

PENENTUAN NILAI *VALUE at RISK* PADA SAHAM IHSG MENGUNAKAN MODEL *GEOMETRIC BROWNIAN MOTION* DENGAN LOMPATAN

I Gede Arya Duta Pratama^{§1}, Komang Dharmawan², Luh Putu Ida Harini³

¹Jurusan Matematika Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: aryaduta1991@gmail.com]

²Jurusan Matematika Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: dharmawan.komang@gmail.com]

³Jurusan Matematika Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: ballidah@gmail.com]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

The aim of this research was to measure the risk of the IHSG stock data using the Value at Risk (VaR). IHSG stock index data typically indicates a jump. However, Geometric Brownian Motion (GBM) model can not catch any of the jumps. To view the jumps, it is necessary that the model was then developed into a Geometric Brownian Motion (GBM) model with Jumps. On the GBM model with Jumps, returns the data are discontinuous. To determine the value of VaR, the value of return to perform the simulation model of GBM with Jumps is required. To represent processes that contain jumps, discontinuous Poisson process using the Peak-Over Threshold is required. To determine the parameters of model, calibration of historical data using the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method is performed. VaR value for GBM model with Jumps with a 95% and 99% confidence level are -0,0580 and -0,0818 while VaR value for GBM model with a 95% and 99% confidence level are -0,0101 and -0,0199. VaR for GBM model with Jumps with a confidence level of 95% and 99% show greater than the model VaR for GBM.

Keywords: Geometric Brownian Motion with Jumps, Return, Value at Risk

1. PENDAHULUAN

Pasar modal menjadi instrumen penting dalam suatu perusahaan. Pasar modal merupakan salah satu pembentukan modal perusahaan, di samping dari modal sendiri. Selain sebagai pembentuk modal perusahaan, pasar modal menjadi indikator kualitas perusahaan melalui harga saham perusahaan. Pasar modal dalam melaksanakan fungsi ekonomi, menyediakan fasilitas untuk memindahkan dana dari pihak yang mempunyai kelebihan dana kepada pihak yang memerlukan dana. Pasar modal di Indonesia dikenal dengan nama Bursa Efek Indonesia (BEI). Pada BEI inilah instrumen pasar modal ada berupa saham. Sebagian besar perusahaan menanamkan modalnya atau melakukan

investasi pada bursa saham. Salah satunya di Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG).

Pada dasarnya kegiatan investasi mengandung unsur *return* (tingkat pengembalian saham) dan diimbangi dengan adanya risiko. Risiko yang dimaksudkan adalah tingkat potensi kerugian yang timbul karena perolehan hasil investasi yang diharapkan tidak sesuai dengan harapan. Metode yang digunakan untuk mengukur risiko yang diujicobakan oleh para pelaku pasar adalah *Value at Risk* (VaR) yang dipopulerkan oleh J.P. Morgan dan dianggap sebagai metode standar dalam mengukur risiko pasar. VaR adalah kerugian yang dapat ditoleransi dengan tingkat kepercayaan tertentu (Sunaryo [1]). Dalam perhitungan VaR dibutuhkan peramalan volatilitas. Volatilitas suatu data runtun waktu bisa

bersifat homoskedastik atau mempunyai nilai volatilitas yang konstan dan ada juga yang bersifat heteroskedastik yaitu mempunyai nilai volatilitas yang berubah-ubah. Metode yang digunakan untuk memodelkan volatilitas yang berubah-ubah di antaranya adalah *Exponential Weighted Moving Average* (EWMA) dan *Autoregressive/Generalized Autoregressive Conditionally Heteroskedastic* (ARCH/GARCH). Sedangkan metode yang digunakan untuk menghitung volatilitas yang konstan adalah menggunakan standar deviasi normal dengan menggunakan Model *Geometric Brownian Motion* (GBM).

Model GBM digunakan hampir pada semua bidang finansial. Model GBM menggunakan asumsi normal. Pengukuran volatilitas harga saham awalnya adalah formula penetapan harga opsi (*option pricing*) (Black & Scholes [2]). Pada model GBM *return* data berdistribusi normal (kontinu) (Brigo et al [3]). Dalam peramalan *return* pada saham IHSG terkadang muncul lompatan (*jump times*). Untuk melihat lompatan tersebut, maka diperlukan model untuk melihat lompatannya. Oleh karena itu model GBM kemudian dikembangkan lagi menjadi Model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan. Pada model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan, *return* data bersifat diskontinu yang memungkinkan untuk melihat seberapa banyak lompatan pada harga saham IHSG untuk menentukan nilai indeks pada saham IHSG.

Pada penelitian ini model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan digunakan untuk menentukan nilai *Value at Risk* (VaR) pada saham IHSG.

2. METODE PENELITIAN

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data penutupan (*close*) dari saham IHSG yang diperoleh dari situs www.yahoo.finance.com dengan periode yang diambil adalah 5 tahun (1 Juli 2009 hingga 1 Juli 2014). Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan

software Matlab 2009. Langkah-langkah dalam menentukan nilai VaR pada saham IHSG sebagai berikut.

Langkah pertama adalah mencari tingkat pengembalian (*return*). *Return* saham adalah hasil yang diperoleh dari investasi dengan cara menghitung selisih harga saham periode berjalan dengan periode sebelumnya dengan mengabaikan *dividen* (pembagian laba). Perhitungan *return* saham menggunakan metode *arithmetic return* sebagai berikut:

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

dengan R_t menyatakan *return* saham, P_t menyatakan harga saham pada periode t , dan P_{t-1} menyatakan harga saham pada periode $t - 1$.

Analisis sekuritas umumnya menggunakan metode *geometric return*, yang memberikan hasil yang tidak terlalu berbeda dibandingkan metode *arithmetic return*. Metode *geometric return* diformulasikan sebagai berikut:

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

Untuk penelitian ini menggunakan metode *geometric return* agar hasil *return* yang didapat tidak bias (Husnan [4]).

Selanjutnya langkah kedua adalah menentukan nilai statistik deskriptif yang akan dicari dalam proses ini didapat dengan memanfaatkan data nilai *return* saham IHSG. Langkah yang akan dilakukan adalah menghitung nilai *Average*, Standar Deviasi, *Skewness*, dan *Kurtosis* dari *return* saham IHSG.

Langkah ketiga untuk melihat lompatan yang terjadi pada *return* data saham IHSG dalam menentukan nilai VaR menggunakan proses Poisson. Proses Poisson adalah salah satu contoh proses stokastik dengan lintasan diskontinu dan digunakan untuk merepresentasikan proses-proses yang mengandung lompatan (*jump*) (Taylor & Karlin [5]). Sifat diskontinu ditunjukkan dengan adanya lompatan-lompatan pada

lintasan proses Poisson. Lompatan tersebut berada pada waktu-waktu acak yang disebut sebagai waktu lompatan (*jump times*).

Suatu proses Poisson dengan intensitas $\lambda > 0$ adalah sebuah proses stokastik $\{N(t); t \geq 0\}$ bernilai bilangan bulat yang memenuhi (Taylor & Karlin [5]):

- (a) untuk sebarang titik-titik waktu $t_0 = 0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n$, perubahan proses $N(t_1) - N(t_0)$, $N(t_2) - N(t_1), \dots, N(t_n) - N(t_{n-1})$ adalah variabel-variabel acak yang saling bebas.
- (b) untuk $s \geq 0$ dan $t > 0$, variabel acak $N(s+t) - N(s)$ memiliki distribusi Poisson yaitu $\Pr(N(s+t) - N(s) = k) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}$ untuk $k = 0, 1, \dots$
- (c) $N(0) = 0$

Notasi Pr pada bagian (b) menyatakan probabilitas. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sifat diskontinu pada proses Poisson menunjukkan adanya lompatan-lompatan pada lintasan Poisson dimana lompatan tersebut berada pada waktu-waktu acak yang disebut sebagai waktu lompatan (*jump times*).

Karena banyaknya *return* data saham IHSG (1217 data *return*), maka untuk melihat lompatan yang terjadi pada data saham IHSG menggunakan *Peak-Over Threshold* (POT) dengan persamaan:

$$F_u(y) = P(X - u \leq y | X > u), \\ 0 \leq y \leq x_{F^{-u}}.$$

Pada penelitian ini nilai data ekstrim atau lompatan yang dianalisis berada pada ekor kanan dan ekor kiri. Untuk mendapatkan nilai lompatan adalah dengan cara membatasi ambang batas atas dan ambang batas bawah sebesar 10% dari nilai *return* data saham IHSG.

Langkah keempat adalah menentukan suatu parameter yang cocok dari data historis untuk melakukan kalibrasi pada GBM digunakan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE) (Brigo et al.[3]). MLE dapat digunakan pada variabel acak dan diskrit. Konsep dasar MLE adalah untuk

menemukan estimasi parameter θ dari fungsi densitas peluang $f\theta$ dengan memaksimumkan fungsi likelihood.

Dalam melakukan penaksiran, digunakan MLE untuk mencari fungsi densitas peluang bersama dari X_1, X_2, \dots, X_n yaitu $f(X_1, X_2, \dots, X_n; \theta)$. Karena X_1, X_2, \dots, X_n merupakan sampel acak dari *iid* maka,

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n; \theta) = \\ f(X_1; \theta_1), f(X_2; \theta_2), \dots, f(X_n; \theta_n).$$

Untuk menentukan fungsi likelihood $\mathcal{L}(\theta)$ yang merupakan fungsi densitas peluang bersamanya dari $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, sehingga

$$\mathcal{L}(\theta) \equiv f_{\theta}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n f_{\theta}(x_i)$$

Estimasi MLE ditentukan dengan memaksimumkan fungsi likelihood. Karena nilai fungsi densitas bisa menjadi sangat kecil maka fungsi likelihood akan diubah menjadi loglikelihood yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathcal{L}^*(\theta) = \sum_{i=1}^n \log f_{\theta}(x_i)$$

Selanjutnya langkah terakhir adalah menentukan nilai *Value at Risk*. Setelah mendapatkan nilai parameter-parameter yang sesuai maka akan dilakukan simulasi model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan menggunakan persamaan (Brigo et al. [3]):

$$dS(t) = \\ \mu S(t)dt + \sigma S(t)dW(t) + S(t)dJ_t$$

Setelah melakukan simulasi selanjutnya menentukan nilai *Value at Risk* (VaR). Perhitungan nilai VaR menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dan tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$) dan periode waktu horizon 1 hari, 10 hari, dan 22 hari (Jorion [6]). Dalam perhitungan nilai VaR menggunakan persamaan (Hubbert [7]):

$$VaR_{\alpha} = \mu + \sigma \Phi^{-1}(\alpha) \sqrt{t}$$

3. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Menentukan nilai *return* dari data historis penutupan saham IHSG dengan menggunakan metode *geometric return*:

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

Perhitungan yang dilakukan adalah menghitung nilai R_t saat $t = 1$ sebagai berikut:

$$R_1 = \ln\left(\frac{2065,75}{2059,88}\right) = 0,002845628.$$

Dengan melakukan proses yang sama untuk nilai R_t dengan $1 \leq t \leq 1217$ dihitung dengan menggunakan *software* Matlab 2009.

Setelah mendapatkan nilai *return* dari data saham IHSG, selanjutnya dicari nilai *Average*, Standar Deviasi, *Skewness*, dan *Kurtosis* dari *return* saham IHSG, sehingga didapat hasil pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif	Nilai
<i>Average</i>	0,0007
Standar Deviasi	0,0124
<i>Skewness</i>	-0,5904
<i>Kurtosis</i>	8,1591

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa data penutupan (*close*) saham IHSG periode lima tahun (1 Juli 2009 hingga 1 Juli 2014) memiliki bentuk yang tidak simetris, yaitu mencong ke kiri karena memiliki nilai *skewness* negatif, dan memiliki ekor gemuk (*fat tail*) dilihat dari nilai *kurtosis* yang besar yaitu 8.1591, normalnya 3 yang disebabkan banyaknya data ekstrim atau lompatan pada data saham IHSG.

Untuk melihat lompatan yang terjadi pada *return* data saham IHSG dalam menentukan nilai *VaR* digunakan *Peak-Over Threshold* (POT). Langkah yang akan dilakukan adalah menghitung nilai ambang batas atas sebesar 10%, nilai ambang batas bawah sebesar 10%, banyak lompatan pada ekor kanan, dan banyak

lompatan pada ekor kiri, sehingga didapat pada hasil Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Ambang Batas Data Return Menggunakan Peak-Over Threshold.

Kuantil	Nilai
q ₁	-0,0134
q ₂	0,0137

Dari Tabel 2 terlihat bahwa q₁ merupakan batas nilai data ekstrim atau lompatan yang ditentukan dari *return* data saham IHSG dengan ambang batas 10% memiliki nilai -0,0134. Artinya nilai *return* yang lebih rendah dari -0,0134 merupakan lompatan yang terjadi pada data *return* saham IHSG. Sebanyak 1095 data bernilai negatif pada n₁ tidak termasuk lompatan. Oleh karena itu jumlah yang termasuk lompatan sebanyak (1217 - 1095 = 122) data *return*. Nilai q₂ merupakan batas nilai data ekstrim atau lompatan yang ditentukan dari *return* data saham IHSG dengan ambang batas 10% memiliki nilai 0,0137. Artinya nilai *return* yang lebih tinggi dari 0,0137 merupakan lompatan yang terjadi pada data *return* saham IHSG. Sebanyak 1095 data bernilai positif pada n₂ tidak termasuk lompatan. Oleh karena itu jumlah yang termasuk lompatan sebanyak (1217 - 1095 = 122) data *return*.

Setelah menentukan ambang batas dari *return* data saham IHSG menggunakan *Peak-Over Threshold* (POT), selanjutnya adalah menentukan intensitas lompatan (λ), rata-rata lompatan (μ_y), dan standar deviasi lompatan (σ_y). Parameter-parameter ini akan digunakan dalam melakukan simulasi *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan. Perhitungan nilai parameter λ , μ_y , dan σ_y dari *return* saham IHSG, sehingga didapat hasil pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Parameter

Parameter	Nilai
Intensitas Lompatan (λ)	0,1118
Rata-Rata Lomptan (μ_y)	0,0116
Standar Deviasi Lompatan (σ_y)	0,0109

Selanjutnya kalibrasi parameter akan digunakan untuk mencari parameter-parameter yang sesuai untuk mencocokkan data dengan model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan. Kalibrasi parameter pada model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan akan diselesaikan dengan menggunakan MLE pada log-return X dengan mengkondisikan pada saat melompat sehingga

$$\mathcal{L}^*(\theta) = \sum_{i=1}^n \log f(x_i; \mu, \mu_y, \lambda, \sigma, \sigma_y).$$

$$f_{\theta}(x_i) = (1 - \lambda\Delta t)f_N\left(x_i; \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t, \sigma^2\Delta t\right)$$

Persamaan di atas adalah campuran tak terbatas dari variabel acak *Gaussian*. Jika Δt kecil, biasanya proses lompatan Poisson paling banyak terjadi satu kali. Dengan memaksimalkan fungsi loglikelihood akan mendapatkan suatu nilai yang digunakan dalam optimalisasi algoritma pada penentuan parameter-parameter yang cocok dari data historis.

Setelah mendapatkan keluaran parameter-parameter yaitu meliputi (μ) , (σ) , (λ) , (μ_y) , dan (σ_y) maka selanjutnya melakukan simulasi model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan. Sebelumnya akan ditentukan dahulu nilai dari parameter-parameter yang akan digunakan dalam melakukan simulasi *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan yang bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Parameter Simulasi Geometric Brownian Motion dengan Lompatan

Parameter	Nilai
Average (μ)	0,0007
Standar Deviasi (σ)	0,0124
Intensitas Lompatan (λ)	0,1118
Rata-Rata Lompatan (μ_y)	0,0116
Standar Deviasi Lompatan (σ_y)	0,0109

Setelah melakukan simulasi *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan maka diperoleh parameter VaR untuk menentukan

risiko. Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam perhitungan nilai VaR adalah 95% ($\alpha = 0,05$) dan 99% ($\alpha = 0,01$) dan periode waktu yang digunakan adalah 1 hari, 10 hari, 22 hari. Dari hasil simulasi model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan, diperoleh parameter VaR yaitu *mean* dan *varians* (μ, σ) dari *return* hasil simulasi. Untuk perhitungan nilai VaR pada waktu 1 hari, 10 hari, dan 22 hari dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dan 99% ($\alpha = 0,01$) menggunakan persamaan

$$VaR_{\alpha} = \mu + \sigma\Phi^{-1}(\alpha)\sqrt{t}.$$

Nilai VaR dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dan tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$) dapat diperoleh dengan persamaan

$$VaR_{\alpha} = \mu + \sigma \times (-1.65) \times \sqrt{t}$$

$$\text{dan } VaR_{\alpha} = \mu + \sigma \times (-2.33) \times \sqrt{t}.$$

Nilai VaR pada simulasi model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai VaR tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$)

$(\alpha = 0,05)$			
Simulasi	1 hari	10 hari	22 hari
100	-0,0580	-0,1772	-0,2622
1000	-0,0590	-0,1883	-0,2735
10000	-0,0611	-0,1920	-0,2869

Nilai VaR pada simulasi model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan menggunakan tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$) ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai VaR tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$)

$(\alpha = 0,01)$			
Simulasi	1 hari	10 hari	22 hari
100	-0,0818	-0,2473	-0,3778
1000	-0,0843	-0,2670	-0,3933
10000	-0,0874	-0,2768	-0,3984

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 nilai VaR menggunakan model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan dengan tiga periode horizon berbeda menghasilkan nilai VaR yang beragam. Tanda (-) pada nilai

VaR yang didapatkan merupakan risiko atau kerugian maksimum yang ditanggung pada model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan.

Setelah memperoleh parameter terbaik dari model *Geometric Brownian Motion* selanjutnya dilakukan simulasi untuk menentukan parameter VaR dalam menentukan risiko. Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam perhitungan nilai VaR adalah 95% ($\alpha = 0,05$) dan 99% ($\alpha = 0,01$) dan periode waktu yang digunakan adalah 1 hari, 10 hari, dan 22 hari.

Untuk nilai VaR pada simulasi model *Geometric Brownian Motion* menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai VaR tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$)

$(\alpha = 0,05)$			
Simulasi	1 hari	10 hari	22 hari
100	-0,0101	-0,0421	-0,0504
1000	-0,0276	-0,1042	-0,1277
10000	-0,0331	-0,1447	-0,1827

Nilai VaR pada simulasi model *Geometric Brownian Motion* menggunakan tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$) ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai VaR tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$)

$(\alpha = 0,01)$			
Simulasi	1 hari	10 hari	22 hari
100	-0,0199	-0,0552	-0,1272
1000	-0,0402	-0,1313	-0,1584
10000	-0,0432	-0,2233	-0,2929

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8 diperoleh nilai VaR menggunakan model *Geometric Brownian Motion* dengan tiga periode horizon berbeda menghasilkan nilai VaR yang beragam. Tanda (-) pada nilai VaR yang didapatkan merupakan risiko atau kerugian maksimum yang ditanggung pada model *Geometric Brownian Motion*.

Setelah diperoleh nilai VaR model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dengan Lompatan dan model *Geometric Brownian*

Motion (GBM), sekarang akan dilihat perbandingan nilai VaR yang diperoleh dari kedua model tersebut, pada Tabel 9 sampai Tabel 11 dengan periode waktu horizon 1 hari, 10 hari, 22 hari menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dan tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$).

Tabel 9. Perbandingan nilai VaR model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dengan Lompatan dan model *Geometric Brownian Motion* (GBM)

Periode Horizon 1 hari		
Simulasi	$(\alpha = 0,05)$	
	GBM dengan Lompatan	GBM
100	-0,0580	-0,0101
1000	-0,0590	-0,0276
10000	-0,0611	-0,0331
Simulasi	$(\alpha = 0,01)$	
	GBM dengan Lompatan	GBM
100	-0,0818	-0,0199
1000	-0,0843	-0,0402
10000	-0,0874	-0,0432

Tabel 10. Perbandingan Nilai VaR Model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dengan Lompatan dan model *Geometric Brownian Motion* (GBM)

Periode Horizon 10 hari		
Simulasi	$(\alpha = 0,05)$	
	GBM dengan Lompatan	GBM
100	-0,1772	-0,0421
1000	-0,1883	-0,1042
10000	-0,1920	-0,1447
Simulasi	$(\alpha = 0,01)$	
	GBM dengan Lompatan	GBM
100	-0,2473	-0,0552
1000	-0,2670	-0,1313
10000	-0,2768	-0,2233

Tabel 11. Perbandingan nilai VaR Model Geometric Brownian Motion (GBM) dengan Lompatan dan Model Geometric Brownian Motion (GBM)

Periode Horizon 22 hari		
$(\alpha = 0,05)$		
Simulasi	GBM dengan Lompatan	GBM
100	-0,2622	-0,0504
1000	-0,2735	-0,1277
10000	-0,2869	-0,1827
$(\alpha = 0,01)$		
Simulasi	GBM dengan Lompatan	GBM
100	-0,3778	-0,1272
1000	-0,3933	-0,1584
10000	-0,3984	-0,2929

Berdasarkan Tabel 9 hingga 11 dapat diketahui bahwa nilai VaR menggunakan model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dengan Lompatan dan model *Geometric Brownian Motion* (GBM) dengan periode 1 hari, 10 hari, 22 hari dan tingkat kepercayaan yang berbeda didapat nilai VaR model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan lebih besar dibandingkan nilai VaR model *Geometric Brownian Motion*.

4. SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan uraian pada hasil dan pembahasan, maka diperoleh simpulan, yaitu:

Model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan dapat dipakai untuk mensimulasi nilai VaR dengan cara mencari *return* terlebih dahulu. Setelah itu melakukan kalibrasi menggunakan MLE (*Maximum Likelihood Estimation*). Selanjutnya menggunakan proses Poisson untuk mencari lompatan pada data *return* dengan metode *Peak-Over Threshold* (POT). Terakhir melakukan simulasi menggunakan model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan untuk mencari nilai VaR.

Hasil nilai VaR menggunakan model *Geometric Brownian Motion* dengan Lompatan pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dengan periode horizon 1 hari, 10

hari, 22 hari secara berturut-turut sebanyak 100 simulasi adalah -0,0580; -0,1772; -0,2622. Sedangkan pada tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$) dengan periode horizon 1 hari, 10 hari, 22 hari secara berturut-turut sebanyak 100 simulasi adalah -0,0818; -0,2473; -0,3778.

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya dalam penentuan data lompatan atau nilai data ekstrim dapat menggunakan metode Block Maxima. Selain itu penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel-variabel lainnya yang memengaruhi saham IHSG.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunaryo, 2007. *Manajemen Risiko Finansial*. Kedua ed. Jakarta: Edward Tanujaya.
- [2] Black, F. & Scholes, M., 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy*, 81(3), pp.637-54.
- [3] Brigo, D., Dalessandro, A., Neugebauer, M. & Triki, F., 2009. A Stochastic Processes Toolkit for Risk Management. *Journal of Risk Management in Financial Institutions*, 3.
- [4] Husnan, S., 2003. *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. Ketiga ed. Yogyakarta: Unit Penerbit dan Percetakan AMP YKPN.
- [5] Taylor, H.M. & Karlin, S., 1998. *An Introduction to Stochastic Modeling*. 3rd ed. London: Academic Press.
- [6] Jorion, P., 1996. Risk2: Measuring the Risk in Value at Risk. *Financial Analysts Journal*, 52(6), pp.47-56.
- [7] Hubbert, S., 2012. *Essential Mathematics for Market Risk Management*. 2nd ed. USA: Wiley.