

## METODE PERAMALAN MENGGUNAKAN MODEL VOLATILITAS ASYMMETRIC POWER AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTICITY PADA *RETURN* NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP DOLLAR

Cindy Wahyu Elvitra<sup>1</sup>, Budi Warsito<sup>2</sup>, Abdul Hoyyi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Alumni Jurusan Statistika FSM UNDIP

<sup>2,3</sup>Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

### Abstract

Exchange rate can be defined as a ratio the value of currency. The exchange rate shows a currency price, if it exchanged with another currency. Exchange rates of a currency fluctuate all the time. Rise and fall exchange rates of a currency in the money market shows the magnitude of volatility occurred in a country currency to other's. To estimate the volatility behavior of the data gave rise to volatility clustering or heteroscedasticity problems, can't be modeled using ARMA model and asymmetric effects that can't be modeled by ARCH or GARCH, can be modeled by Asymmetric Power ARCH (APARCH).

**Keywords** : Exchange rate, ARCH, APARCH

### 1. Pendahuluan

Saat ini telah terjadi globalisasi di bidang ekonomi yang telah menyebabkan berkembangnya sistem perekonomian ke arah yang lebih terbuka antar negara membawa suatu dampak terjadinya perdagangan internasional antar negara-negara di dunia. Dengan adanya perdagangan internasional maka akan datang masalah baru yakni perbedaan mata uang yang digunakan oleh negara-negara bersangkutan yaitu menimbulkan suatu perbedaan nilai tukar mata uang (kurs). Kurs menunjukkan harga suatu mata uang, jika ditukarkan dengan mata uang lain. Naik turunnya nilai tukar mata uang di pasar uang menunjukkan besarnya volatilitas. Volatilitas yang semakin besar menunjukkan pergerakan kurs yang semakin besar.

Engle (1982) mengembangkan suatu model untuk mengestimasi perilaku volatilitas data yang menimbulkan adanya *volatility clustering* atau kasus heteroskedastisitas. Model yang digunakan untuk memodelkan kondisi ini adalah model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan pada tahun 1986 telah dikembangkan suatu model yaitu *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) oleh Bollerslev. Ding, Granger dan Engle (1993) telah mengembangkan suatu model yang

digunakan untuk memperbaiki kelemahan dari model ARCH dan GARCH yang bersifat asimetris yaitu *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (APARCH).

## 2. Tinjauan Pustaka

*Return* merupakan selisih antara tingkat keuntungan yang sebenarnya dengan tingkat keuntungan yang diharapkan. Pada pemodelan runtun waktu diperlukan suatu kondisi stasioneritas terhadap rata-rata dan ragam. Salah satu cara untuk membuat data menjadi stasioner terhadap rata-rata dan ragam adalah transformasi data menjadi data *return* (Anton, 2006). Pendekatan untuk fluktuasi harga adalah perubahan relatif atau *return* yang didefinisikan sebagai *Continuously Compounded Return* atau *Log return*, yaitu :

$$X_t = \log \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) = \log (P_t) - \log (P_{t-1}) \quad (1)$$

Runtun waktu adalah suatu deret observasi yang berurut dalam waktu. Secara umum pemodelan terhadap data runtun waktu dilakukan dengan identifikasi model, estimasi parameter, verifikasi model dan peramalan.

Dalam pemodelan runtun waktu univariat, digunakan beberapa model :

- a. Proses *Autoregressive* (AR)

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

- b. Proses *Moving Average* (MA)

$$Z_t = a_t + \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

- c. Proses *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

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

- d. Proses *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

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

Ada dua uji yang digunakan untuk mendeteksi heteroskedastisitas di dalam data yaitu melalui pola residual kuadrat dari *correlogram* dan uji ARCH-LM (Rosadi, 2012).

Ada tidaknya efek ARCH dalam data yang pertama dengan mengetahui pola residual kuadrat dari *correlogram* :

a. Hipotesis :

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$  (residual model *return* tidak mengandung efek ARCH)

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $\rho_k \neq 0$  (residual model *return* mengandung efek ARCH)

b. Taraf Signifikansi :  $\alpha$

c. Statistik Uji :  $Q = n(n+2) \sum_{k=1}^u (n-k)^{-1} \tilde{\rho}_k^2 \quad k = 1, 2, \dots, u$

dengan  $u = lag$  maksimum,  $n =$  jumlah data yang diamati,  $\rho_k =$  korelasi serial dalam residual pada *lag* ke- $k$  dan  $s =$  jumlah parameter yang diestimasi.

d. Kriteria Uji : Tolak  $H_0$  jika nilai Probabilitas  $< \alpha$  (Rosadi, 2012).

Cara yang kedua dengan uji ARCH-LM :

a. Hipotesis :

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 0$  (tidak ada efek ARCH/GARCH dalam residual sampai *lag* ke- $m$ )

$H_1 : \exists \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, m$  (ada efek ARCH/GARCH dalam residual sampai *lag* ke- $m$ )

b. Taraf Signifikansi :  $\alpha$

c. Statistik Uji :  $F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/m}{SSR_1/(N-2m-1)}$

dengan  $m =$  derajat bebas,  $SSR_0 = \sum_{m+1}^N (\varepsilon_t^2 - \bar{\omega})$ ,  $SSR_1 = \sum_{m+1}^N \hat{\varepsilon}_t^2$ ,  $\bar{\omega} =$  rata-rata sampel dari  $\varepsilon_t^2$ ,  $\hat{\varepsilon}_t^2 =$  residual kuadrat terkecil dan  $N =$  jumlah sampel.

d. Kriteria uji : Tolak  $H_0$  jika nilai Probabilitas  $F < \alpha$  (Rosadi, 2012).

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

Ding, Granger dan Engle (1993) mengembangkan suatu model yang digunakan untuk memperbaiki kelemahan dari model ARCH dan GARCH dalam menangkap fenomena ketidaksimetrisan *good news* dan *bad news* dalam volatilitas yaitu *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (APARCH). *Bad news* berarti informasi akan berdampak negatif terhadap pergerakan volatilitas yaitu

penurunan nilai volatilitas, contohnya kenaikan drastis harga bahan bakar dan kenaikan inflasi yang tajam. *Good news* berarti informasi akan berdampak positif terhadap pergerakan volatilitas yaitu kenaikan nilai volatilitas, contohnya kenaikan tajam penjualan, penurunan suku bunga kredit dan perluasan usaha.

Bentuk umum dari model APARCH(p,q) yaitu :

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta \quad (2)$$

dan  $\omega > 0$ ,  $\alpha_i > 0$ ,  $\beta_j > 0$ ,  $\delta > 0$ , dan  $-1 < \gamma_i < 1$

dengan  $\mu$ ,  $\omega$ ,  $\alpha_i$ ,  $\beta_j$  dan  $\gamma_i$  merupakan parameter-parameter yang diestimasi,  $\delta$  diestimasi menggunakan transformasi Box Cox dalam kondisi standar deviasi.  $\gamma_i$  merupakan leverage effect. Jika leverage effect bernilai positif, artinya bad news (berita buruk) memiliki pengaruh yang kuat dibandingkan dengan good news (berita baik), begitu pula sebaliknya.  $\varepsilon_t$  adalah residual data ke-t (Laurent, 2003).

Untuk memeriksa keberadaan pengaruh *leverage effect* (efek asimetris) salah satunya dengan cara data runtun waktu terlebih dahulu dimodelkan ke dalam model GARCH. Kemudian dari model tersebut diuji apakah memiliki efek asimetris dengan melihat korelasi antara  $\varepsilon_t^2$  (standar residual kuadrat model *Box Jenkins*) dengan  $\varepsilon_{t-p}$  (lag standar residual model GARCH) dengan menggunakan korelasi silang. Kriteria pengujiannya adalah jika terdapat batang yang melebihi standar deviasi atau ditandai dengan adanya tanda bintang, berarti kondisi *bad news* dan *good news* memberi pengaruh asimetris terhadap volatilitas (Tagliafichi, 2003).

### 3. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan adalah data runtun waktu sekunder yang diambil dari Bank Indonesia *Official Website* yaitu [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id). sebanyak 3000 data harian kurs jual nilai tukar rupiah terhadap dollar dari periode 24 Januari 2001 sampai dengan periode 29 April 2013. Data yang dianalisis adalah bukan data yang sebenarnya melainkan menggunakan data *return* kurs jual nilai tukar rupiah terhadap dollar.

Adapun metode analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian dalam penulisan makalah ini diuraikan sebagai berikut :

7. Menyiapkan data yang akan digunakan, setelah itu melakukan pengujian stasioneritas dengan menggunakan Uji *Augmented Dickey-Fuller*.
8. Jika data stasioner, maka menentukan model *Box Jenkins* yaitu model AR, MA dan ARMA.
9. Jika data tidak stasioner, maka :
  - a. Jika tidak stasioner dalam mean maka dilakukan diferensiasi terhadap data dengan menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Nilai selisih yang diperoleh dicek lagi apakah stasioner atau tidak. Sedangkan melakukan transformasi terhadap data jika tidak stasioner dalam varian.
  - b. Jika data yang telah didiferensiasi/ditransformasi sudah stasioner, maka menentukan model *Box Jenkins*.
10. Mengestimasi parameter model *Box Jenkins* dan melakukan verifikasi model *Box Jenkins* dengan :
  - a. Melakukan uji keberartian koefisien.
  - b. Menggunakan uji *Lack of Fit* (uji kecocokan).
  - c. Melakukan perbandingan nilai residual.
11. Melakukan pengujian efek ARCH dengan cara melihat probabilitas residual kuadrat dan dengan uji ARCH-LM.
12. Melakukan pengujian efek asimetris dengan menggunakan model GARCH :
  - a. Jika runtun waktu bersifat simetris, maka tetap menggunakan model GARCH.
  - b. Jika runtun waktu bersifat asimetris, maka menggunakan model APARCH.
13. Membentuk model dan mengestimasi parameter model volatilitas APARCH dengan melakukan verifikasi model volatilitas APARCH, dengan uji keberartian koefisien dan dengan uji berdasarkan nilai AIC dan SIC.
14. Melakukan *forecasting* (prediksi) volatilitas untuk beberapa periode ke depan.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Data *time series* nilai tukar rupiah terhadap dollar memperlihatkan bahwa data mengalami tren paling tinggi pada data ke 1923 dan tren paling rendah pada data ke 584 dari satu periode ke periode selanjutnya sehingga menyebabkan data tidak stasioner.

Para pelaku pasar uang biasanya lebih tertarik melihat dari sisi *return*, dibandingkan dengan melihat dari nilai tukar itu sendiri. *Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor untuk berinvestasi karena dapat menggambarkan secara nyata perubahan harga.

**Tabel 1.** Statistik Deskriptif *Return* Kurs Rupiah terhadap Dollar

Statistik	Nilai
Mean	0,0000115
Maximum	0,129641
Minimum	-0,074473
Skewness	1,253037
Kurtosis	49,73664
Probability	0,000000
Observations	2999

Nilai maksimum *return* kurs sebesar 0,129641 artinya nilai tukar rupiah terhadap dollar pada hari  $t$  lebih besar dibandingkan pada hari  $t-1$ . Nilai minimum *return* kurs sebesar -0,074473 artinya nilai tukar rupiah terhadap dollar pada hari  $t$  lebih kecil dibandingkan pada hari  $t-1$ . Pengujian stasioneritas salah satunya dengan uji *Augmented Dickey Fuller* :

**Tabel 2.** Uji Stasioneritas *Augmented Dickey Fuller*

Null Hypothesis: RTKURS has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=36)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-22,21723	0,0000
Test critical values:	1% level		-3,961107	
	5% level		-3,411308	
	10% level		-3,127496	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				

a) Hipotesis :

$H_0 : \gamma = 0$  (terdapat akar unit sehingga data tidak stasioner)

$H_1 : -2 < \gamma < 0$  (tidak terdapat akar unit sehingga data stasioner)

b) Taraf Signifikansi :  $\alpha = 5\%$

c) Statistik Uji :  $\tau = \frac{\hat{\gamma}}{se(\hat{\gamma})}$

d) Kriteria Uji :

$H_0$  ditolak jika  $\tau <$  nilai statistik ADF atau nilai Probabilitas  $< \alpha$ .

e) Keputusan :

$H_0$  ditolak karena nilai Probabilitas = 0,0000  $< \alpha = 0,05$  atau nilai  $\tau$  pada output dibandingkan dengan nilai kritis *Augmented Dickey-Fuller* dengan nilai *t-Statistic* = -22,21723  $<$  *Test critical values* 5% level = -3,411308.

f) Kesimpulan :

Tidak terdapat akar unit sehingga data stasioner.

Pemilihan Model Box Jenkins terbaik salah satunya adalah dengan melihat variansi residual :

**Tabel 3.** Nilai Variansi Residual ( $\sigma_a^2$ )

Model	$\sigma^2$
MA(1)	0,0000559356
ARMA(1,1)	0,0000559646

Model terbaik adalah model yang memiliki nilai variansi residual terkecil. Jadi, model terbaik adalah MA(1).

Untuk mendeteksi heteroskedastisitas di dalam data runtun waktu yaitu yang pertama dengan mengetahui pola residual kuadrat dari *correlogram* dengan :

a. Hipotesis :

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$  (residual model *return* tidak mengandung efek ARCH)

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $\rho_k \neq 0$  (residual model *return* mengandung efek ARCH)

b. Taraf Signifikansi :  $\alpha = 5\%$

c. Statistik Uji :  $Q = n(n+2) \sum_{k=1}^u (n-k)^{-1} \tilde{\rho}_k^2 \quad k = 1, 2, \dots, u$

d. Kriteria Uji : Tolak  $H_0$  jika nilai Probabilitas  $< \alpha$ .

e. Keputusan :

$H_0$  ditolak untuk semua lag karena nilai Probabilitas = 0,000  $< \alpha = 0,05$ .

f. Kesimpulan :

Residual model *return* mengandung efek ARCH.

Selain melihat pola residual kuadrat dari *correlogram*, pengujian efek ARCH juga dapat menggunakan uji ARCH-LM.

**Tabel 4.** Uji ARCH-LM

ARCH Test:			
F-statistic	4,629912	Prob. F(36,2926)	0,000000
Obs*R-squared	159,6880	Prob. Chi-Square(36)	0,000000

a. Hipotesis :

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 0$  (tidak ada efek ARCH/GARCH dalam residual sampai lag ke- $m$ )

$H_1 : \exists \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, m$  (ada efek ARCH/GARCH dalam residual sampai lag ke- $m$ )

b. Taraf Signifikansi :  $\alpha = 5\%$

c. Statistik Uji :  $F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/m}{SSR_1/(N - 2m - 1)}$

d. Kriteria uji : Tolak  $H_0$  jika nilai Probabilitas  $F < \alpha$ .

e. Keputusan :

$H_0$  ditolak karena nilai Probabilitas = 0,000000 <  $\alpha = 0,05$ .

f. Kesimpulan :

Terdapat efek ARCH/GARCH dalam residual sampai lag ke- $m$ .

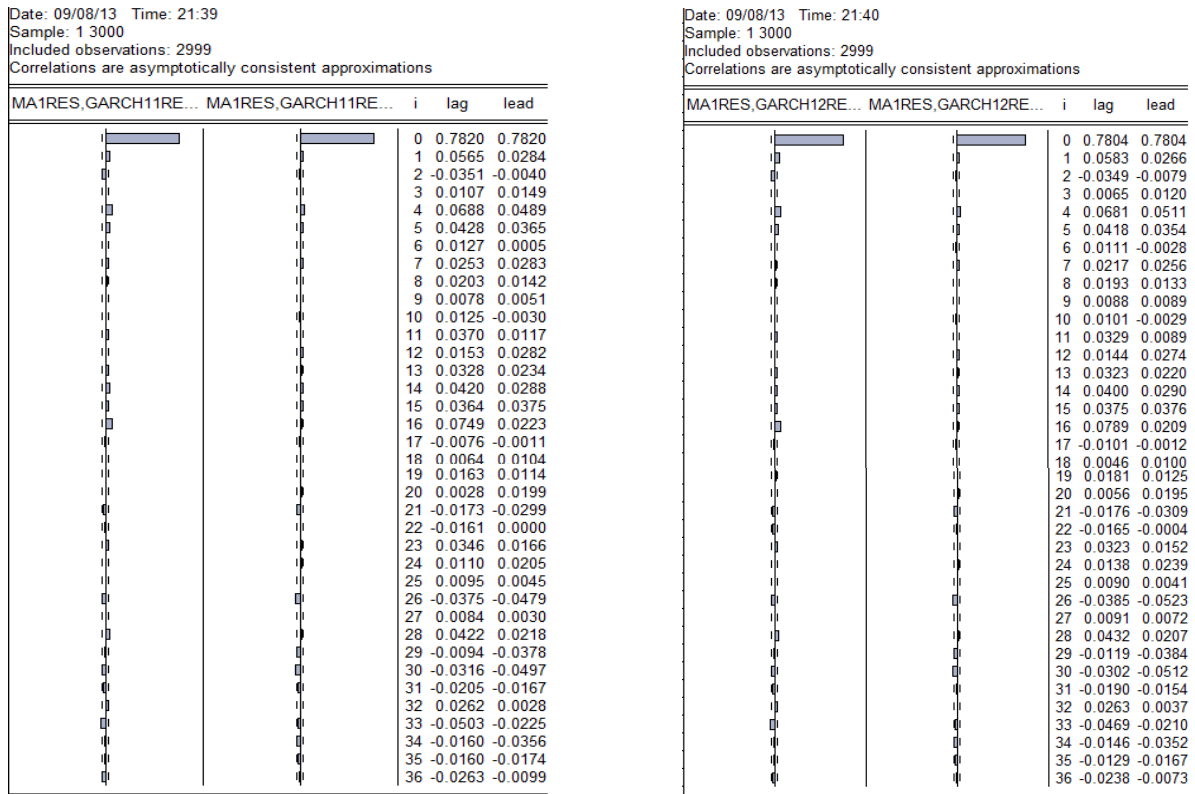
Untuk memeriksa keberadaan pengaruh *leverage effect* (efek asimetris) dengan cara melihat model AR(2)-GARCH(1,1), AR(2)-GARCH(1,2), AR(2)-GARCH(2,1), AR(2)-GARCH(2,2) dari kolom lag dan lead diperoleh bahwa nilai korelasinya berbeda signifikan dengan nol karena terdapat batang yang melebihi standar deviasi yang berarti bahwa runtun waktu bersifat asimetris. Sehingga runtun waktu dapat dimodelkan menggunakan model *Asymmetric Power ARCH* (APARCH).

### Pemodelan Volatilitas APARCH

**Tabel 5.** Model Volatilitas APARCH(2,1)

Variabel	Coefficient	Prob.
$\omega$	0,00000226	0,0086
$\alpha_1$	0,655536	0,0000
$\gamma_1$	-0,210817	0,0000
$\alpha_2$	-0,574613	0,0000
$\gamma_2$	-0,209607	0,0000
$\beta_1$	0,936141	0,0000
$\delta$	1,580584	0,0000





Gambar 1. Cross Correlogram Uji Efek Asimetris

Verifikasi Model APARCH ada dua cara, yaitu dengan :

1) Uji Keberartian Koefisien

a. Hipotesis :

$H_0$  : koefisien tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model

$H_1$  : koefisien berpengaruh secara signifikan terhadap model

b. Taraf Signifikansi :  $\alpha = 5\%$

c. Statistik Uji :  $t_{hit} = \frac{\hat{b}_j}{se(\hat{b}_j)}$

d. Kriteria Uji : Tolak  $H_0$  jika nilai Probabilitas  $< \alpha$

e. Keputusan :  $H_0$  ditolak pada model APARCH(2,1).

f. Kesimpulan : Pada model APARCH(2,1) koefisien berpengaruh secara signifikan terhadap model.

Berdasarkan hasil tersebut, model yang lolos uji keberartian koefisien adalah model APARCH(2,1).

2) Uji Perbandingan Nilai AIC dan SIC

Model yang lolos uji keberartian koefisien adalah hanya model APARCH(2,1) maka model terbaik adalah APARCH(2,1). Oleh karena bentuk persamaanya :

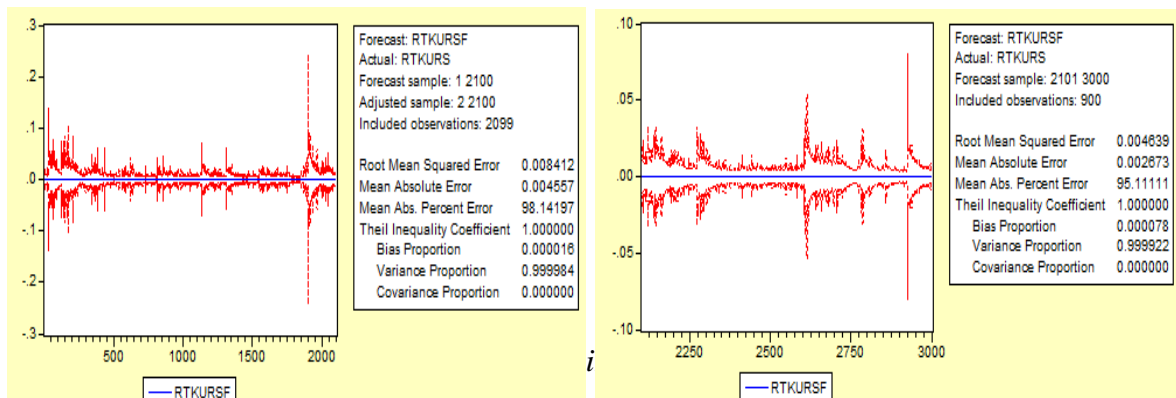
$$\sigma_t^{1,580584} = 0,00000226 + 0,655536 (|\varepsilon_{t-1}| + 0,210817 \varepsilon_{t-1})^{1,580584} - 0,574613 (|\varepsilon_{t-2}| + 0,209607 \varepsilon_{t-2})^{1,580584} + 0,936141 \sigma_{t-1}^{1,580584}$$

Langkah terakhir dalam pembentukan model runtun waktu adalah melakukan peramalan volatilitas untuk beberapa periode selanjutnya menggunakan model yang sesuai yaitu APARCH(2,1).

**Tabel 6.** Hasil *Forecasting* untuk 10 hari ke depan

indeks	Peramalan untuk rata-rata	Peramalan untuk variansi
1	0,000000	0,00000735
2	0,000000	0,0000102
3	0,000000	0,0000121
4	0,000000	0,0000136
5	0,000000	0,0000147
6	0,000000	0,0000158
7	0,000000	0,0000168
8	0,000000	0,0000178
9	0,000000	0,0000188
10	0,000000	0,0000198

Akurasi peramalan dapat menggunakan data *in sample* dan data *out sample* yaitu apabila diperhatikan nilai sebenarnya dengan nilai ramalannya, berdasarkan standar errornya tidak terlalu jauh berbeda. Jika diamati pada nilai RMSE, MAE, MAPE, Bias Proportion dan Variance Proportion pada gambar nilainya tidak terlalu jauh berbeda sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan sudah cukup baik dalam peramalan.



## 5. Kesimpulan

1. Model APARCH yang digunakan untuk peramalan volatilitas dari return nilai tukar rupiah terhadap dollar adalah model APARCH(2,1) dengan persamaan :  

$$\sigma_t^{1,580584} = 0,00000226 + 0,655536 (|\varepsilon_{t-1}| + 0,210817 \varepsilon_{t-1})^{1,580584} - 0,574613 (|\varepsilon_{t-2}| + 0,209607 \varepsilon_{t-2})^{1,580584} + 0,936141 \sigma_{t-1}^{1,580584}$$
2. Hasil dari peramalan volatilitas pada *return* nilai tukar rupiah terhadap dollar untuk 10 hari ke depan dengan menggunakan model volatilitas APARCH(2,1) mengalami peningkatan dari periode pertama sampai dengan periode ke sepuluh dan pergerakan untuk peramalan rata-ratanya adalah konstan.

## Daftar Pustaka

- Anonim, 2013, *Kurs Uang Kertas Asing Mata Uang USD* [Online], Tersedia: <http://www.bi.go.id> [Diakses pada tanggal 28 Februari 2013]
- Ariefianto, D., 2012, *Ekonometrika Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*, Erlangga : Jakarta.
- Laurent, S., 2003, *Analytical derivatives of the APARCH model*, Forthcoming in Computational Economics.
- Rosadi, D., 2012, *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*, Andi Offset : Yogyakarta.
- Tagliafichi, 2003, *The Garch Model and Their Application to the VaR*, Buenos Aires, Argentina.