pasar; sedangkan risiko operasional merupakan kerugian akibat tindakan manusia, proses, infrastruktur atau teknologi. Alat ukur risiko yaitu volatilitas atau standar deviasi yang merupakan ukuran dispersi dari suatu aset, serta *Value at Risk* (VaR) besarnya risiko yang mungkin dialami dalam tingkat kepercayaan tertentu (Ghozali, 2007). Perhitungan VaR yang umum digunakan adalah *model building* (misalnya varian kovarian, GARCH maupun EWMA) dan *historical simulation* (Hull and White, 1998).

2.4 Portofolio

Portofolio merupakan salah satu langkah investasi yang melibatkan beberapa aset. Dalam portofolio melibatkan identifikasi aset khusus mana yang akan dijadikan investasi, juga menentukan berapa besar bagian dari investasi seorang investor pada tiap aset tersebut (Sharpe *et al.*, 1995). Menurut Jorion (2002), *return* portofolio dihitung dengan persamaan berikut:

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

dengan: R_{tp} = *return* portofolio pada waktu ke- t
 R_{ti} = *return* pada waktu ke- t untuk aset ke- i
 w_i = bobot aset ke- i
 T = jumlah periode pengamatan
 N = jumlah aset

Sedangkan nilai ekspektasi *return* portofolio ($E(R_p)$) adalah:

$$E(R_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i \quad (2.3)$$

dengan μ_i adalah nilai ekspektasi *return* dari aset ke- i ($E(R_i)$). Dalam notasi matriks, nilai ekspektasi *return* portofolio dapat ditulis sebagai berikut:

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

Menurut Ghozali (2007), dalam pembentukan portofolio dibutuhkan perhitungan kovarian. Secara matematis kovarian untuk dua *return* aset saham dirumuskan sebagai berikut:

$$s_{A,B} = \frac{\sum_{t=1}^T [(R_{t,A} - E(R_A))(R_{t,B} - E(R_B))]}{T-1} \quad (2.4)$$

dengan: $R_{t,A}$ = *return* pada periode ke- t untuk saham A
 $E(R_A)$ = nilai ekspektasi *return* saham A
 $R_{t,B}$ = *return* pada periode ke- t untuk saham B
 $E(R_B)$ = nilai ekspektasi *return* saham B
 T = jumlah periode pengamatan

Matriks varian kovarian juga diperlukan dalam pembentukan portofolio. Matriks varian kovarian ($\boldsymbol{\Sigma}$) untuk dua saham adalah:

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} s_A^2 & s_{B,A} \\ s_{A,B} & s_B^2 \end{bmatrix}$$

dengan: s_A^2 = varian *return* saham A

- s_B^2 = varian *return* saham B
- $s_{A,B}$ = kovarian antara *return* saham A dan B
- $s_{B,A}$ = kovarian antara *return* saham B dan A

Menurut Jorion (2002) varian portofolio dengan N aset saham adalah:

$$Var(s_p) = s_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 s_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j<i}^N w_i w_j s_{ij} \quad (2.5)$$

dengan: s_i^2 = varian *return* saham ke- i

s_{ij} = kovarian antara *return* saham i dan j

Dalam bentuk notasi matriks dapat dituliskan sebagai berikut:

$$s_p^2 = [w_1 \dots w_N] \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1N} \\ \vdots & & & & \\ s_{N1} & s_{N2} & s_{N3} & \dots & s_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w}$$

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:

1. Spesifikasi awal dari mean *return* (μ_p) harus tercapai yaitu $\mathbf{w}^T \boldsymbol{\mu}$.
2. 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 $N \times 1$.

Permasalahan optimalisasi dapat diselesaikan dengan fungsi Lagrange yaitu:

$$L = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} + \gamma_1 (\mu_p - \mathbf{w}^T \boldsymbol{\mu}) + \gamma_2 (1 - \mathbf{w}^T \mathbf{1}_N) \quad (2.6)$$

dengan: L = fungsi Lagrange

γ = faktor pengali Lagrange

Kasus portofolio dengan varian efisien, tidak ada pembatasan pada mean portofolio ($\gamma_1 = 0$), sehingga pembobotan pada *Mean Variance Efficient Portfolio* adalah:

$$\mathbf{w} = \frac{\boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{1}_N}{\mathbf{1}_N^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{1}_N} \quad (2.7)$$

dengan $\boldsymbol{\Sigma}^{-1}$ = invers matriks varian-kovarian (Abdurakhman, 2007 dalam Maruddani dan Purbowati, 2009).

2.5 Prosedur *Volatility Updating Hull and White*

Sebelum menerapkan prosedur ini, dilakukan pengujian asumsi dan didapatkan bahwa data tidak berdistribusi normal dan bersifat heteroskedastik. Prosedur ini bertujuan menerapkan pembaharuan varian untuk data heteroskedastik pada metode *historical simulation*. Varian tiap variabel pasar (misal *return* saham) selama periode yang dicakup oleh data historis dihitung dengan model GARCH atau EWMA. *Updating* dilakukan dengan menggantikan masing-masing *return* historis (R_{tj}) dengan *return* yang diperbaharui (R_{tj}^*) menurut persamaan:

$$R_{tj}^* = s_{Tj} \frac{R_{tj}}{s_{tj}} \quad (2.8)$$

dengan: R_{tj} = *return* untuk aset j pada hari ke- t ($t < T$)

s_{tj} = volatilitas *return* harian yang diestimasi dengan GARCH/EWMA untuk aset j waktu ke- t

s_{Tj} = hasil estimasi volatilitas harian GARCH/EWMA yang terbaru. Diasumsikan distribusi probabilitas dari R_{tj}/σ_{tj} adalah stasioner (Hull and White, 1998).

Rumus umum EWMA yang diunakan yaitu:

$$s_t^2 = \lambda s_{t-1}^2 + (1 - \lambda)R_{t-1}^2 \quad (2.9)$$

dengan: s_t^2 = varian untuk *return* periode t (yang sedang diamati)
 s_{t-1}^2 = varian dari *return* periode $t-1$ (periode sebelumnya)
 R_{t-1}^2 = *return* periode $t-1$ yang dikuadratkan
 λ = faktor *decay*, dengan rentang $0 < \lambda < 1$.

Volatilitas harian merupakan akar dari varian harian. Persamaan (2.9) merupakan formula yang *recursive* (dilakukan berulang kali). Morgan menyarankan penggunaan $\lambda = 0.94$ untuk *return* harian dan $\lambda = 0.97$ untuk *return* bulanan (Morgan, 1996).

Metode *historical simulation* menggunakan data historis dari distribusi *return* yang diurutkan dari *return* terburuk hingga *return* terbaik (dari kerugian terbesar hingga keuntungan terbesar). Kemudian VaR dapat diestimasi secara langsung dari distribusi *return* yang terbentuk dengan tidak menuntut asumsi normal. Nilai VaR merupakan nilai persentil ke- p dari distribusi *return* pada tingkat kepercayaan $1-p$ (Dowd, 2002).

2.6 Back Testing

Back testing merupakan kerangka statistik yang berisi verifikasi terhadap kerugian yang sesungguhnya terjadi sesuai dengan kerugian yang diramalkan atau diproyeksikan. Hal ini dilakukan dengan membandingkan antara peramalan VaR historis dengan *return* portofolio yang berkaitan dengan peramalan tersebut, Metode *back testing* yang biasa digunakan adalah *Kupiec test* berdasarkan tingkat kegagalan (Ghozali, 2007). *Kupiec test* berdasarkan tingkat kegagalan (*failure rate*) mengukur jumlah perkecualian apakah konsisten dengan tingkat kepercayaan. Di bawah hipotesis nol bahwa VaR adalah benar (konsisten), jumlah dari perkecualian mengikuti distribusi binomial. Informasi yang dibutuhkan dalam uji ini adalah jumlah observasi (T), jumlah perkecualian (m) dan tingkat kepercayaan VaR. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah tingkat kegagalan (\hat{p}) yang teramati berbeda secara signifikan dengan p (1-tingkat kepercayaan VaR). Berdasarkan Kupiec (1995), statistik uji terbaik untuk *Kupiec test* berdasarkan tingkat kegagalan adalah dengan likelihood- ratio (LR) sebagai berikut:

$$LR_{FR} = -2 \ln \left(\frac{(1-p)^{T-m} p^m}{\left[1 - \left(\frac{m}{T}\right)\right]^{T-m} \left(\frac{m}{T}\right)^m} \right) \quad (2.10)$$

Di bawah hipotesis 0 bahwa VaR akurat, LR_{FR} mengikuti distribusi Chi-square (χ^2) dengan derajat bebas 1. Jika nilai dari LR_{FR} lebih dari nilai kritis distribusi χ^2 , hipotesis nol ditolak yang menunjukkan bahwa VaR tidak akurat (Jorion, 2002).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan diawali dengan mengurutkan data harga penutupan masing-masing saham dari yang terlama hingga yang terbaru. Kemudian dengan persamaan (2.1) dilakukan perhitungan *return* untuk masing saham. Selanjutnya pembentukan portofolio diawali dengan menghitung nilai ekspektasi dan varian untuk masing-masing *return* saham, serta menghitung kovarian untuk kedua saham dengan persamaan (2.4). Dari varian kovarian tersebut terbentuk matriks varian kovarian sebagai berikut:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 0,000468229 & 0,000188472 \\ 0,000188472 & 0,000474786 \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan persamaan (2.7) diperoleh bobot optimal untuk kedua saham berikut:

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} 2541,861804 & -1009,022963 \\ -1009,022963 & 2506,757032 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2541,861804 & -1009,022963 \\ -1009,022963 & 2506,757032 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} 0,505791772 \\ 0,494208228 \end{bmatrix}$$

w_1 merupakan bobot optimal untuk saham KLBF yang berarti investasi optimal pada saham KLBF dalam portofolio adalah 50,6% dari total investasi. Sedangkan w_2 merupakan bobot optimal untuk saham LPKR yang berarti investasi optimal pada saham LPKR dalam portofolio adalah 49,4% dari total investasi. Bobot ini digunakan untuk menghitung *return* portofolio antara saham KLBF dan LPKR dengan menggunakan persamaan (2.2). Hasil perhitungan lima *return* portofolio pertama sebagai berikut:

Tabel 3.1 Contoh hasil perhitungan *return* portofolio

<i>Date</i>	<i>Return KLBF (R_{tk})</i>	<i>Return LPKR (R_{tl})</i>	<i>Return Portofolio (R_{tp})</i>
1/3/2011	-	-	-
1/4/2011	-0.007547206	0.027779564	0.009911575
1/5/2011	0.007547206	0	0.003817315
1/6/2011	-0.022814678	0.013605652	-0.004815451
1/7/2011	-0.031252544	-0.055569851	-0.043270357
1/10/2011	-0.065597282	-0.043802623	-0.054826182

Selanjutnya penerapan prosedur *Hull and White* diawali dengan menghitung varian harian EWMA dengan persamaan (2.9), dan volatilitas harian merupakan akar dari varian harian.

Tabel 3.2 Contoh hasil perhitungan varian dan volatilitas harian

<i>No</i>	<i>Date</i>	<i>Return Portofolio (R_{tp})</i>	<i>R_{tp}²</i>	<i>Varian Harian (σ_{tp}²)</i>	<i>Volatilitas Harian (σ_{tp})</i>
1	1/4/2011	0.009911575	9.82393 x 10 ⁻⁵	9.82393 x 10 ⁻⁵	0.009911575
2	1/5/2011	0.003817315	1.45719 x 10 ⁻⁵	9.82393 x 10 ⁻⁵	0.009911575
3	1/6/2011	-0.004815451	2.31886 x 10 ⁻⁵	9.32193 x 10 ⁻⁵	0.009655013
4	1/7/2011	-0.043270357	0.001872324	8.90174 x 10 ⁻⁵	0.009434905
5	1/10/2011	-0.054826182	0.00300591	0.000196016	0.014000565
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
583	4/18/2013	-0.007025314	4.9355E-05	0.000259256	0.016101422
584	4/19/2013	0.026907446	0.000724011	0.000246662	0.015705468

Dari perhitungan di atas didapatkan volatilitas harian terbaru (s_{Tj}) yaitu 0,015705468. Kemudian dilakukan pengujian stasioneritas dari R_{tj}/s_{tj} dengan uji Augmented Dicky Fuller dan data tersebut dinyatakan stasioner. Selanjutnya dilakukan perhitungan *return* yang diperbaharui (*updated return*) menggunakan persamaan (2.8) dengan s_{Tj} adalah volatilitas harian terbaru yaitu 0,015705468.

Tabel 3.3 Contoh hasil perhitungan *return* baru

No	Date	R_{tp}/σ_{tp}	Return Baru (R_{tp}^*)
1	1/4/2011	1	0.015705468
2	1/5/2011	0.385137038	0.006048758
3	1/6/2011	-0.498751407	-0.007833124
4	1/7/2011	-4.586199738	-0.072028414
5	1/10/2011	-3.915997967	-0.061502581

Estimasi VaR dilakukan dengan *historical simulation* diawali dengan mengurutkan data *return* portofolio dari yang terkecil hingga terbesar. *Holding period* dalam kasus ini adalah satu hari, maka VaR yang dicari merupakan VaR harian. Jika diambil tingkat kepercayaan 95% ($p = 5\%$), maka VaR harian merupakan persentil ke-5 dari data *return* yang telah diurutkan. Dengan bantuan Microsoft Excel, didapatkan nilai VaR harian untuk tingkat kepercayaan 95% adalah -0,029570624 yang berarti bahwa kerugian terbesar yang mungkin dialami dalam investasi portofolio antara saham KLBF dan LPKR dengan tingkat kepercayaan 95% adalah sekitar 3% dari total exposure yang diinvestasikan. Sedangkan untuk tingkat kepercayaan 99% ($p = 1\%$), didapatkan nilai VaR harian = -0,051213785 yang berarti bahwa kerugian yang mungkin dialami dalam investasi portofolio antara saham KLBF dan LPKR dengan tingkat kepercayaan 99% adalah sekitar 5% dari total exposure yang diinvestasikan.

Back testing diperlukan untuk memvalidasi apakah VaR yang diestimasi adalah akurat atau konsisten dengan data. Salah satu metode *back testing* adalah dengan menggunakan *Kupiec test* yang berdasarkan frekuensi *return* sebenarnya yang melebihi nilai VaR (*exception*). *Exception* (m) dilambangkan dengan 1, sedangkan nilai *return* yang tidak melebihi VaR dilambangkan dengan 0. Total observasi *return* (T) adalah 584.

1. VaR 95% ($p = 0,05$)

Dengan *Excel* didapatkan jumlah *exception* (m) = 21

Hipotesis H_0 : VaR akurat
 H_1 : VaR tidak akurat

Taraf signifikansi : $\alpha = 5\%$

$$\begin{aligned} \text{Statistik uji} & : LR_{FR} = -2\ln\left(\frac{(1-p)^{T-m}p^m}{\left[1-\left(\frac{m}{T}\right)\right]^{T-m}\left(\frac{m}{T}\right)^m}\right) \\ & = -2\ln\left(\frac{(1-0,05)^{(584-21)}(584)^{21}}{\left[1-\left(\frac{21}{584}\right)\right]^{(584-21)}\left(\frac{21}{584}\right)^{21}}\right) \\ & = 2,675460696 \end{aligned}$$

- Kriteria uji : tolak H_0 jika $LR_{FR} > \chi^2_{(1;\alpha)}$
Keputusan : H_0 diterima karena $LR_{FR} = 2,675460696 < \chi^2_{(1;0,05)} = 3,84$
Kesimpulan : Pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, VaR akurat.
2. VaR 99% ($p = 0,01$)
Dengan *Excel* didapatkan jumlah *exception* (m) = 6
Hipotesis H_0 : VaR akurat
 H_1 : VaR tidak akurat
Taraf signifikansi : $\alpha = 5\%$
- Statistik uji : $LR_{FR} = -2\ln\left(\frac{(1-p)^{T-m}p^m}{\left[1-\left(\frac{m}{T}\right)\right]^{T-m}\left(\frac{m}{T}\right)^m}\right)$
 $= -2\ln\left(\frac{(1-0,01)^{(584-6)}(584)^6}{\left[1-\left(\frac{6}{584}\right)\right]^{(584-6)}\left(\frac{6}{584}\right)^6}\right)$
 $= 0,004388351$
- Kriteria uji : tolak H_0 jika $LR_{FR} > \chi^2_{(1;\alpha)}$
Keputusan : H_0 diterima karena $LR_{FR} = 0,004388351 < \chi^2_{(1;0,05)} = 3,84$
Kesimpulan : Pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, akurat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan *Value at Risk* menggunakan prosedur *volatility updating* Hull and White berdasarkan EWMA dapat diterapkan pada data yang tidak berdistribusi normal, karena prosedur tersebut merupakan modifikasi dari metode *historical simulation*.
2. Prosedur *volatility updating* Hull and White berdasarkan EWMA cocok diaplikasikan pada data heteroskedastik yang merupakan sifat dari sebagian besar data finansial, karena terdapat pembobotan untuk *return* melalui pembaharuan volatilitas dengan EWMA.
3. Dari perhitungan didapatkan nilai VaR harian untuk tingkat kepercayaan 95% adalah -0,029570624. Sedangkan untuk tingkat kepercayaan 99%, didapatkan nilai VaR harian adalah -0,051213785.
4. Berdasarkan hasil *back test*, baik VaR 95% maupun VaR 99% dinyatakan valid atau konsisten dengan data, sehingga kedua nilai VaR tersebut dapat digunakan.
5. VaR harian untuk tingkat kepercayaan 95% adalah -0,029570624 berarti kerugian terbesar yang mungkin dialami dalam investasi portofolio antara saham KLBF dan LPKR dengan tingkat kepercayaan 95% adalah sekitar 3% dari total exposure yang diinvestasikan. Sedangkan untuk tingkat kepercayaan 99% nilai VaR harian = -0,051213785 berarti kerugian yang mungkin dialami dalam investasi portofolio antara saham KLBF dan LPKR dengan tingkat kepercayaan 99% adalah sekitar 5% dari total exposure yang diinvestasikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [Depdikbud] Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1997. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Kedua*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Dowd, K. 2002. *An Introduction to Market Risk Measurement*. Chichester: John Wiley & Sons.

- Ghozali, I. 2007. *Manajemen Risiko Perbankan*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hull, J., White, A. 1998. *Incorporating Volatility Updating into The Historical Simulation for Value at Risk*. *Journal of Risk* (Fall). pp. 1-19. <http://www.smartquant.com>. (17 Maret 2013)
- Jorion, P. 2002. *Value at Risk : The New Benchmark for Managing Financial Risk Second Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Maruddani, D.A.I., Purbowati, A. 2009. *Pengukuran Value at Risk pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo*. *Media Statistika*, Vol. 2, No.2: Hal. 93-104. <http://www.ejournal.undip.ac.id>. (14 Maret 2013)
- Morgan, J.P. 1996. *RiskMetricsTM Technical Document, Fourth Edition*. New York: Morgan Guaranty Trust Company. <http://www.riskmetrics.com>. (18 April 2013)
- Sharpe, W.F., Alexander, G.J., Bailey, J. 1995. *Investasi, Jilid 1*. Henry Njooliangtik, Agustiono, penerjemah. Jakarta: Prenhallindo. Terjemahan dari: *Investment* 5th edition.
- Sitompul, A. 1996. *Pasar Modal "Penawaran Umum & Permasalahannya"*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Sunaryo, T. 2007. *Manajemen Risiko Finansial*. Jakarta: Salemba Empat.