ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN, Volume 5, Nomor 4, Tahun 2016, Halaman 705-715
Online di: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian

PEMODELAN DAN PERAMALAN VOLATILITAS PADA *RETURN* SAHAM BANK BUKOPIN MENGGUNAKAN MODEL *ASYMMETRIC POWER AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY* (APARCH)

Nur Musrifah Rohmaningsih[1], Sudarno[2], Diah Safitri[3]
[1]Mahasiswa Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro
[2,3]Dosen Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Stock is a sign of ownership of an individual or entity within a corporation or limited liability company. While the stock price index is a reflection of the movement of the stock price. Stock investments can not avoid the risk, so we need a model that can predict stock returns and volatility. Models are often used is ARCH/GARCH models. On the stock market also shows asymmetric effect(leverage), which is a negative relationship between the change in the value of returns with volatility movement. So, the model can be used is Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (APARCH) model. APARCH model chosen to modeling and forecasting the volatility of Bukopin return stock is APARCH (1,2) model, by the equation:

$$\sigma_t^{1.325308} = 0.000194 + 0.166886(|\varepsilon_{t-1}| - 0.510180\ \varepsilon_{t-1})^{1.325308} + 0.463148\ \sigma_{t-1}^{1.325308} + 0.347828\ \sigma_{t-2}^{1.325308}$$

Keywords: Stock, volatility, asymmetric, return, APARCH

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya aktivitas perdagangan, kebutuhan untuk memberikan informasi yang lebih lengkap kepada masyarakat mengenai perkembangan bursa, juga semakin meningkat. Salah satu informasi yang diperlukan tersebut adalah informasi mengenai cerminan pergerakan harga saham (BEI, 2010).

Kegiatan investasi dalam bentuk apapun tidak dapat terhindar dari risiko, begitu juga dengan investasi saham.Indonesia merupakan negara berkembang dan volalitas pasar saham di pasar negara-negara berkembang umumnya jauh lebih tinggi daripada pasar negara-negara maju (Bekaert dan Harvey, 1995).

Volatilitas *return* sebuah saham menggambarkan fluktuasi pada *return* saham tersebut, yang sekaligus juga menunjukkan risikonya. Selain keuntungan, volatilitas yang tinggi dapat menyebabkan kerugian yang besar pula. Untuk menghindari hal ini, dibutuhkan model yang dapat memprediksi *return* dan volatilitas saham (Sitorus, 2006).

Karlsson (2002) menyebutkan bahwa dalam analisis runtun waktu, terdapat suatu model yang dikembangkan oleh Engle pada tahun 1982. Model tersebut digunakan untuk mengestimasi perilaku volatilitas suatu data yang menimbulkan adanya *volatility clustering*. Jika terjadi variabilitas data yang relatif tinggi pada suatu periode maka akan terjadi kecenderungan yang sama dalam kurun waktu selanjutnya, begitu pula sebaliknya jika variabilitas data relatif rendah disebut *time varying variance* atau kasus heteroskedastisitas. Model yang digunakan untuk memodelkan kondisi ini adalah model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan Bollerslev dan Taylor pada tahun 1986 telah mengembangkan suatu model generalisasinya yaitu *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

Enders (1995) mengemukakan bahwa pada beberapa data finansial, terdapat perbedaan besarnya perubahan pada volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai *return*, yang disebut dengan pengaruh keasimetrisan. Keasimetrisan yang terjadi dapat berupa korelasi negatif atau positif antara nilai *return* sekarang dengan volatilitas yang akan datang. Korelasi negatif antara nilai *return* dengan perubahan volatilitasnya, yaitu kecenderungan volatilitas menurun ketika *return* naik dan volatilitas meningkat ketika *return* lemah disebut efek asimetris(*leverage)*. Keberadaan efek *leverage* pada data finansial menyebabkan model GARCH menjadi tidak tepat digunakan untuk menduga model. Karena model GARCH hanya dapat menduga perubahan reaksi yang bersifat simetris (yaitu perubahan yang sama pada volatilitas yang disebabkan adanya perubahan nilai *return*). Sehingga pada tahun 1993, Ding, Granger dan Engle telah mengembangkan suatu model yang digunakan untuk memperbaiki kelemahan dari model ARCH dan GARCH yang bersifat asimetris yaitu *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (APARCH). Model APARCH merupakan model yang digunakan untuk memodelkan data yang mempunyai kasus heteroskedastisitas dan efek asimetris.

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah *return* saham Bank Bukopin periode 10 Juli 2006 sampai dengan 21 Juli 2016. Dari data tersebut, dilakukan pemodelan dan peramalan volatilitas *return* saham Bank Bukopin menggunakan model APARCH.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Saham dan Indeks Harga Saham

Saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan modal seseorang atau pihak (badan usaha) dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Dengan menyertakan modal tersebut, maka pihak tersebut memiliki klaim atas pendapatan perusahaan, klaim atas asset perusahaan, dan berhak hadir dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Sedangkan indeks harga saham adalah indikator atau cerminan pergerakan harga saham. Indeks merupakan salah satu pedoman bagi investor untuk melakukan investasi di pasar modal (BEI, 2010).

2.2 *Return*

Menurut Tandelilin (2010), *return* merupakan hasil yang diperoleh dari investasi. Salah satu jenis *return* saham adalah *return* realisasi. *Return* realisasi yaitu return yang sudah terjadi dan dihitung berdasarkan data historis. *Return* realisasi digunakan sebagai salah satu faktor pengukur kinerja perusahaan. *Return* saham dapat dihitung menggunakan logaritma dari rasio harga penutupan saham.

$$Z_t = ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right)$$

Z_t merupakan *return* saham pada hari ini (t), X_t adalah harga penutupan saham pada hari ini (t), dan X_{t-1} adalah harga penutupan saham pada hari sebelumnya (t-1).

2.3 Analisis Runtun Waktu

Analisis runtun waktu merupakan analisis sekumpulan data dalam suatu periode waktu yang lampau yang berguna untuk mengetahui atau meramalkan kondisi masa mendatang. Sedangkan runtun waktu adalah himpunan observasi berurut dalam waktu atau dalam dimensi yang lain (Soejoeti, 1987).

2.3.1 Stasioneritas

Berdasarkan Rosadi (2011), stasioneritas berarti fluktuasi data deret waktu berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan dan variannya tetap konstan sepanjang waktu. Untuk mengetahui stasioneritas data dalam rata-rata (mean), dapat dideteksi dengan uji *Dickey Fuller* atau *Augmented Dickey Fuller*. Sedangkan menurut Yuniarti (2012), untuk mendeteksi stasioneritas dalam varian, dapat digunakan transformasi *Box-Cox*.

1. Uji *Augmented Dickey Fuller*

Berdasarkan Rizal dan Akbar (2015), langkah awal yang harus dilakukan adalah menaksir model autoregresi seperti berikut:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t$$
$$\Delta Z_t = (\phi - 1)Z_{t-1} + \varepsilon_t$$
$$= \gamma Z_{t-1} + \varepsilon_t$$

Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 :γ=0 (Terdapat akar unit sehingga data tidak stasioner)

H_1 :$\gamma \neq$0 (Tidak terdapat akar unit sehingga data stasioner)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$t = \frac{\gamma}{se(\gamma)}$, dimana $se(\gamma)$ = standar residual dari γ

Kriteria ujinya adalah jika nilai $|t| \geq t_{(n-1,\alpha)}$ atau Probabilitas dari t<α maka H_0 ditolak.

2. Transformasi *Box-Cox*

Berdasarkan Yuniarti (2012), transformasi *Box-Cox* secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$T(Z_t) = \begin{cases} \dfrac{Z_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda}, \lambda \neq 0 \\ \ln Z_t, \lambda = 0 \end{cases}$$

Dimana λ adalah parameter transformasi. Pendugaan parameter λ dapat dicari dengan menggunakan metode *Maksimum Likelihood* dimana nilai λ dipilih berdasarkan jumlah kuadrat sisaan yang paling minimum. Setiap nilai λ memiliki rumus transformasi yang berbeda. Transformasi dilakukan jika belum diperoleh nilai $\lambda = 1$ yang berarti data stasioner dalam varians. Nilai λ beserta rumus transformasinya terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai λ dan transformasinya

λ	**Transformasi**
2	Z_t^2
0,5	$\sqrt{Z_t}$
0	$\ln Z_t$
-0,5	$1 / \sqrt{Z_t}$
-1	$1 / Z_t$

2.4 Model Runtun Waktu *Box-Jenkins*

1. Proses Autoregresif (AR)

Menurut Soejoeti (1987), bentuk umum proses *autoregresif* tingkat p adalah:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \ \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

2. Proses Moving Average (MA)

Menurut Wei (2006), bentuk umum proses Moving Average tingkat q adalah:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - -\theta_q a_{t-q}$$

3. Proses Campuran (ARMA)

Menurut Makridakis *et al.* (1999), suatu perluasan yang dapat diperoleh dari model AR dan MA adalah model campuran ARMA (p,q) yang berbentuk :

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

4. Proses ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

Menurut Wei (2006), model dari ARIMA(p,d,q) adalah :

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B) a_t$$

Dimana $\phi_p(B)$ sebagai operator proses AR(p) dan $\theta_q(B)$ sebagai operator proses MA(q) sebagai berikut:

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_1 B^2 - \cdots - \phi_p B^p$$
$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q$$

2.5 Pemodelan Runtun Waktu dengan Metode *Box Jenkins*

Berdasarkan Soejoeti (1987), langkah-langkah dalam memilih model runtun waktu *Box Jenkins* adalah identifikasi model, estimasi parameter model, dan verifikasi.

2.5.1 Identifikasi Model *Box-Jenkins*

Menurut Wei (2006), penetapan model ARIMA sementara (*tentative*) dilakukan dengan menentukan nilai p,d, dan q. Dimana p adalah orde untuk proses *autoregresif*, d merupakan orde *differencing*, dan q adalah orde untuk proses *moving average*. Jika data tidak mengalami *differencing*, maka d bernilai 0, jika data stasioner setelah *differencing* ke-1 maka d bernilai 1 dan seterusnya.Dalam menetapkan p dan q dapat dibantu dengan mengamati pola *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Jika pada pola PACF yang menurun secara cepat setelah lag p, maka model yang teridentifikasi adalah model AR (p). Sedangkan jika pada pola ACF yang menurun secara cepat setelah lag q, maka model yang teridentifikasi adalah model MA (q). Selanjutnya apabila pada pola ACF menurun secara cepat setelah lag q maupun pola PACF menurun secara cepat setelah lag p, maka model teridentifikasi adalah model ARMA (p,q).

2.5.2 Estimasi Parameter

Menurut Yuniarti(2012), secara umum misalkan ϕ adalah suatu parameter pada model ARIMA *Box-Jenkins* dan $\hat{\phi}$ adalah nilai taksiran dari parameter tersebut, serta $SE(\hat{\phi})$ adalah standar eror dari $\hat{\phi}$ maka hipotesis untuk uji signifikansi parameter adalah sebagai berikut :

H_0 : $\phi = 0$ (parameter tidak signifikan terhadap model)

H_1 : $\phi \neq 0$ (parameter signifikan terhadap model)

Statistik uji yang digunakan:

$$t = \frac{(\hat{\phi})}{\mathrm{SE}(\hat{\phi})}, \mathrm{SE}(\hat{\phi}) = \sqrt{\frac{1}{n}}$$

Kriteria ujinya adalah tolak H_0 jika $|t| > t_{\alpha/2;\mathrm{df;n-n}_p}$, $\mathrm{n}_p$merupakan banyaknya parameter atau menggunakan nilai sig (*p-value*) yaitu, tolak H_0 jika *p-value*< α.

2.5.3 Verifikasi Model

Menurut Rosadi (2011), dalam pemeriksaan terhadap model ada uji normalitas, *white noise* pada residual dan uji parameter model. Asumsi normalitas tidak sepenting asumsi *white noise* sehingga normalitas data dapat diabaikan. Untuk melihat apakah residual bersifat *white noise* dapat dilakukan uji korelasi serial dengan *Ljung-Box*.

Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \ldots = \rho_k = 0$ (Tidak ada korelasi residual antar lag/independen)

H_1 : paling sedikit ada satu ρk $\neq$ 0(ada korelasi residual antar lag/dependen)

Statistik uji:

$$Q = n(n+2)\sum_{j=1}^{k} \frac{\hat{\rho}(j)^2}{n-j}$$

Dimana $\hat{\rho}(j)$ menunjukkan nilai sampel ACF pada lag-j

Kriteria ujinya adalah tolak H_0 jika $Q > \chi_{(\alpha,m-s)}$ atau p-value <α

Menurut Elvitra *et al.* (2013), dalam praktik mungkin banyak model yang memenuhi pengujian *Ljung-Box* tersebut. Untuk memilih model terbaik dapat dilihat melalui nilai variansi residual dari masing-masing model. Model terbaik adalah model yang mempunyai variansi residual terkecil. Rumus nilai variansi residual adalah sebagai berikut:

$$\sigma_\alpha^2 = \frac{SSR - MSR}{DFR}$$

SSR merupakan jumlah kuadrat residual, MSR adalah rata-rata kuadrat residual, dan DFR adalah derajat bebas residual.

Model yang relatif baik adalah model yang memiliki parameter yang sedikit atau biasa disebut dengan prinsip *parsimony* (Rosadi, 2011).

2.6 Model Volatilitas Runtun Waktu

Menurut Tsay (2005), volatilitas merupakan perubahan harga fluktuasi dari sebuah aset. Semua evaluasi finansial memerlukan suatu predikisi volatilitas yang tepat. Dalam praktiknya, pengukuran volatilitas secara historis sering digunakan untuk prediksi nilai aset finansial. Volatilitas identik dengan standar deviasi bersyarat *return* aset yang bersangkutan.

Berdasarkan Engle (1982), salah satu sifat penting yang sering dimiliki oleh data runtun waktu di bidang keuangan, khususnya untuk data *return* adalah adanya kasus *time varying variance* dan kasus heteroskedastisitas, yakni jika terjadi variabilitas data yang relative tinggi pada suatu waktu, maka akan terjadi kecenderungan yang sama dalam kurun waktu selanjutnya, dan sebaliknya. Model runtun waktu yang dapat digunakan untuk memodelkan kondisi ini adalah ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*).

2.6.1 Model Autoregressive Conditional Heterokedasticity (ARCH)

Menurut Tsay (2005), model ARCH orde p dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i a_{t-i}^2$$

$$a_t = \sigma_t X_t$$

dengan X_t ~ $i.\ i.\ d$ N(0,1), $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$ untuk $i > 0$. Nilai α_i untuk i=1,2,3…p merupakan parameter model dengan $\alpha_i \geq 0$ yang menjamin bahwa nilai variansi σ_t^2 akan selalu positif.

Data runtun waktu, selain mengandung masalah autokorelasi juga diduga mengandung masalah heteroskedastisitas. Untuk mendeteksi ada tidaknya unsur heteroskedastisitas uji *Lagrange Multiplier* atau ARCH-LM (Rosadi, 2011).

Menurut Tsay (2005), uji ARCH-LM yang diperkenalkan oleh Engle pada tahun 1982 menyatakan bahwa variansi dari variabel gangguan yang berbentuk a_t^2 tergantung pada $a_{t-i}^2, i = 1,2 \dots, p$ seperti pada persamaan ARCH berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \cdots . + \alpha_p a_{t-p}^2 + e_t, t = p + 1 \dots T \qquad (39)$$

dengan e_t adalah eror, p adalah bilangan bulat positif, dan T adalah ukuran sampel. Hipotesis pada pengujian ARCH-LM adalah sebagai berikut:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \cdots = \alpha_p = 0$ (tidak terdapat efek ARCH)

$H_1 : \exists \alpha_i \neq 0, i = 1,2 \dots, p$ (terdapat efek ARCH)

Statistik uji yang digunakan:

$$F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/p}{SSR_1/(T-2p-1)}$$

dengan,

$SSR_0 = \sum_{p+1}^{T} (a_t^2 - \overline{\omega})^2$, dimana $\overline{\omega} = \frac{1}{T} \sum_1^T (a_t^2)$ yaitu rata-rata sampel dari a_t^2

$SSR_1 = \sum_{p+1}^{T} \hat{e}_t^2$, dimana $\hat{e}_t$ merupakan residual kuadrat terkecil

Kriteria ujinya adalah H_0 ditolak jika F $> \chi_p^2(\alpha)$ atau Probabilitas dari F < α.

2.6.2 Model *Generalized Autoregressive Conditional Heterokedasticity* (GARCH)

Menurut Tsay (2005), model GARCH(p,q) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + \beta_q \sigma_{t-q}^2$$

$$= \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

$$a_t = \sigma_t X_t$$

Dimana X_t ~ $i.\ i.\ d$ N(0,1), $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$ untuk i = 1,2,…,p ; $\beta_j \geq 0$ untuk j = 1,2…,q; 0 $< \alpha_i + \beta_j < 1$.

Berdasarkan Enders (1995), pada beberapa data finansial, terdapat perbedaan besarnya perubahan pada volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai *return*, yang disebut dengan pengaruh keasimetrisan. Sehingga Ding, Granger dan Engle pada tahun 1993 mengembangkan suatu model yang digunakan untuk memperbaiki kelemahan dari model ARCH dan GARCH yang bersifat asimetris yaitu *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (APARCH).

2.7 Model *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heterokedasticity* (APARCH)

Menurut Ding *et al*. (1993), persamaan model APARCH(p,q) adalah:

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i(|a_{t-i}| - \gamma_i a_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta$$

dengan

$$a_t = \sigma_t X_t$$

$$Z_t = Y_t\mu + a_t, t = 1,2, \dots T$$

$X_t \sim N(0,1)$, $\omega > 0,\ \delta > 0,\ \alpha_i > 0,\ \beta_j > 0, -1 < \gamma_i < 1$. Sedangkan $\mu, \omega, \alpha_i, \beta_j$, dan γ_i merupakan parameter-parameter yang perlu diestimasi. γ_i merupakan *leverage effect*. Jika *leverage effect* bernilai positif, artinya *bad news* memiliki pengaruh yang kuat dibandingkan dengan *good news*, begitu pula sebaliknya.

2.7.1 Uji Efek Asimetris (*Leverage Effect*)

Menurut Tagliafichi (2003), untuk menguji efek asimetris, dapat menggunakan *cross correlation*. Pertama, data runtun waktu dimodelkan ke dalam model GARCH. Kemudian dari model tersebut diuji apakah memiliki efek asimetris dengan melihat korelasi antara a_t^2 (standar residual kuadrat model *Box Jenkins*) dengan a_{t-p} (lag standar residual model GARCH) dengan menggunakan *cross correlation* (korelasi silang).
Cross correlation dari 2 runtun waktu didefinisikan:

$$r_{xy}(l) = \frac{c_{xy}(l)}{s_x s_y}, l = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm k$$

dan

$$c_{xy} = \begin{cases} \sum_{t=1}^{N-1} \frac{(x_t - \bar{x})(y_{t-l} - \bar{y})}{N}, l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm k \\ \sum_{t=1}^{N+1} \frac{(x_t - \bar{x})(y_{t+l} - \bar{y})}{N}, l = 0, -1, -2, \dots, -k \end{cases}$$

Dimana *x* adalah barisan a_t^2, *l* adalah lag (tingkat observasi), *y* adalah barisan a_{t-p}, dan *N* adalah banyaknya observasi. Kriteria pengujiannya adalah jika terdapat lag yang keluar dari batas standar deviasi, maka nilai *cross correlation* berbeda signifikan dengan nol yang artinya kondisi *bad news* dan *good news* memberi pengaruh asimetris terhadap volatilitas.

2.7.2 Estimasi Parameter Model APARCH

Berdasarkan Ding (2011), persamaan model APARCH(p,q) adalah:

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i(|a_{t-i}| - \gamma_i a_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta$$

dengan

$$a_t = \sigma_t X_t, a_t | l_{t-1} \sim N(0, \sigma_t)$$

$$Z_t = Y_t\mu + a_t, t = 1,2, \dots T$$

Parameter $\mu, \omega, \alpha_i, \beta_j, \gamma_i,$ dan δ diestimasi menggunakan metode *maksimum likehood* dengan mengasumsikan X_t berdistribusi normal $X_t = \frac{Z_t - Y_t\mu}{\sigma_t^2}$.

2.7.3 Verifikasi Model APARCH

Menurut Elvitra (2013), verifikasi model APARCH dapat dilakukan menggunakan uji keberartian koefisien dan uji perbandingan nilai SIC.

1. Uji Keberartian Koefisien

Menurut Yuniarti (2012), parameter model APARCH dinotasikan secara umum misalkan b_j dan $\hat{b}_j$ adalah estimasi dari b_j, serta $Se(\hat{b}_j)$ adalah *standar error* dari $\hat{b}_j$ maka hipotesis uji signifikansi parameter adalah sebagai berikut:

$H_0 : b_j = 0$ (koefisien tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model)

$H_1 : b_j \neq 0$ (koefisien berpengaruh secara signifikan terhadap model)

Statistik Uji yang digunakan :

$$t_{hit} = \frac{\hat{b}_j}{Se(\hat{b}_j)}$$

Kriteria Ujinya adalah tolak H_0 jika nilai $|t| > t_{\alpha/2;\mathrm{df};n-n_p}$ atau Prob dari $t<\alpha$

2. Perbandingan nilai SIC

Menurut Wei (2006), model yang telah lolos uji keberartian koefisien selanjutnya diamati berdasarkan nilai SIC dari masing masing model. Model yang memiliki nilai SIC terkecil merupakan model terbaik.

$$\mathrm{SIC}(M) = n \ln \sigma_a^2 + M \ln n$$

Dengan M merupakan jumlah parameter dalam model, $\hat{\sigma}_a^2$ adalah penduga maksimum likelihood dari σ_a^2 dan n adalah jumlah pengamatan.

2.8 Peramalan (*Forecasting*).

Peramalan merupakan prediksi suatu nilai di masa yang akan dating. Jika model terbaik telah ditetapkan, maka model siap digunakan untuk peramalan(Wei, 2006).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data runtun waktu sekunder yang diambil dari www.finance.yahoo.com. Data yang digunakan merupakan data *return* saham Bank Bukopin periode tanggal 10 Juli 2006 sampai dengan 21 Juli 2016, yaitu sebanyak 2508 data.

3.2 Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini tidak menggunakan data yang sebenarnya melainkan menggunakan data *return* saham Bank Bukopin (Z_t).

3.3 Langkah-langkah Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software*. Adapun langkah-langkah analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data, kemudian melakukan Uji *Augmented Dickey-Fuller* dan transformasi *Box Cox* untuk mengetahui stasioneritas data dalam mean dan varian.
2. Jika data tidak stasioner dalam mean, maka dilakukan *diferensiasi* terhadap data dilakukan uji *Augmented Dickey Fuller* lagi, sampai data tersebut stasioner. Jika data tidak stasioner dalam varian, maka dilakukan transformasi terhadap data.
3. Apabila data telah stasioner, maka menentukan model ARIMA *Box Jenkins,* mengestimasi parameter model, dan verifikasi model dengan *Uji White Noise* dan perbandingan nilai variansi residual.
4. Melakukan pengujian efek ARCH dengan uji *ARCH-LM.*
5. Melakukan pengujian efek asimetris dengan *cross correlation*. Jika residual data bersifat simetris, maka tetap menggunakan model GARCH.Jika residual data bersifat asimetris, maka menggunakan model APARCH.
6. Menentukan model dan mengestimasi parameter model APARCH
7. Melakukan verifikasi terhadap model APARCH dengan uji keberartian koefisien dan perbandingan nilai SIC

8. Melakukan peramalan (*forecasting*) volatilitas untuk beberapa periode ke depan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Statistik Deskriptif

Data yang digunakan adalah data *return* saham Bank Bukopin periode tanggal 10 Juli 2006 sampai dengan 26 Juli 2016. Jumlah observasi yang digunakan adalah sebanyak 2508 data. Nilai rata-rata *return* saham harian untuk periode tersebut adalah sebesar 0,000207 dan standar deviasi 0,025021. Nilai terbesar pada data ini adalah sebesar 0,219051dan nilai minimumnya adalah-0,19736. Sedangkan nilai skewness data tersebut adalah 0,642019, dan nilai kurtosisnya adalah 15,38079.

4.2 Uji Stasioneritas

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *Augmented Dickey Fuller*, diperoleh nilai $t = -34{,}42922$ dengan probabilitas dari t adalah 0,000. Dengan taraf signifikansi $\alpha = 0{,}05$ maka dapat disimpulkan bahwa data stasioner dalam mean. Sedangkan dari hasil pengolahan menggunakan transformasi *Box-Cox*, diperoleh nilai *Rounded Value*=1. Hal ini menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam varian.

4.3 Pembentukan Model Runtun Waktu Box Jenkins

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *software*, model-model ARIMA yang teridentifikasi adalah AR(1); AR(2); MA(1); MA(2); ARMA(1,1); ARMA(1,2); ARMA(2,1) dan ARMA (2,2). Selanjutnya parameter-parameter pada tiap model dilakukan uji t untuk mengetahui apakah parameter signifikan terhadap model. Berdasarkan hasil pengolahan, model yang lulus uji signifikansi parameter adalah model AR(1); AR(2); MA(1); MA(2); ARMA(1,1); dan ARMA(2,2).

Berdasarkan hasil pengolahan menggunakan *software*, model yang lulus uji *Ljung Box* adalah model AR(2), ARMA(1,1) dan ARMA(2,2). Dari ketiga model ini, dilakukan perbandingan nilai variansi residual. Tabel 2 merupakan nilai-nilai hasil pengolahan menggunakan MINITAB:

Tabel 2. Perhitungan Nilai Variansi Residual

Model	SSR	MSR	DFR	Variansi Residual
AR(2)	1,54583	0,00062	2505	0,00061685
ARMA(1,1)	1,54517	0,00062	2505	0,00061685
ARMA(2,2)	1,54234	0.00062	2503	0,00061595

Model ARMA(2,2) memiliki nilai variansi residual yang paling kecil. Tetapi, perbandingan nilai variansi residual ini sangatlah kecil. Dengan mempertimbangkan prinsip *parsimoni*, model terbaik merupakan model yang memiliki parameter lebih sedikit, yaitu model AR(2). Persamaan model AR(2) adalah sebagai berikut :

$$Z_t = -0.0911 Z_{t-1} + \ 0.0740\ Z_{t-2} + at$$

4.4 Uji ARCH-LM

Uji ARCH-LM dilakukan berdasarkan nilai-nilai yang diperoleh dari *software* yang telah disusun dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai-nilai Probabilitas dari F

Lag	F-Statistik	Obs*R-Squared	ProbF
Lag 6	21,28053	121,8033	0,0000
Lag 12	16,34260	182,6975	0,0000
Lag 24	8,596627	192,2728	0,0000
Lag 48	4,694298	210,2443	0,0000

a. Hipotesis

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \cdots = \alpha_{48} = 0$ (tidak terdapat efek ARCH)

$H_1 : \exists \alpha_i \neq 0, i = 1,2 \ldots, 48$ (terdapat efek ARCH)

b. Statistik Uji :

$$F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/p}{SSR_1/(T-2p-1)}$$

c. Kriteria Uji :

H_0 ditolak jika F $> \chi^2_p(\alpha)$ atau Probabilitas dari F < α

d. Keputusan

Nilai Prob F untuk lag 6, 12, 24 dan 48 adalah = 0.000 dan α =0.05. Maka H_0 ditolak karena nilai Prob < α.

e. Kesimpulan

Pada taraf signifikansi α = 5%, terdapat efek ARCH/GARCH dalam residual model AR(2).

Langkah selanjutnya adalah membentuk model GARCH. Dalam dataran praktis, seringkali digunakan model GARCH(p,q) dengan order p dan q paling kecil (<2), yaitu modelGARCH(1,1); GARCH(1,2); GARCH(2,1); dan GARCH(2,2).

4.5 Uji Efek Asimetris (*Leverage Effect*)

Dari hasil pengolahan, *cross correlogram* pada model AR(1)-GARCH(1,1); AR(1)-GARCH(1,2); AR(1)-GARCH(2,1); dan AR(1)-GARCH(2,2) diperoleh nilai pada *lag* dan *lead* yang korelasinya berbeda signifikan dengan nol, maka H_0 ditolak yang artinya residual data bersifat asimetris.

4.6 Pembentukan Model APARCH

Model yang mungkin untuk data *return* saham Bank Bukopin yaitu APARCH(1,1); APARCH(1,2); APARCH(1,3); APARCH(2,1); APARCH(2,2); APARCH(2,3); APARCH(3,1); APARCH(3,2); dan APARCH(3,3). Berdasarkan model-model tersebut, model yang memiliki parameter yang berpengaruh secara signifikan adalah model APARCH(1,1); APARCH(1,2) dan APARCH(1,3). Selanjutnya dilakukan uji perbandingan nilai SIC berdasarkan Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Nilai SIC Model APARCH

Model	SIC
APARCH(1,1)	-4,826819
APARCH(1,2)	-4,830711
APARCH(1,3)	-4,828630

Model APARCH(1,2) memiliki nilai SIC paling kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa model terbaik yang digunakan untuk peramalan adalah model APARCH(1,2). Persamaan model APARCH(1,2) adalah sebagai berikut :

$$\sigma_t^{1.374191} = 0.000348 + 0.244485(\,|\varepsilon_{t-1}| - 0.197112\varepsilon_{t-1})^{1.374191} + 0.318266\,\sigma_{t-1}^{1.374191} + 0.449777\,\sigma_{t-2}^{1.374191}$$

4.7 Peramalan

Hasil peramalan volatilitas pada data *return* saham Bank Bukopin untuk 18 periode ke depan menggunakan model APARCH(1,2) terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Forecasting* untuk 18 periode ke depan

Indeks	Peramalan untuk rata-rata	Peramalan untuk variansi
1	0,000000	0,000522
2	0,000000	0,000626
3	0,000000	0,000605
4	0,000000	0,000642
5	0,000000	0,000653
6	0,000000	0,000675
7	0,000000	0,000692
8	0,000000	0,000711
9	0,000000	0,000729
10	0,000000	0,000747
11	0,000000	0,000765
12	0,000000	0,000783
13	0,000000	0,000800
14	0,000000	0,000817
15	0,000000	0,000834
16	0,000000	0,000851
17	0,000000	0,000868
18	0,000000	0,000884

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa peramalan volatilitas menggunakan model APARCH(1,2) mengalami peningkatan dari periode pertama sampai periode kedua. Dari periode kedua mengalami penurunan sampai periode ketiga, kemudian selanjutnya mengalami peningkatan sampai periode ke delapan belas. Sedangkan pergerakan untuk peramalan rata-rata dari periode pertama sampai dengan periode ke delapan belas adalah konstan.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis terhadap data *return* saham Bank Bukopin periode tanggal 10 Juli 2006 sampai dengan tanggal 26 Juli 2016 menggunakan model *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (APARCH), diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Model terbaik yang digunakan untuk peramalan volatilitas dari *return* saham Bank Bukopin adalah model APARCH(1,2). Persamaan model APARCH(1,2) adalah sebagai berikut :
$$\sigma_t^{1.374191} = 0.000348 + 0.244485(\,|\varepsilon_{t-1}| - 0.197112\varepsilon_{t-1})^{1.374191} + 0.318266\,\sigma_{t-1}^{1.374191} + 0.449777\,\sigma_{t-2}^{1.374191}$$
2. Hasil peramalan volatilitas menggunakan model APARCH(1,2) mengalami peningkatan dari periode pertama sampai periode kedua. Dari periode kedua mengalami penurunan sampai periode ketiga, kemudian selanjutnya mengalami peningkatan sampai periode ke delapan belas. Sedangkan pergerakan untuk peramalan rata-rata dari periode pertama sampai dengan periode ke delapan belas adalah konstan.

DAFTAR PUSTAKA

[BEI] Bursa Efek Indonesia. (2010) *Buku Panduan Indeks Harga Saham Bursa Efek Indonesia*. Jakarta: Indonesia Stock Exchange Building.

Anonim. (2015) *BBKP: Indonesia Stock Quote* [Online]. Tersedia: http://www.finance.yahoo.com. Diakses: 3 Oktober 2015.

Bekaert, G., dan Harvey, C. (1995) *Time-Varying World Market Integration*. The Journal of Finance Vol.1, No.2.

Ding, D. (2011) *Modeling of Market Volatility with APARCH Model.* Department of Mathematics Uppsala University.

Ding, Z., Granger C.W.J., dan Engle, R.F. (1993) *A Long Memory Property of Stock Market Returns and A New Model*. Journal of Empirical Finance Vol.1, No.1: 83-106.

Elvitra, C.W., Warsito, B., dan Hoyyi, A. (2013) *Metode Peramalan Menggunakan Model Volatilitas Asymmetric Power ARCH (APARCH)*. Jurnal Gaussian Vol.2, No.4: 289-300.

Enders, W. (1995) *Applied Econometric Time Series*. New York: John Wiley and Sons.

Engle, R. F. (1982) *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*. Econometrica Vol.50, No.4: Hal 987-1007.

Karlsson, L. (2002) GARCH – Modelling : Theoretical Survey, Model Implementation and Robustness Analysis. Master Thesis.

Makridakis, McGee, dan Wheelwright. (1999) *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Diterjemahakan oleh : Suminto, H. Jakarta: Binarupa Aksara. Terjemahan dari: Forecasting Methods and Application, Second Edition.

Rizal, J., dan Akbar, S. (2015) *Perbandingan Uji Stasioner Data Timeseries Antara Metode: Control Chart, Correlogram, Akar Unit Dickey Fuller, dan Derajat Integrasi*. Jurnal Gradien, Vol. 11, No.1, Hal: 1040-1046.

Rosadi, D. (2011) *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: ANDI.

Sitorus, R. (2006) *Analisis Volatilitas Return Saham – Saham Perbankan di Bursa Efek Jakarta Periode 1998-2005*. Tesis. Universitas Indonesia.

Soejoeti, Z. (1987) *Analisis Runtun Waktu.* Jakarta: Karunia.

Tagliafichi. (2003) *The GARCH Model and Their Application to the VaR*, Buenos Aires, Argentina.

Tandelilin, E. (2010) *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi. Edisi pertama*. Yogyakarta : Kanisius

Tsay, R. S. (2005) Analysis of Financial Time Series. New York: Wiley-Interscience.

Wei, W. W. S. (2006) *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. Boston: Pearson Education Inc.

Yuniarti, D. (2012) *Peramalan Jumlah Penumpang yang Berangkat Melalui Bandar Udara Temindung Samarinda Tahun 2012 dengan Metode ARIMA BOX-JENKINS.* Jurnal Eksponensial Vol.3, No.1: Hal 25-32.