**Estimasi *Value At Risk* Dinamis Menggunakan Metode *Block Maxima***

***Estimation Value at Risk Dynamic Using the Block Maxima***


**Paridi[1], Lienda Noviyanti[2], Budhi Handoko[3]**

[1]*Program Studi Magister Statistik Terapan FMIPA UNPAD*

[2]*Jurusan Statistik FMIPA UNPAD*

Alamat Korespondensi: Program Studi Magister Statistik FMIPA, jl. Ir. H. Juanda No. 4 Bandung

(email: idi_faza@yahoo.co.id)



Singkatan: *Block Maxima, Extreme Value Teory, Generalized Extreme Value Distribution, Value at Risk, Generalized Autoregresive Conditionally, Heteroscedastic*.

**Abstrak**

Penelitian ini membahas metode untuk mengestimasi *Value at Risk* (VaR) Dinamis kasus heteroskedastik runtun waktu finansial. Metode yang digunakan adalah memanfaatkan proses model *Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic* (GARCH) dan *Extreme Value Theory* (EVT) untuk menghitung VaR statis menggunakan metode *Block Maxima*. Model GARCH digunakan untuk estimasi volatilitas dan metode EVT digunakan untuk estimasi ekor distribusi. Distribusi yang digunakan dalam EVT adalah *Generalized Extreme Value* (GEV) *Distribution*.



**Kata kunci**: *Block Maxima, Extreme Value Teory, Generalized Extreme Value Distribution, Value at Risk, Generalized Autoregresive Conditionally, Heteroscedastic*.



***Abstract***

*This study discusses a method to estimate Value at Risk* (VaR) *heteroscedastic case dynamic of financial time series. Method is used to use model process of Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic* (GARCH) *and Extreme Value Theory* (EVT) *to count VaR static in using Block Maxima method. GARCH method is used to estimate volatility and* EVT *method is used to estimate distribution tail. Distribution used in* EVT *is Generalized Extreme Value* (GEV) *Distribution.*



***Keywords***: *Block Maxima, Extreme Value Teory, Generalized Extreme Value Distribution, Value at Risk, Generalized Autoregresive Conditionally, Heteroscedastic*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan ekonomi pada suatu negara dapat dilihat dari perkembangan pasar modal dan industri sekuritas. Pasar modal mempunyai peranan penting sebagai salah satu tempat investasi keuangan dalam dunia perekonomian. Selain itu, pasar modal juga merupakan tempat untuk mempertemukan pihak yang kelebihan dana (*lender*) dan pihak yang membutuhkan dana (*borrower*). Menurut Ross (1995) perhitungan volatilitas dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya dengan deviasi standar namun metode tersebut dinilai kurang memiliki akurasi yang tepat karena belum memperhitungkan varian residual yang tidak konstan sebagai implikasi dari volatilitas yang terjadi dalam suatu data *series*. Varian yang tidak konstan ini pada umumnya disebut juga sebagai kondisi heteroskedastisitas.

Untuk mengatasi volatilitas yang bersifat heteroskedastis maka digunakan model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) yang pertama kali diperkenalkan oleh Engle (1982) dan dikembangkan menjadi *Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic* (GARCH) oleh Bollerslev (1987) untuk mengatasi penaksiran parameter yang banyak pada orde ARCH yang tinggi.

McNeil (1998) mengatakan metode BM merupakan metode klasik dalam EVT yang mengidentifikasi nilai ekstrim berdasarkan nilai maksimum dari data observasi yang dikelompokkan berdasarkan periode tertentu. Metode ini mengaplikasikan teorema Fisher Tippett yang menyatakan bahwa dengan data sampel kerugian *independent identically distributed* (iid) jika ukuran sampel *N* diperbesar yang terdiri dari nilai maksimum pada suatu interval waktu tertentu diperkirakan akan mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) (Gilli M dan Kellezi, 2006).

Singh dkk, (2011) mengatakan pemodelan VaR menggunakan EVT yang mengasumsikan bahwa data *return* terdistribusi secara stasioner dikenal dengan istilah VaR statis. EVT dapat juga dipakai dalam memodelkan VaR secara dinamis, denga menggunakan model GARCH terbaik dalam menentukan volatilitas. Model VaR dinamis memanfaatkan proses ARCH/GARCH dalam menghitung VaR dengan BM. Model VaR dinamis bereaksi secara dinamis terhadap perubahan nilai indeks pasar dan selanjutnya melakukan perubahan nilai VaR. Metode peramalan VaR secara dinamis menggunakan EVT dan memanfaatkan model GARCH dalam memodelkan volatilitas indeks pasar. Pemanfaatan GARCH dalam menaksir volatilitas akan menghasilkan suatu peramalan VaR satu hari ke depan terhadap data *return* indeks saham.

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk estimasi VaR dinamis adalah dengan memodelkan VaR statis menggunakan metode BM yang memanfaatkan model GARCH terbaik.

## 2. Metode

### 2.1 *Return*

*Return* merupakan hasil yang diperoleh dari investasi. *Return* dapat berupa *return* realisasi yang sudah terjadi atau *return* ekspektasi yang belum terjadi tapi yang diharapkan akan terjadi di masa mendatang. Perhitungan *return* untuk saham ke-*i* pada periode ke-*t* dalam horizon 1 hari (24) jam dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R_{it} = \ln\left(\frac{P_{it}}{P_{i(t-1)}}\right) . \qquad (1)$$

dengan

$R_{it}$ : *Return* investasi ke-*i* pada waktu ke-*t*

$P_{i(t-1)}$ : Harga penutupan saham ke-*i* pada periode ke *t-1*

$P_{it}$ : Harga penutupan saham ke-*i* pada periode ke-*t*

### 2.2 *Value at Risk*

VaR adalah nilai kemungkinan yang memberikan informasi yang penting tentang probabilitas dan jumlah nilai kerugian, dinyatakan secara sederhana dan mudah dimengerti tentang pengukuran unit aset yang merugi (Jorion, 1996; Dowd, 2002). Misalkan $0 < \sim < 1$ dan $F$ adalah fungsi distribusi dari variabel random $X$ yang merupakan tingkat kerugian dari suatu investasi dalam periode tertentu. Nilai khusus untuk $\sim$ adalah $\sim = 95\%$ dan $\sim = 99\%$. Maka dari variabel random $X$ pada kuantil $\sim$ adalah

$$VaR_{\sim}(X) = x_{\sim} = F^{-1}(1-\sim). \qquad (2)$$

Secara matematis, VaR dengan tingkat keyakinan $\sim$, di notasikan $\Phi(\sim)$, dinyatakan sebagai bentuk kuantil ke $1-\sim$ dari distribusi *return*. Jika ditulis $f(R)$ sebagai fungsi densitas peluang dari $R$ dan $F(R)$ sebagai fungsi distribusi kumulatif

(CDF), maka secara sederhana dapat dinyatakan VaR dari $R$ pada tingkat keyakinan $\sim$ sebagai:

$$F(\Phi) = (1 - \sim). \qquad (3)$$

Bentuk invers dari fungsi tersebut untuk menghitung nilai VaR, yaitu:

$$\Phi = F^{-1}(1 - \sim). \qquad (4)$$

Dalam hal ini, VaR merupakan bentuk invers dari fungsi distribusi kumulatif (CDF) (Jorion, 1996).

### 2.3 *Extreme Value Teory* (EVT) dan Menentukan Nilai Maksimum

Peristiwa ekstrim adalah peristiwa yang jarang terjadi serta sering disebut juga sebagai *outlier*. Pemodelan data-data yang bersifat ekstrim, ada salah satu teori yang dapat diaplikasikan untuk masalah tersebut. Teori ini dikenal dengan nama EVT, Embrechts (1997) menjelaskan untuk mendapatkan nilai ekstrim dengan metode BM, digunakan pendekatan Hill estimator yang diperkenalkan pada tahun 1975. Terlebih dahulu menentukan nilai batas minimum sebagai nilai acuan pengambilan data ekstrim. Penentuan nilai batas minimum nilai ekstrim dengan menggunakan metode persentase didapatkan dengan cara sebagai berikut.

1. Mengurutkan data dari yang terbesar hingga terkecil.
2. Menghitung 10% dari jumlah data ($k$)

   $k$ = 10% x $N$ (5)

   $N$ = jumlah data.
3. Menentukan nilai batas minimal nilai ekstrim yaitu berada pada data urutan ke-$(k+1)$

### 2.4 *Generalized Extreme Value (GEV) Distribution*

Distribusi GEV adalah sebuah distribusi yang dibangun dari EVT karena distribusi ini merupakan generalisasi dari distribusi *Extreme Value*. Dalam distribusi GEV digunakan sebagai pendekatan untuk memodelkan nilai *maxima* dari sederetan variabel random. Fisher – Tippett (1928) dan Gnedenko (1943) membuktikan bahwa nilai *maxima* sampel untuk variabel random $X_t$ adalah $M_t = X_t$, $M_n = \max(X_1, X_2, \ldots, X_n)$, dengan $n \geq 2$. Untuk variabel-variabel random $X_t, t = 1,2,3,\ldots, n$ yang bersifat identik independen dan terdistribusi (iid) dengan fungsi distribusi kumulatif (CDF) $F(x) = P(X_t \le x_i)$ dan pada konstanta $c_n > 0$ dan $d_n \in R$, terdapat suatu fungsi distribusi $H$ sedemikian sehingga $c^{-1}_{n\,n}(M_n - d_n) \xrightarrow{dist} H$, maka $H$ akan mengikuti salah satu dari ketiga distribusi nilai ekstrim berikut ini (Embrechts, 1997).

$$\text{Frechet: } \Phi_{\sim}(x) = \begin{cases} 0, & x \le 0 \\ \exp(-x^{-\sim} & x > 0, \sim > 0 \end{cases} \tag{6}$$

$$\text{Gumbel: } \Lambda(x) = \exp(-\exp^{-x}), x \in R \tag{7}$$

$$\text{Weibull: } \Psi_{\sim}(x) = \begin{cases} \exp[-(-x^{-\sim})] & x \le 0, \sim < 0 \\ 1 & x > 0 \end{cases} \tag{8}$$

Selain Fisher Tippet (1928) dan Gnedenko (1943), Jenkinson (1955) dan Von Mises (1936) menunjukan bahwa dengan parameter $\sim = 1/\P$, ketiga distribusi nilai ekstrim dapat direpresentasikan ke dalam satu model distribusi yaitu distribusi yang di kenal sebagai distribusi GEV dengan fungsi distribusi kumulatif (CDF), yaitu:

$$H_{\P,«,\pm} = \begin{cases} 1 - \exp\left(-\left(1 + \P\left(\frac{(x_i - «)}{\pm}\right)\right)^{-1/\P}\right) untuk\, \P \ne 0 \\ 1 - \exp\left(-\exp\left(-\frac{(x_i - «)}{\pm}\right)\right) \quad untuk\, \P = 0, \end{cases} \tag{9}$$

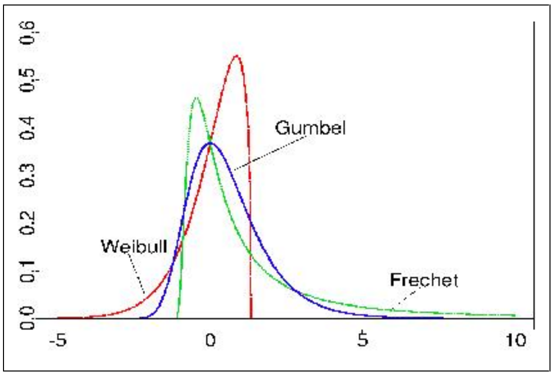
dengan $1 + \P(x - «)/\pm > 0$, $\P$ merupakan parameter ekor , « parameter lokasi dan $\pm$ parameter skala.

Berdasarkan parameter ekor $(\P)$, distribusi GEV memiliki tiga tipe distribusi yaitu:

1. Untuk $\P = \sim^{-1} > 0$, GEV menjadi distribusi Frechet yang dilambangkan dengan $\Phi_{\sim}$. Distribusi Frechet mempunyai bentuk ekor distribusi yang gemuk (*heavy tail*). Distribusi Frechet sesuai untuk diterapkan pada data finansial karena sering kali data finansial mengikuti distribusi *heavy tail*.
2. Untuk $\P = 0$, GEV menjadi distribusi Gumbel yang dilambangkan dengan $\Lambda_{\sim}$. Distribusi Gumbel yang ekornya mirip seperti ekor distribusi normal.

3. Untuk $¶ = \sim^{-1} < 0$, GEV menjadi distribusi Weibull yang dilambangkan dengan $\Psi_{\sim}$. Distribusi Weibull mempunyai bentuk ekor distribusi yang tipis (*thin tail*) di bawah ekor distribusi normal.

Bentuk ekor distribusi dari ketiga distribusi nilai ekstrim (Frechet, Gumbel dan Weibull) sebagai berikut:




Gambar 1 Bentuk *Generalized Exreme Value* (GEV) *Distribution*

## 2.5 Pendekatan VaR Pada Distribusi GEV

Bagian ini dapat dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama berhubungan dengan estimasi parameter, dan bagian kedua perhitungan VaR dengan menggunakan hubungan antara probabilitas harga saham dengan perbedaan interval waktu. EVT yang dibahas sebelumnya memungkinkan untuk menentukan penaksiran lokasi, skala, dan parameter ekor $(«, ±, ¶)$ untuk sub-periode minimum $M_t$. Lakukan estimasi metode maksimum *likelihood* pada fungsi distribusi kumulatif (CDF) pada persamaan (8) dengan $q = (x_i - «)/±$, didapat kuantil probabilitas yang diberikan pada distribusi *extreme value.*

Anggap *H* adalah peluang kecil menunjukkan kerugian yang mungkin terjadi dan $q$ adalah kuantil ke-*H* dari sub-periode minimum di bawah batas distribusi *extreme value.* Kemudian terdapat rumus seperti persamaan (9).

dengan $1 + ¶(x_i - «)/± > 0$, untuk $¶ \neq 0$, sehingga persamaan ini ditulis menjadi (Tsay, 2005):

$$\ln(1 - H) = \begin{cases} -\left(1 + ¶\left(\dfrac{(x_i - «)}{±}\right)\right) \mathit{untuk}\, ¶ \neq 0 \\ -\exp\left(-\dfrac{(x_i - «)}{±}\right) \; \mathit{untuk}\, ¶ = 0 \end{cases}$$

$$q = \begin{cases} \text{«} - \dfrac{\pm}{\text{¶}}\left(1-\left[-\ln(1-H)\right]^{\text{¶}}\right) & untuk\ \text{¶} \neq 0 \\ \text{«} + \pm \ln\left[-\ln(1-H)\right] & untuk\ \text{¶} = 0 \end{cases} \tag{10}$$

Untuk probabilitas $H$ lebih kecil, kuantil $q$ dari persamaan (8) sebagai dasar perhitungan VaR pada EVT sub-periode minimum dan urutan pengembalian $R_t$. Karena sebagian besar pengembalian aset tidak berhubungan secara beruntun, sehingga dapat dinyatakan:

$$H = P(M_t \leq x_i) = 1-[1-P(R_t \leq x_i)]^n, \tag{11}$$

atau ekivalen dengan:

$$1-H = [1-P(R_t \leq x_i)]^n. \tag{12}$$

Hubungan antara probabilitas ini memungkinkan mendapatkan VaR untuk pengembalian aset yang sesungguhnya. Lebih tepatnya, untuk kemungkinan menetapkan probabilitas bawah tingkat kepercayaan $(1-\sim)$, kuantil ke-$(1-\sim)$ dari $R_t$ adalah $q$ jika probabilitas $H$ dipilih berdasarkan persamaan (11) dimana $\sim = P(R_t \leq x_i)]^n$. Sehingga, untuk probabilitas bahwa tingkat kepercayaan $(1-\sim)$, VaR saham sepanjang posisi dalam aset pokok log pengembalian $R_t$ adalah (Tsay, 2005):

$$VaR = \begin{cases} \hat{\text{«}} - \dfrac{\text{£}}{\hat{\text{¶}}}\left(1-\left[-n\ln(1-\sim)\right]^{\hat{\text{¶}}}\right) & untuk\ \text{¶} \neq 0 \\ \hat{\text{«}} + \text{£} \ln\left[-n\ln(1-\sim)\right] & untuk\ \text{¶} = 0 \end{cases} \tag{13}$$

dengan VaR menggunakan EVT yang mengasumsikan bahwa data *return* terdistribusi secara stasioner dikenal dengan istilah VaR statis atau VaR mengikuti distribusi Frechet (VaR$_F$) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$VaR_F = \hat{\text{«}} - \frac{\text{£}}{\hat{\text{¶}}}[1-(-n\ \ln(1-\sim))^{-\hat{\text{¶}}}], \quad 0 < (1-\sim) < 1. \tag{14}$$

VaR$_F$ merupakan kuantil ke-$(1-\sim)$, $\hat{\text{«}}$ adalah estimasi parameter lokasi, $\text{£}$ estimasi parameter skala, $\hat{\text{¶}}$ estimasi parameter ekor dan *n* banyaknya data (Dowd, 2005).

Pada penelitian ini metode untuk mengestimasi VaR dinamis adalah dengan memanfaatkan proses model ARCH/GARCH dan menghitung VaR dengan metode BM. Metode peramalan VaR secara dinamis menggunakan EVT dan memanfaatkan model GARCH dalam memodelkan volatilitas indeks pasar. Pemanfaatan GARCH dalam menaksir volatilitas akan menghasilkan suatu peramalan VaR satu hari ke depan terhadap data *return* indeks saham (Singh, 2011).

Diasumsikan bahwa $R_t$ adalah tingkat pengembalian (*return*) indeks saham pada saat $t$ yang didefiniskan sebagai fungsi dari model volatilits stokasitik sebagai beriktut:

$$R_t = \mu_t + \sigma_t Z_t , \tag{15}$$

dengan

$Z_t$ : inovasi dari fungsi distribusi GEV.

$\mu_t$ : nilai harapan tingkat pengembalian pada saat $t$

$\sigma_t$ : volatilitas harga saham.

Selanjutnya VaR dinamis menggunakan model GARCH dengan VaR *return* berdistribusi GEV dihitung dengan persamaan berikut ini

$$VaR = \mu_{t+1} + \sigma_{t+1} VaR_F , \tag{16}$$

dengan $\mu_{t+1}$ dan $\sigma_{t+1}$ merupakan *mean* dan deviasi standar hasil estimasi satu hari kedepan dapat menggunakan model GARCH dan $VaR_F$ adalah kuantil dari distribusi GEV atau VaR statis.

### 2.6 Model GARCH

Model GARCH terutama untuk menangani jumlah parameter yang banyak pada model ARCH yang dibutuhkan untuk pemodelan proses volatilitas. Dalam model GARCH, perubahan varians selain dipengaruhi oleh data acak sebelumnya, juga dipengaruhi oleh sejumlah varians dari data acak sebelumnya. Bentuk persamaan GARCH$(p,q)$ adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{t=i}^{q} \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{t=j}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2 . \tag{17}$$

$\alpha_0 > 0$ , $\alpha_i \geq 0$ , $\beta_j \geq 0$ dan $\sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_i) < 1$ ,

dengan $\sigma_t^2$ : volatilitas periode ke-$t$

$\alpha_i, \beta_j$ : parameter GARCH($p$,$q$)

$a_{t-i}^2$ : residual kuadrat periode (*t*-*i*)

$\pm_{t-j}^{2}$ : volatilitas period ke-(*t*-*j*)

### 2.7 Uji Heteroskedastisitas

Pengujian heteroskedastisitas dilakukan menggunakan statistik uji *Lagrange Multiplier* (LM). Nilai statistik uji LM didapat dengan mengalikan banyak observasi (*T*) dengan nilai koefisien determinasi ($R^2$). Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$H_0 : \sim_1 = \cdots = \sim_m = 0$ (Tidak terdapat heteroskedastisitas)

$H_1 :$ Paling tidak ada satu $\sim_m \neq 0$ (Terdapat heteroskedastisitas)

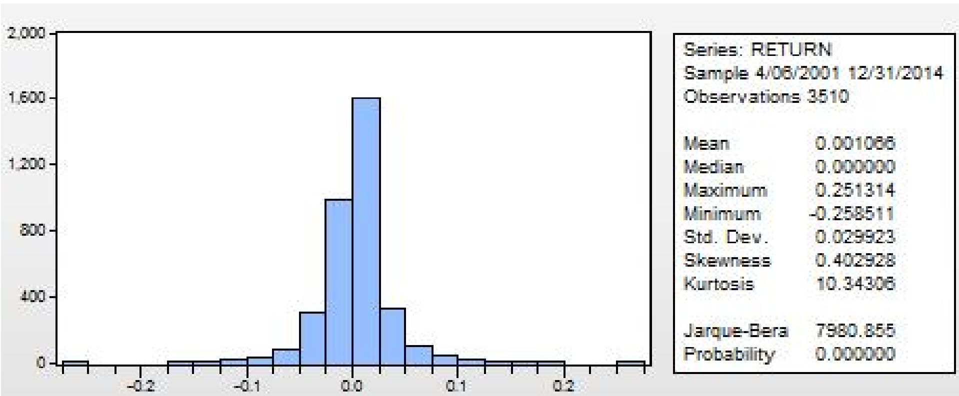
Statistik Uji:

$$LM = T\ R^2. \tag{18}$$

$H_0$ ditolak jika $LM \geq ¡^{2}_{(\sim, p+q)}$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan untuk studi kasus ini adalah data saham harian (tidak termasuk hari libur dan *non trading days*) perusahaan PT. Astra Argo Lestari, Tbk (AALI.JK) dari 5 April 2001 sampai 31 Desember 2014. Karakter data yang dianalisis merupakan data *return* perdagangan saham yang dihitung dari harga penutupan saham AALI. Data harga saham ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari www.finance.yahoo.com pada tanggal 5 Januari 2015 jam 18:39. Jumlah data sebanyak 3511 data.




Gambar 2 Analisis Deskriptif Data *Return*

Sumber: Pengolahan Data

Data tingkat pengembalian indeks saham (*return*) dianalisis menggunakan statistik deskriptif, seperti tersaji dalam Gambar 2. Nilai *Skewness* yang positif mengindikasikan bahwa distribusi nilai *return* mempunyai ekor kanan yang panjang (*long right tail*). Nilai Kurtosis yang relatif tinggi menunjukan bahwa nilai *return* memiliki titik puncak yang relatif mendekati distribusi normal. Sedangkan Uji Jarque-Bera mengindikasikan penolakan terhadap kenormalan data pada level 5%. Jadi dapat disimpulkan adanya sifat-sifat data finansial yaitu *volatility* dan *leptokurtosis* yang umum muncul pada data finansial.

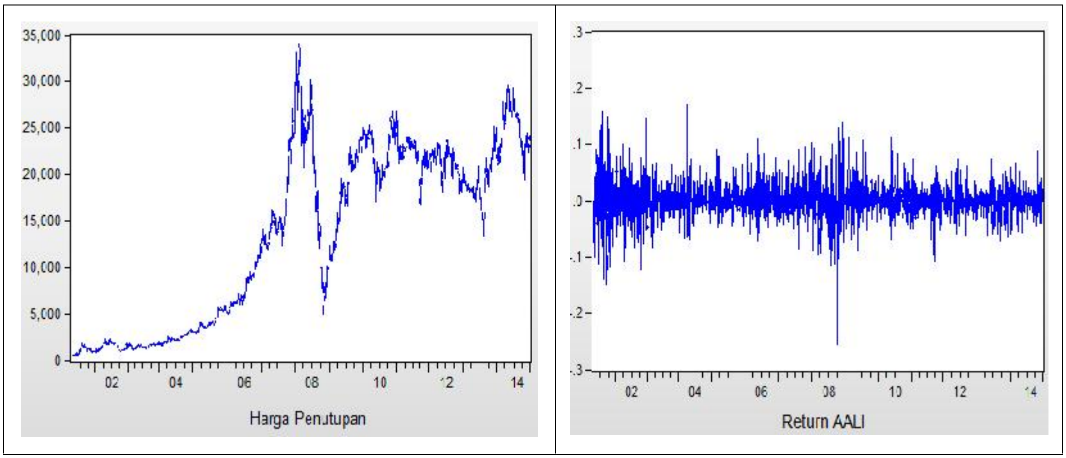
## 3.1 Pengujian Stasioner Data *Return*

Berdasarkan plot runtun waktu yang dapat dilihat pada Gambar 3 Plot *return* data harga penutupan saham AALI, data *return* berada disekitar rata-rata sehingga dapat disimpulkan data *return* saham bersifat stasioner dalam rata-rata. Selain secara visual pengujian stasioneritas dalam rata-rata data dilakukan dengan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Pengujian dilakukan dengan taraf signifikansi $\sim = 5\%$ dengan hipotesis sebagai berikut

$H_0$ : Data *return* saham tidak bersifat stasioner

$H_1$ : Data *return* saham bersifat stasioner

Dapat dilihat pada Lampiran 6 bahwa nilai |ADF| *return* saham > *Critical Value* 5% sehingga $H_0$ ditolak. Artinya data *return* saham telah bersifat stasioner dalam rata-rata, sehingga data *return* saham dapat digunakan dalam analisis runtun waktu tanpa melakukan *differencing.*




Gambar 3 Plot Harga Penutupan dan *Return* Saham Harian AALI

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa volatilitas harga penutupan dan *return* saham AALI mempunyai volatilitas yang berfluktuasi cukup tinggi. Hal ini menegaskan bahwa data *return* saham memiliki heteroskedastisitas. Volatilitas yang fluktuatif menunjukkan bahwa potensi risiko masing-masing saham berubah sesuai dengan waktu.

### 3.2 Uji Heteroskedastisitas

Pengujian heteroskedastisitas dilakukan menggunakan statistik uji *Lagrange Multiplier* (LM) pada Persamaan (18). Nilai statistik uji LM didapat dengan mengalikan banyak observasi (T) dengan nilai koefisien determinasi ($R^2$). Nilai LM dihitung pada lag ke-6, 12, 24 dan 36. Nilai LM saham AALI dapat dilihat pada Tabel 1 dengan uji heteroskedastisitas dilakukan menggunakan taraf signifikansi α sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$ : Tidak terdapat heteroskedastisitas

$H_1$ : Terdapat heteroskedastisitas

Tabel 1 Uji Heteroskedastisitas Residual

| Lag (m) | AALI | |
|---|---|---|
| | $TR^2$ | $\text{i}^{2}_{(0.05,m)}$ |
| 6 | 1.322.723 | 0.9704 |
| 12 | 2.787.307 | 0.9969 |
| 24 | 5.393.670 | 1.0000 |
| 36 | 5.806.521 | 1.0000 |

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada saham AALI mempunyai nilai yang signifikans pada lag ke-6, 12, 24 dan 36 sehingga $H_0$ ditolak, dan dapat disimpulkan terdapat heteroskedastisitas pada residual kuadrat.

### 3.3 Pembentukan Model Volatilitas dengan GARCH

Hasil estimasi untuk proses Model GARCH (2,1). Model GARCH(2,1) merupakan model terbaik dilihat dari nilai AIC dan SC terkecil. Sehingga diperoleh model *mean* dan model volatilitas sebagai berikut:

$$y_t = 0.000796 + £_t$$

$$\pm_t^2 = 0.00000810 + 0.182790a_{t-1}^2 - 0.124756a_{t-2}^2 + 0.934350\pm_{t-1}^2$$

Dari persamaan model GARCH tersebut maka dipeoleh nilai deviasi standar *return* (rumus 2.4) untuk $t = 3510$ dengan menggunkan data *return* AALI adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil peramalan deviasi standar *return*

| Model | Varians | Deviasi Standar |
|---|---|---|
| GARCH(2,1) | 0,000895476 | 0,029924513 |

Dari Tabel 2 tersebut memberikan nilai varians dan deviasi standar dengan menggunakan model GARCH memberikan nilai lebih kecil bila dibandingkan dengan varians dan deviasi standar tanpa dilakukan pemodelan.

**3.4 Uji Normalitas Model**

Uji normalitas digunakan untuk melihat apakah residual berdistribusi normal atau tidak dengan melihat nilai Jarque-Bera pada kenormalan data.

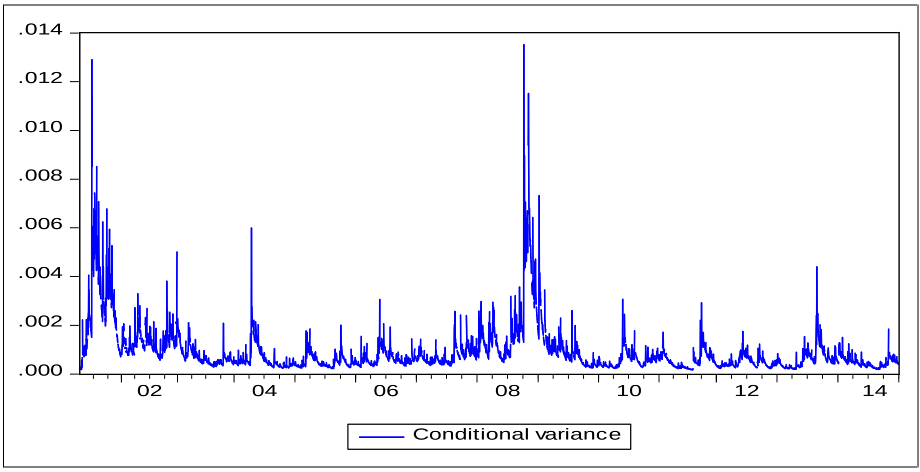
Tabel 3 Hasil Uji Normalitas Model GARCH

| Model GARCH | Jarque-Bera | Probabilitas | Normalitas |
|---|---|---|---|
| GARCH(2,1) | 1888.186 | 0 | Tidak Normal |

Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai statistik Jarque-Bera menunjukan bahwa hipotesis residual kuadrat berdistribusi normal untuk masing-masing model GARCH ditolak dimana nilai Jarque-Bera > 5% .

**3.5 Peramalan Volatilitas dengan Model GARCH Terbaik**

Pembentukan model dalam melakukan peramalan satu hari ke depan untuk memperoleh nilai volatilitas. Ramalan dilakukan adalah satu hari selanjutnya dari nilai penutupan harga saham harian AALI dengan menggunakan nilai AIC dan SC yang paling kecil yaitu model GARCH(2,1). Dari *time series plot* dapat dilihat bahwa saham AALI mempunyai volatilitas (varians) yang cukup fluktuatif. *Time series plot* volatilitas (varians) saham AALI dapat dilihat seperti Gambar 4. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai volatilitas adalah sebesar 0,0299 atau 2.99%.




Gambar 4 *Time Series Plot* Volatilitas (Varians) *Return* Saham Harian AALI

### 3.6 *Generalized Extreme Value* (GEV) *Distribution*

Analisis data berupa pengujian efek GEV dalam data juga perlu dilakukan agar pendekatan yang dilakukan dalam menentukan VaR statis benar-benar telah mengakomodasi bentuk distribusi empiris data. Pengujian tersebut akan dilakukan dengan beberapa tahap yaitu menentukan nilai maksimum dengan metode *blok maxima* untuk mengindentifikasi pergerakan data ekstrim. Selanjutnya mengestimasi nilai parameter dari distribusi GEV sampai didapatkan nilai parameter untuk perhitungan VaR dinamis.

### 3.7 Menentukan Nilai Maksimum

Pemilihan nilai maksimum dari data dalam studi kasus ini terlebih dahulu menentukan batas nilai minimum menggunakan Persamaan (5), dilakukan dengan metode presentase dengan persentase 10% pada data *return* harian saham AALI dan pengambilan sampel ekstrim dilakukan dengan mengambil data yang hanya melebihi nilai batas minimum. Nilai batas minimum yang diperoleh yaitu 0,03241775. Langkah selanjutnya untuk menentukan nilai maksimum yaitu dengan menggunakan metode BM yang mengidentifikasikan nilai ekstrim berdasarkan nilai maksimum dari data observasi yang dikelompokan berdasarkan periode tertentu. sehingga didapat jumlah data ekstrim sebanyak 352 data.

### 3.8 Estimasi Parameter Distribusi GEV

Hasil pengambilan data dengan metode *block maxima* bahwa sampel data ekstrim yang diperoleh sebanyak 352 data ekstrim. Berdasarkan data ekstrim yang diperoleh dilakukan estimasi parameter seperti pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4 Estimasi Parameter GEV

| Karakteristik | Nilai |
|---|---|
| Banyaknya blok | 250 |
| Pengamatan tiap blok | 36 |
| Parameter lokasi *(location)* «̂ | 0,04439 |
| Parameter skala (*scale*) ±̂ | 0,01317 |
| Parameter ekor (*shope*) ¶̂ | 0,32647 |

Tabel 4 menunjukan bahwa blok yang dibentuk adalah sebayak 250 dimana setiap bloknya terdapat 36 pengamatan. Hasil estimasi menggunakan parameter lokasi yang menyatakan letak titik pemusatan data, parameter skala yang menyatakan keragaman data dan untuk parameter ekor yang menyatakan perilaku ekor kanan (maksimum). Selanjutnya hasil pengujian tipe distribusi menunjukan bahwa data tidak berdistribusi Gumbel ataupun Weibill. Berdasarkan nilai parameter nilai parameter ekor yang dihasilkan menunjukan nilai yang lebih besar dari 0 ($\hat{¶} = \sim^{-1} > 0$), sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi *return* merupakan dari kelas distribusi Frechet dimana peluang terjadinya ekstrim lebih besar dibandingkan distribusi Gumbel ataupun Weibull.

### 3.9 Estimasi VaR Dinamis

Dari hasil estimasi parameter GEV yang diperoleh, selanjutnya dapat digunakan dalam estimasi VaR dinamis untuk saham AALI dengan memanfaatkan proses model GARCH terbaik dan hasil perhitunagn VaR statis ($VaR_F$). VaR dinamis dihitung dengan menggunakan Persamaan (16) sehingga didapatkan hasil estimasi VaR dinamis *return* AALI pada Tabel 5 sebagai berkut:

Tabel 5 Hasil Estimasi VaR Dinamis *Return* Saham Harian AALI

| Saham | AALI |
|---|---|
| Mean | 0,000796 |
| Variansi | 0,000895476 |
| Deviasi Standar | 0,029924513 |
| VaR Dinamis $_{95\%}$ | 0,000894937 |

Interpretasi dari hasil yang diperoleh pada Tabel 4.7 adalah sebagai berikut.

Nilai VaR Dinamis saham AALI sebesar 0,000894937 dengan tingkat kepercayaan 95%, artinya apabila dimisalkan untuk saham AALI dilakukan investasi sebesar Rp. 1 juta selama 175 hari (5% x 3510 data) periode investasi dengan tingkat kepercayaan 95% maksimum kerugian yang bisa terjadi yang harus ditanggung investor sebesar Rp. 894,49.

## 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa estimasi VaR dinamis dihitung berdasarkan nilai VaR statis dari nilai ekstrim yang diperoleh dengan menggunakan metode BM dan komponen proses GARCH (2,1) dalam memodelkan volatilitas indeks pasar. Distribusi yang digunakan untuk menunjukan VaR statis dari data *return* harian saham AALI adalah distribusi GEV. Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari nilai batas minimum dari nilai *return* harian saham AALI dengan menggunakan metoode persentase, selanjutnya menentukan nilai maksimum dengan menggunakan metode BM dari data observasi yang dikelompokan berdasarkan periode tertentu dan selanjutnya mengestiasi nilai parameter dari distribusi GEV sampai didapatkan nilai parameter untuk perhitungan VaR dinamis. Pada penelitian ini hasil perhitungan nilai VaR dinamis dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% diperoleh sebesar 0,000894937.

Untuk menentukan nilai maksimum dari masing-masing blok pada *Generalized Extreme Value Distribution* dengan tepat dan optimal tidak adanya metode yang akurat (secara kuantitatif) sehingga disarankan menggunakan metode yang lain. VaR dinamis dapat dilanjutkan dengan estimasi nilai *Expected Shortfall Extreme Value Theory* untuk data heteroskedastisitas dengan pendekatan *Block Maxima - Generalized Extreme Value Distribution*.

## DAFTAR PUSTAKA


Bollerslev, T. 1987. A conditionally heteroscedastic time series models for speculative prices and rates of return. Review of Economics and Statistics, 69, 542-547.

Dowd, K. 2002. *Measuring market risk*, second edition. John Wiley and Sons, Ltd: Chicester. 2005. *Measuring market risk*, second edition. John Wiley and Sons, Ltd: Chicester.

Embrechts, P., Kluppelberg, C., Mikosch, T. 1997. *Modelling extremal events for insurance and finance*. Springer, Berlin Germany.

Engle, R. F. 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of united kingdom inflation. Econometrics, 50, 987-1007.

Fisher, R. A., Tippett, L. H. C. 1928. Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of sample. Proceeding of Cambridge Philosophical Society, 24, 180-190.

Gilli, M. and Kellezi E. 2006. *An Application of Extreme Value Theory for Measuring Risk*, *Department of Econometrics*, University of Geneva and FAME CH-1211 Geneva 4, Switzerland.

Gnedenko, B. V. 1943. Sur la distribution limite du terme maximum d’une serie aleatoire. Annals of Mathematics 44, 423-453.

Jenkinson, A. F. 1955. Distribution of the annual maximum (or minimum) valuesof meteorological elements. Quarterly Journal of Royal Meteorological Society, 81, 145-158.

Jorion, P. 1996. *Value at Risk: A New Benchmark for Measuring Derivatives Risk*. Irwin Professional Publishing.

McNeil, A. J., Frey, R. 2000. Estimation of tail related risk measures for heteroscedastic financial time series: an extreme value approach. Journal of Empirical Finance, 7, 271-300.

McNeil, A. J. 1998. *Calculating quantile risk measures for financial return series using extreme value theory*. ETH Zentrum, Zurich.

Ross S. Guest and Ian M. MaDonald. 1995. *The Volatility Of The Socially Optimal Level Of investement*, Monash University, School of Banking and Financial

Singh, A., D. E. Allena, and R.J. Powella. 2011. *Value at Risk Estimation Usig Extreme Value Theory*. Edith Cowan University, Perth, Western Australia.

Tsay, R. S. 2005. *Analysis of Financial Time Series. Second Edition*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Von Mises, R. 1936. La distribution de la plus grande de n valuers. Rev. Math. Union Interbalcanique 1, 141-160. *Reproduced in selected papaers of Richards von Mises, American Mathematical Society*, 1964, 2, 271-294.