Penggunaan Metode VaR (*Value at Risk*) dalam Analisis Risiko Investasi Saham dengan Pendekatan *Generalized Pareto Distribution* (GPD)

Ummi Zuhara, M. Sjahid Akbar dan Haryono
Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail: m_syahid_a@statistika.its.ac.id, haryono@statistika.its.ac.id

***Abstrak*— Investasi di pasar modal bertujuan untuk memperoleh *return*, sebesar-besarnya dengan risiko tertentu. Pengukuran resiko merupakan hal yang sangat penting berkaitan dengan investasi dana yang cukup besar, sehingga dapat mengurangi terjadinya kerugian berinvestasi. Salah satu metode yang berkembang pesat dan sangat populer dipergunakan saat ini ialah *Value at Risk* (VaR). Karena pada data finansial diduga mempunyai kecenderungan adanya kasus ekor gemuk (*heavy tailed*), maka pengukuran risiko dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan *Generalized Pareto Distribution* (GPD). Data yang digunakan adalah data saham Semen Gresik dari periode bulan Agustus 2007 sampai bulan Maret 2012. Hasil perhitungan VaR dengan metode GPD diperoleh besar risiko penanaman saham pada Semen Gresik dalam kurun waktu 20 hari ke depan terdapat potensi 1 hari diantaranya investor akan mengalami kerugian minimal Rp. 31.200.000,00.**

***Kata Kunci*—Ekor gemuk, GARCH, GPD, VaR**

I. PENDAHULUAN

PASAR modal merupakan salah satu alternatif investasi jangka panjang dan sebagai media investasi bagi pemodal. Tiap investasi antar saham yang dilakukan akan memberikan keuntungan dan risiko yang berbeda meskipun dalam sektor industri yang sama. Penyebab perbedaan ini adalah faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi manajemen, pemasaran, keadaan keuangan, kualitas produk dan kemampuan bersaing. Faktor eksternal terdiri dari kebijakan pemerintah, poleksosbudhankam (politik, ekonomi, sosial dan budaya, pertahanan dan keamanan), pesaing, serta selera dan daya beli masyarakat.

Harapan dari investor terhadap investasinya adalah memperoleh *return* sebesar-besarnya dengan risiko tertentu. Risiko merupakan besarnya penyimpangan antara tingkat pengembalian yang diharapkan *(expected return)* dengan tingkat pengembalian aktual *(actual return)* [1]. Pengukuran risiko merupakan hal yang sangat penting berkaitan dengan investasi dana yang cukup besar. Oleh sebab itu, pengukuran risiko perlu dilakukan agar risiko berada dalam tingkatan yang terkendali sehingga dapat mengurangi terjadinya kerugian berinvestasi. Salah satu metode yang berkembang pesat dan sangat populer dipergunakan saat ini ialah *Value at Risk* (VaR) yang dipopulerkan oleh J. P. Morgan pada tahun 1994.

Data deret waktu keuangan sebagian besar memiliki ekor distribusi yang gemuk (*heavy tailed*) yaitu ekor distribusi turun secara lambat bila dibandingkan dengan distribusi normal [2]. Hal ini menyebabkan peluang terjadinya nilai ekstrem yang dapat menyababkan bencana keuangan. Karena adanya kasus ekstrem maka perhitungan nilai VaR dilakukan dengan menggunakan metode *Generalized Pareto Distribution* (GPD).

II. METODOLOGI

A. Pengertian Return

Return suatu saham adalah hasil yang diperoleh dari investasi dengan cara menghitung selisih harga saham periode berjalan dengan periode sebelumnya dengan mengabaikan dividen. Nilai *return* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [3].

$$R_i = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \tag{1}$$

Dengan R_i adalah *return* saham, P_t harga saham pada periode ke-t dan P_{t-1} adalah harga saham pada periode t-1.

B. Statistika Deskrptif

Skewness merupakan derajat letak simetran atau kejauhan dari simetri suatu distribusi. Jika kurva frekuensi suatu distribusi mempunyai ekor yang lebih panjang ke kanan, maka distribusi tersebut mempunyai kemiringan positif. Sebaliknya jika distribusi mempunyai ekor yang lebih panjang ke kiri, maka mempunyai kemiringan negatif. Nilai skewness dari distribusi normal adalah nol [4].

Kurtosis merupakan ukuran kecenderungan data berada di luar distribusi. Kurtosis dari distribusi normal adalah 3, artinya jika kurtosis lebih besar dari 3 maka sampel data cenderung untuk di luar distribusi normal. Jika kurtosis lebih kecil dari 3, sampel data cenderung berada di dalam lingkupan distribusi normal [4].

C. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedas-ticity (GARCH)

GARCH merupakan suatu model yang dapat digunakan untuk memodelkan data deret waktu bidang finansial yang sangat tinggi nilai volatilitasnya. Pemodelan GARCH merupakan pengembangan yang dilakukan oleh Bollerslev pada tahun 1986 dari model *Autoregressive Conditional Heteroskedascity* (ARCH) yang diperkenalkan oleh Engle pada tahun 1982 dan telah berhasil diterapkan pada data keuangan [5]. Secara umum model GARCH (*k, l*) adalah

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p\varepsilon_{t-k}^2 + \omega_1\sigma_{t-1}^2 + \cdots + \omega_q\sigma_{t-l}^2$$

$$= \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \omega_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2)$$

dengan :
$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_q$ = nilai parameter dari GARCH
$\sigma_{t-1}^2, \sigma_{t-2}^2, \dots, \sigma_{t-q}^2$ = nilai varians
$k > 0$, $l > 0$
$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0$; i = 1, 2, 3, ..., k
$\omega_j \geq 0$; j = 1. 2, 3, ..., l

Tahap pertama dalam penyusunan model GARCH yaitu melakukan uji autokorelasi dan uji heteroskedastisitas. Pengujian autokorelasi dapat dilakukan dengan menggunakan uji Ljung-Box [6] dengan hipotesis sebagai berikut :
H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_k = 0$ (residual tidak berautokorelasi)
H_0 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0$ dengan j = 1, 2, 3, ..., K (residual berautokorelasi)
Statistik uji :

$$Q = n(n+2)\sum_{j=1}^{K} \frac{\rho_j^2}{n-j} \quad (3)$$

dengan :
n = banyaknya observasi; K = banyaknya lag yang berautokorelasi; dan ρ_j= fungsi autokorelasi pada lag j dari data deret waktu. Tolak H_0 apabila $Q > \chi^2_{\alpha,K}$ atau tolak H_0 apabila *p-value* < α yang berarti bahwa residual berautokorelasi.

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan uji Engle's ARCH [7]. Uji ini dilakukan untuk mengetahui keidentikan dari varians data.
H_0 : Homoskedastisitas, tidak ada efek ARCH-GARCH
H_1 : Heteroskedastisitas, terdapat efek ARCH-GARCH
Statistik Uji :

$$J_0 = TR^2 \quad (4)$$

dengan R^2 menyatakan koefisien korelasi. T merupakan jumlah kuadrat residual dalam regresi. Tolak H_0 apabila $U > \chi^2_{\alpha,2}$ atau *p-value* < α yang berarti terdapat efek ARCH-GARCH dalam residual.

Estimasi parameter terhadap model-model dugaan awal menggunakan metode *Maximum Likelohood Estimation* (MLE).
Hipotesis :
H_0 : $\beta = 0$ (parameter tidak signifikan)
H_1 : $\beta \neq 0$ (parameter signifikan)
Statistik Uji :

$$t = \frac{\hat{\beta}}{s\,(\hat{\beta})} \quad (5)$$

Dengan s merupakan standard deviasi. Tolak H_0 $|t| > t_{\alpha/2, df=n-1}$ atau jika atau *p-value* < α, yang berarti bahwa parameter telah signifikan pada tingkat kesalahan α.

Pemilihan model terbaik dari beberapa model yang yang layak, dapat dilakukan dengan beberapa kriteria yaitu [6]:

- AIC (*Akaike's Information Criterion*). Pada kriteria ini semakin kecil nilai AIC, maka model semakin baik dan layak untuk digunakan. Persamaan yang digunakan adalah :

$$AIC = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2m \quad (6)$$

dengan n merupakan banyaknya observasi; $\hat{\sigma}_a^2$ adalah estimasi maksimum likelihood dari σ_a^2 dan m merupakan banyaknya parameter dalam model

- BIC (*Bayesian Information Criterion*). BIC memberikan penalti yang besar terhadap penambahan parameter, sehingga mencegah terjadinya overfitting. Semakin kecil nilai BIC maka model semakin baik untuk digunakan. Persamaan dari BIC adalah sebagai berikut.

$$BIC = N \ln\left(\frac{SS}{N}\right) + m \ln N + N + N \ln(2\pi) \quad (7)$$

dengan :
SS = Sum Square Error; m = banyaknya parameter; *N* = banyaknya residual dan π = 3,14.

D. *Peaks Over Threshold* (POT)

Extreme *Value Theory* (EVT) secara luas digunakan dalam upaya menaksir terjadinya nilai ekstrem dalam reliabilitas, asuransi, hidrologi, klimatologi dan ilmu lingkungan. Dalam kaitannya dengan manajemen risiko, EVT dapat meramalkan terjadinya kejadian ekstrem pada data berekor gemuk yang tidak dapat dilakukan dengan pendekatan tradisional lainnya.

Metode POT merupakan suatu metode EVT yang mengidentifiksikan nilai ekstrem dengan menggunakan patokan atau *threshold* (u). Data yang melebihi nilai *threshold* akan didentifikasikan sebagai nilai ekstrem. Metode ini mengaplikasikan teorema Picklands-Dalkema-De Hann yang menyatakan bahwa semakin tinggi *threshold*, maka distribusinya akan mengikuti *Generalized Distribution Pareto* (GPD). *Cumulative density function* (cdf) dari GPD adalah sebagai berikut [8].

$$G_{\xi,\beta}(x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi x}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & \text{jika } \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) & \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Dan *probability density function* (pdf) untuk GPD adalah :

$$g_{\xi,\beta}(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta}\left(1 + \frac{\xi x}{\beta}\right)^{-1-\frac{1}{\xi}} & \text{jika } \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\beta} \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) & \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (9)$$

dengan :
$\beta > 0$ dan $x \geq 0$ jika $\xi \geq 0$
$0 \leq x \leq -\beta/\xi$ jika $\xi < 0$
ξ = parameter bentuk dari distribusi (*shape*)
β = parameter skala (*scale*)

Berdasarkan nilai parameter bayangan (*shape*), maka distribusi GPD dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu distribusi eksponensial (jika nilai $\xi = 0$); distribusi pareto (jika nilai $\xi > 0$); dan distribusi pareto tipe II (jika nilai $\xi < 0$). Dari ketiga tipe distribusi tersebut, distribusi pareto memiliki ekor yang paling berat (*heavy tailed*).

E. *Identifikasi Efek Generalized Distribution Pareto* (GPD)

Pengujian adanya efek GPD pada data dapat dilakukan dengan melihat QQ-plot dan *Mean Excess Function* (MEF) . QQ-plot (quantil-quantil plot) merupakan alat yang digunakan untuk melihat apakah sampel berasal dari distribusi tertentu secara visual. Dalam EVT, QQ-plot biasanya diplot terhadap distribusi eksponensial (yaitu, distribusi dengan ekor menengah) untuk mengukur ekor gemuk dari suatu distribusi. Jika data berasal dari distribusi eksponensial, maka titik-titik pada grafik akan terletak di sepanjang garis lurus. Apabila plot memiliki bentuk kurva cekung (konkaf) mengindikasikan adanya ekor gemuk, sedangkan QQ-plot yang berupa kurva cembung (konveks) merupakan indikasi data ekor kurus (*short-tailed*) [9].

MEF (*Mean Excess Function*) diplot dengan nilai patokan atau *threshold* (u) sebagai sumbu horisontal. Apabila MEF secara empiris memiliki kemiringan positif, maka terdapat indikasi bahwa data mengikuti distribusi GPD dengan parameter bentuk (ξ) positif. Sedangkan data yang mengikuti distribusi eksponensial akan menunjukkan MEF horisontal dengan kemiringan negatif. Pemilihan *threshold* pada penelitian ini adalah sebesar 10%, yang didasarkan pada pernyataan Chaves-Demoulin yang menyarankan untuk memilih *threshold* sedemikian sehingga data yang berada di atas *threshold* tersebut kurang lebih sekitar 10% dari keseluruhan data [10]. Perhitungan untuk MEF dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [9].

$$e_n(u) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - u)}{\sum_{i=1}^{n} 1_{\{X_i > u\}}} \quad (10)$$

F. Penaksir Parameter Generalized Distribution Pareto (GPD)

Parameter GPD dapat ditaksir dengan menggunakan maximum likelihood, dengan *threshold* (*u*) yang telah ditetapkan. Log-likelihood berdasarkan persamaan (9) pada *N upper* (N_u) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini [5].

$$\max_{\xi,\beta}\left\{-N\ln\beta - \left(1+\frac{1}{\xi}\right)\sum_{i=1}^{N}\ln\left[1+\frac{\xi}{\beta}\left(X_{k_i}-u\right)\right]\right\} \quad (11)$$

dengan $N = N(u)$ menunjukkan banyaknya observasi melebihi *threshold* (*u*) dan $X_{k_1}, X_{k_2}, \dots, X_{k_N}$ adalah nilai yang melebihi *threshold*.

G. Value at Risk (VaR)

VaR adalah adalah suatu statistik yang mengukur besar risiko berdasarkan posisi saat ini. VaR merupakan metode untuk menilai risiko menggunakan teknik statistik standar yang secara rutin digunakan di bidang teknik lainnya [11]. VaR merupakan q% quantil dari distribusi nilai total loss, persamaan umum dari VaR yaitu :

$$\mathrm{VaR}_{q\%} = F^{-1}(q\%) \quad (12)$$

Dengan F adalah fungsi distribusi kumulatif (cdf) dari nilai total loss, dan F^{-1} merupakan invers dari F. Jika F(x) adalah distribusi nilai total loss x dan u merupakan nilai *threshold*, maka nilai *Excess Over Threshold* (EOT) adalah x-u. Dalam hal ini hanya kondisi dengan x > u, yaitu EOT positif yang diperhatikan. Maka distribusi untuk EOT adalah:

$$F_u(y) = \frac{P\{X-u \le y | X > u\}}{P\{X>u\}} = \frac{F(y+u)-F(u)}{1-F(u)} \quad (13)$$

Atau dapat ditulis dengan

$$F(y+u) = [1-F(u)][F_u(y)] + F(u) \quad (14)$$

$F_u(y)$ pada persamaan (13) akan terdistribusi secara GPD, sehingga nantinya akan dipenuhi fungsi sebagai berikut :

$$F_u(y) = \begin{cases} 1-\left(1+\dfrac{\xi y}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & \text{jika } \xi \neq 0 \\ 1-\exp\left(-\dfrac{y}{\beta}\right) & \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Untuk nilai *threshold* yang sangat besar, maka $F(u)$ akan mendekati $(n-N_u)/n$ dengan n merupakan banyaknya semua poin data nilai total loss dan N_u ialah banyaknya data yang berada di atas *threshold.* Sehingga persamaan (14) dapat diuraikan sebagai berikut :

$$F(x) = 1 - \frac{N_u}{n}\left(1+\xi\frac{x-u}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\xi}} \quad (16)$$

Dengan probabilitas $q > F(u)$ maka perhitungan VaR didapatkan dengan melakukan invers terhadap persamaan (16), Perhitungan VaR untuk GPD adalah sebagai berikut [8].

$$\widehat{\mathrm{VaR}}_q = u + \frac{\hat{\beta}}{\hat{\xi}}\left(\left(\frac{n}{N_u}(1-q)\right)^{-\xi} - 1\right) \quad (17)$$

Dengan :
u = *threshold*
$\hat{\xi}$ = parameter bentuk dari distribusi (*shape*)
$\hat{\beta}$ = parameter skala (*scale*)
n = banyaknya pengamatan
N_u = banyaknya pengamatan di atas *threshold*

VaR dinamik GPD untuk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [8]:

$$\mathrm{VaR}_t = \hat{\mu}_t + \hat{\sigma}_t \widehat{\mathrm{VaR}}_q \quad (18)$$

Dengan $\hat{\mu}_t$ merupakan *expected return* dan $\hat{\sigma}_t$ adalah standard deviasi dari model GARCH

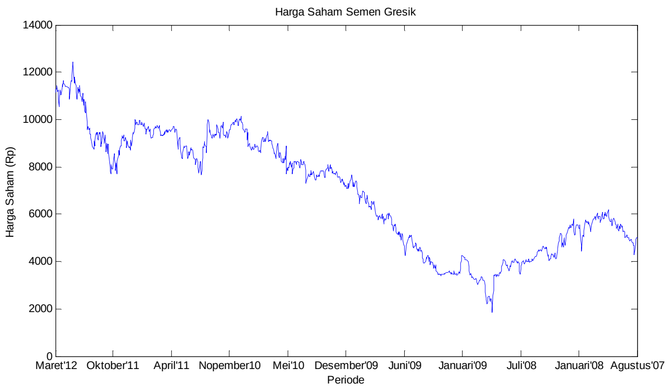
H. Langkah Analisis

Langkah analisis yang akan digunakan antara lain :

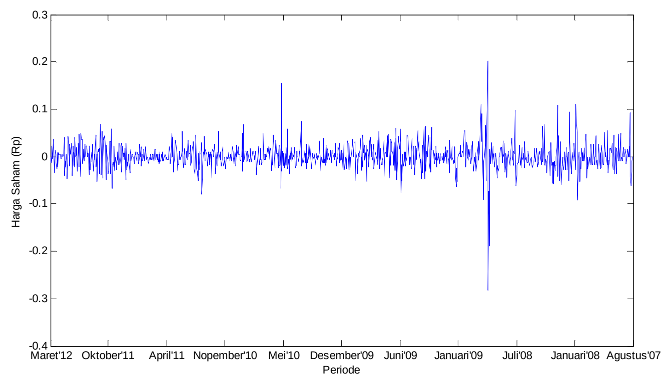
a. Menghitung nilai *return* saham.
b. Menghitung nilai mean, varians, skewness dan kurtosis daru *return* saham untuk mengetahui karakteristik data.
c. Mengidentifikasi data berekor dan nilai ekstrem melalui QQ-plot dan *Mean Excess Function* (MEF).
d. Menguji adanya efek autokorelasi menggunakan statistik uji *Ljung-Box* dan heteroskedastisitas menggunakan uji Engle's ARCH pada data *return* saham terhadap rata-ratanya.
e. Uji *Ljung-Box* dan uji Engle's ARCH pada data *return* saham terhadap rata-ratanya yang dikuadratkan.
f. Melakukan pengujian estimasi parameter GARCH., dan pemilihan model terbaik dari GARCH.
g. Menguji kembali adanya efek autokorelasi dan heteroskedastisitas pada residual yang didapatkan dari model GARCH dengan menggunakan uji *Ljung-Box* dan uji Engle's ARCH.
h. Menghitung nilai estimasi parameter extreme value dengan menggunakan metode GPD (*Generalized Pareto Distribution*) menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).
i. Menghitung besar risiko penanaman saham dengan menggunakan *Value at Risk* (VaR_t)

III. HASIL DAN DISKUSI

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data saham Semen Gresik pada saat *closing price* bulan Agustus 2007 sampai bulan Maret 2012. Pemilihan saham pada saat *closing price* dikarenakan harga penutupan pada hari ini dijadikan acuan harga pada saat pembukaan pada hari selanjutnya. Gambar 1 menunjukkan harga saham membentuk pola tidak random (acak), hal ini mengindikasikan data memiliki nilai ekstrem.



Gambar. 1. Harga saham Semen Gresik



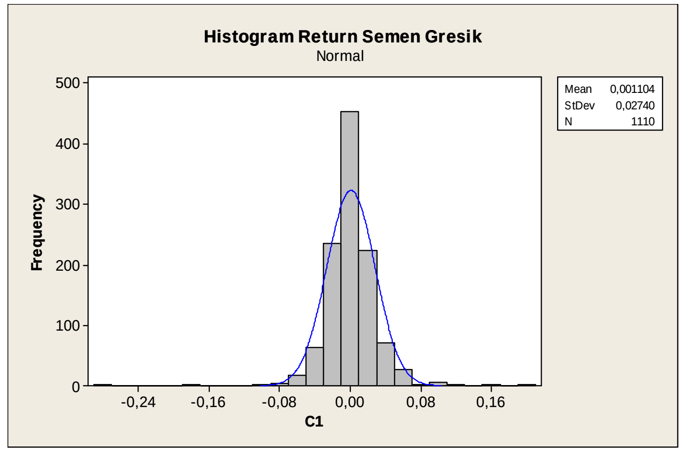
Gambar. 2. Plot *return* saham Semen Gresik

Gambar 2 menunjukkan *return* saham memiliki varians tidak konstan. Hal ini mengidikasikan adanya nilai ekstrem pada data.

Tabel 1.
Statistika deskriptif *return* saham Semen Gresik

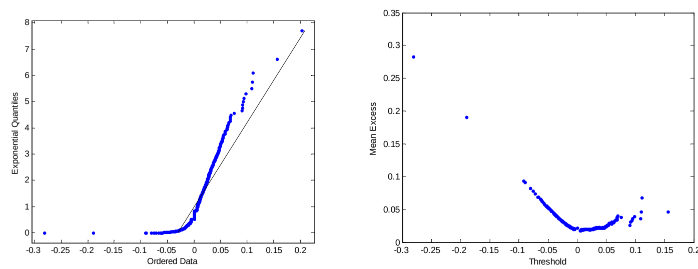
Mean	Varians	Skewness	Kurtosis
0,001104	0,000751	-0,47	16,27

Tabel 1 data *return* saham Semen Gresik memiliki nilai skewness yang tidak sama dengan nol yaitu -0,47. Nilai skewness yang negatif menunjukkan bahwa distribusi tersebut miring ke kanan dan memiliki ekor yang panjang di kiri. Nilai kurtosis lebih besar dari tiga yaitu sebesar 16,27 menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal dan data *return* cenderung memiliki distribusi tidak normal. Hal ini juga dapat dilihat pada histogram Gambar 3 yang menunujukkan bentuk histogram tidak simetris sehingga mengindikasikan data tidak berdistribusi normal.



Gambar. 3. Histogram *return* saham Semen Gresik

Identifikasi data berekor dan nilai ekstrem pada data *return* Semen Gresik dapat dilihat dengan menggunakan QQ-plot dan MEF seperti Gambar 4 (a) dan Gambar 4 (b). Pada Gambar 4 (a) terlihat bahwa QQ-plot memiliki kecekungan konveks, yang mengindikasikan adanya data berekor kurus (*short-tailed)*. Gambar 4 (b) plot MEF menunjukkan kemiringan negatif, sehingga dapat dikatakan data berekor kiri.



(a) (b)

Gambar. 4. (a) QQ-plot *Return* Semen Gresik. (b) Plot Mean Excess Function (MEF) *Return* saham.

Untuk mengetahui apakah data *return* saham memiliki korelasi antar periodenya, maka dilakukan uji Ljung Box Q-statistik yang tersaji pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa lag 30, 40 dan 50 memliki nilai H = 0 (gagal tolak H_0) yang artinya tidak terdapat korelasi pada pengamatan lag 30, 40 dan 50. Sedangkan pada lag 10 dan 20 menunjukkan adanya korelasi karena nilai H = 1. Sehingga untuk lebih memastikan ada atau tidaknya korelasi dapat dilihat nilai dari kuadrat korelasinya seperti pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 2.
Estimasi dan hasil uji Ljung-Box Q statistik *return*

Lag	H	P	Qstat	CV
10	1,0000	0,0345	19,4872	18,3070
20	1,0000	0,0249	34,1841	31,4104
30	0	0,1164	39,4315	43,7730
40	0	0,2042	47,1182	55,7585
50	0	0,2590	56,0300	67,5048

Tabel 3.
Estimasi dan hasil uji Ljung-Box Q statistik kuadrat *return*

Lag	H	P	Qstat	CV
10	1,0000	0	334,7412	18,3070
20	1,0000	0	374,3841	31,4104
30	1,0000	0	376,2134	43,7730
40	1,0000	0	377,4462	55,7585
50	1,0000	0	379,0708	67,5048

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada lag ke 10, 20, 30, 40 dan 50 mempunyai nilai H = 1 (tolak H_0), sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat korelasi pada data *return*. Hasil tersebut menunjukkan model GARCH layak untuk digunakan.

Tabel 4 menunjukkan bahwa data *return* memiliki varians yang tidak identik. Hal ini dapat dilihat pada lag 10, 20, 30, 40 dan 50 yang seluruhnya memiliki nilai H = 1 (tolak H_0). Sehingga dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu estimasi parameter.

Tabel 4.
Hasil uji efek ARCH-GARCH *return*

Lag	H	P	Archstat	CV
10	1,0000	0	223,8066	18,3070
20	1,0000	0	235,3654	31,4104
30	1,0000	0	234,6282	43,7730
40	1,0000	0	233,7003	55,7585
50	1,0000	0	233,2769	67,5048

Tabel 5.
Hasil estimasi parameter model GARCH *return*

GARCH	Parameter	Value	Standard Error	T Statistik
(1,1)	K	0.00021675	2.4353e-005	8.9005
	GARCH(1)	0.29896	0.053665	5.5710
	ARCH(1)	0.39198	0.039245	9.9880
(2,1)	K	0.00020243	2.5081e-005	8.0710
	GARCH(1)	0.19535	0.076995	2.5371
	GARCH(2)	0.11842	0.063669	1.8600
	ARCH(1)	0.39957	0.041106	9.7203
(1,2)	K	0.00021671	5.1461e-005	4.2111
	GARCH(1)	0.29906	0.14992	1.9948
	ARCH(1)	0.39195	0.039243	9.9878
	ARCH(2)	0	0.081832	0.0000

Tabel 6.
Nilai AIC dan BIC model GARCH *return*

	GARCH (1,1)	GARCH (1,2)	GARCH (2,1)
AIC	-5.1821	-5.1801	-5.1817
BIC	-5.1620	-5.1550	-5.1567

Tabel 6 menunjukan bahwa GARCH (1,1) memiliki nilai BIC maupun AIC paling kecil diantara kedua model lainnya yaitu GARCH (1,2) dan GARCH (2,1). Sehingga model GARCH (1,1) yang dipilih untuk meramalkan volatilitas *return* saham. Model dari GARCH (1,1) dapat dituliskan sebaai berikut.

$$\sigma_t^2 = 0{,}00021675 + 0{,}29896\sigma_{t-1}^2 + 0{,}39198\varepsilon_{t-1}^2$$

Selanjutnya akan dilakukan pengujian signifikansi parameter dari model GARCH (1,1) dengan α = 5 %. Nilai t_{hitung} untuk parameter α_0 lebih besar dari t_{tabel} yaitu 8,90>1,980, yang artinya parameter signifikan. Nilai T satistik (t_{hitung}) untuk parameter α_1 (GARCH (1)) dan w_1 (ARCH (1)) juga lebih besar dari nilai t_{tabel} sehingga dapat dikatakan parameter-parameter GARCH (1,1) telah signifikan.

Pengujian kembali efek ARCH-GARCH dan melakukan uji Ljung Box Q-statistik terhadap standard residual kuadrat yang diperoleh dari model GARCH (1,1). Seperti pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut ini.

Tabel 7.
Estimasi dan hasil uji Ljung-Box Q statistik residual GARCH

Lag	H	P	Qstat	CV
10	0	0,55130	8,7988	18,3070
20	0	0,7420	15,5849	31,4104
30	0	0,7135	25,2362	43,7730
40	0	0,7786	32,9253	55,7585
50	0	0,8641	39,2200	67,5048

Tabel 8.
Hasil uji efek ARCH-GARCH residual GARCH

Lag	H	P	Archstat	CV
10	0	0.8605	5.4326	18,3070
20	0	0.4341	20.3849	31,4104
30	0	0.5994	27.4530	43,7730
40	0	0.2175	46.6620	55,7585
50	0	0.4642	50.2320	67,5048

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada seluruh lag telah gagal tolak H_0, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terdapat korelasi pada residual. Pengujian adanya efek ARCH-GARCH pada residual seperti disajikan pada Tabel 8 menunjukkan bahwa tidak lagi ditemukan efek ARCH-GARCH. Sehingga dapat dikatakan bahwa model GARCH (1,1) telah sesuai untuk memodelkan data *return* saham.

Langkah selanjutnya setelah didapatkan model terbaik yaitu GARCH (1,1) dan standard residual dari model telah memenuhi asumsi, maka analisis dapat dilanjutkan dengan menggunakan analisis GPD seperti tersaji pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9.
Estimasi parameter GPD

Karakteristik	Nilai
Threshold (u)	0,0263
Banyaknya pengamatan (n)	1110
Banyaknya pengamatan di atas *threshold* (N_u)	630
Parameter skala (scale) $\hat{\beta}$	0,6280
Parameter bentuk (shape) $\hat{\xi}$	-0,0422

Tabel 9 menunjukkan bahwa banyaknya pengamatan di atas *threshold* (N_u) adalah 630 pengamatan dari banyaknya pengamatan (n) sebanyak 1110. Nilai *threshold* sebesar 0,0263 yang menunjukkan dimulainya ekor (tail). Hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa besarnya parameter skala sebesar 0,6280 dan parameter bentuk sebesar -0,0422. Setelah didapatkan nilai estimasi parameter untuk GPD maka dihitung nilai VaR GPD sebagai berikut:

$$\widehat{\text{VaR}}_{0.95} = 0{,}0263 + \frac{0{,}6280}{-0{,}0422}\left(\left(\frac{1110}{630}(1-0{,}95)\right)^{-(-0{,}0422)} - 1\right)$$
$$= 1{,}4763$$

Berdasarkan persamaan (18), maka didapatkan nilai VaR dinamik sebesar $\text{VaR}_t = \hat{\mu}_t + 1{,}4763\ \hat{\sigma}_t = 0{,}0312$

Nilai VaR sebesar 0,0312 menunjukkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, maka kemungkinan kerugian minimal pada 1 hari ke depan adalah 3,12% rupiah dari aset saat ini. Misalkan aset saat ini adalah Rp. 1 milyar, maka kemungkinan kerugian minimal sebesar Rp 31.200.000,-. Atau dapat dikatakan bahwa dalam kurun waktu 20 hari ke depan terdapat potensi 1 hari diantaranya investor akan mengalami kerugian minimal Rp 31.200.000,-.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Besar risiko penanaman saham pada Semen Gresik adalah sebesar 3,12% rupiah dari aset saat ini. Misalkan aset saat ini adalah Rp. 1 milyar, maka kemungkinan kerugian minimal sebesar Rp 31.200.000,-. Dengan kata lain dalam kurun waktu 20 hari ke depan terdapat potensi 1 hari diantaranya, investor akan mengalami kerugian minimal Rp 31.200.000,-.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak atas dukungan yang telah diberikan. Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan Statistika ITS, M. Sjahid Akbar, S.Si, M.Si dan Drs . Haryono, MSIE selaku dosen pembimbing. Bapak dan Ibu penulis serta ke tiga saudara perempuanku Mbak Iin, Mbak Hanum dan Mbak Kiki, serta para sahabat penulis di jurusan Statistika ITS.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Halim, A. (2005). *Analisis Investasi.* Edisi 2. Jakarta : Salemba Empat.

[2] Hastaryta, R dan Efffendie, A. R. (2006). *Estimasi Value-At-Risk dengan Pendekatan Extreme Value Theory- Generalized Pareto Distribution (Studi Kasus IHSG 1997-2004)*. Jurnal Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Vol 16, No 2.

[3] Ross, A Stephen. Westerfield, Randolph W. Jordan, Bradford D. (2003). *Fundamentals of Corporate Finance* Sixth edition. New York: Mc Graw-Hill.

[4] Dajan, A. (1991). *Pengantar Metode Statistik, jilid I.* Jakarta: Pustaka LP3ES.

[5] Manganelli, S., dan Engle, R. F. (2001). Value at Risk Models in Finance. *Working Paper no 75* European Central Bank (ECB) Germany.

[6] Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. New York: Addison Wesley Publishing Company, Inc.

[7] Danielsson, J. (2011). *Financial Risk Forecating*. Inggris: John Wiley & Sons.

[8] McNeil, A. J. (1999). *Extreme Value Theory for Risk Managers*. Zurich: Departement Mathematic ETH Zentrum.

[9] Gencay, R., Faruk, S dan Ulugülyagci, A**.** (2001). EVIM: A Software Package for Extreme Value Analysis in MATLAB**.** Journal Article**:** *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*., 5(3).

[10] Juliastuti, D. (2007). *Implementasi Metode Extreme Value Theory dalam Pengukuran Risiko Operasional (Studi Kasus pada PT. Bank AAA)*. Tesis Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

[11] Jorion, P. (2001). *Value at Risk : The New Benchmark for Managing Financial Risk, 3nd*. New York: McGraw-Hill Companies.