PEMODELAN ARIMAX DENGAN SIMETRIK DAN ASIMETRIK GARCH
(Studi Kasus: Data Inflasi Nasional)

Oleh:
Sri Aryani
1314201715

Dosen Pembimbing:
Dr.rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si
Dr. Suhartono

JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

- PENDAHULUAN
- TINJAUAN PUSTAKA
- METODOLOGI PENELITIAN
- ANALISIS DAN PEMBAHASAN
- KESIMPULAN DAN SARAN

Latar Belakang

Kehidupan perekonomian suatu negara tidak terlepas dari masalah ekonomi makro, antara lain: pertumbuhan ekonomi, inflasi, pengangguran, kestabilan kegiatan ekonomi serta neraca perdagangan dan neraca pembayaran (Sukirno, 2012)

Inflasi merupakan kenaikan harga barang dan jasa secara umum dimana barang dan jasa tersebut merupakan kebutuhan pokok masyarakat atau turunnya daya jual mata uang suatu negara

Inflasi timbul karena adanya tekanan dari sisi penawaran (*cost push inflation*) dan dari sisi permintaan (*demand pull inflation*)

Latar Belakang

Kenaikan harga minyak mentah di pasar internasional

akan segera diikuti oleh naiknya harga produk-produk minyak, seperti bensin dan bahan bakar yang digunakan konsumen

karena ada upaya mensubstitusi minyak dengan energi bentuk lain, harga sumber energi alternatif juga akan meningkat

Latar Belakang

Salah satu asumsi dalam membentuk ARIMA adalah stasioner baik dari rata-rata ataupun variansinya.

Untuk menanggulangi masalah heteroskedastisitas ini, digunakan ARCH yang diperkenalkan oleh Engle pada tahun 1982

Menurut Engle, penggunaan metode ARCH pada data deret waktu yang mengalami heteroskedastisitas berperan penting dalam meningkatkan efisiensi

Latar Belakang

Pada model ARCH, variansi *error* data deret waktu sekarang hanya dipengaruhi oleh *error* dari variabel yang diteliti pada waktu sebelumnya

Pada tahun 1986, Tim Bollerslev mengembangkan metode ARCH dengan metode yang disebut *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

Model ini dianggap memberikan hasil yang lebih singkat dan efektif daripada model ARCH karena dapat mengurangi ketergantungan sejumlah besar lag *error* masa lalu.

Latar Belakang

Dalam perkembangannya, model GARCH memiliki banyak jenis diantaranya simetrik dan asimetrik GARCH

Pada tahun 1986, Tim Bollerslev mengembangkan metode ARCH dengan metode yang disebut *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

Ding, Granger, dan Engle (1993) mengembangkan model guna memperbaiki kelemahan ARCH/GARCH

Latar Belakang

Dalam perkembangannya, model GARCH memiliki banyak jenis diantaranya simetrik dan asimetrik GARCH

Pada tahun 1986, Tim Bollerslev mengembangkan metode ARCH dengan metode yang disebut *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

Kedua model tersebut tidak mampu menangkap fenomena asimetrik dalam volatilitas

Latar Belakang

Glosten, Jaganathan, dan Runkle (1993) mengusulkan suatu metode untuk menangkap efek asimetrik pada GARCH yaitu metode GJR-GARCH

Ding, Granger, Engle (1993) mengembangkan APARCH yang merupakan model yang komprehensif dan mencakup tujuh model GARCH

Latar Belakang

Penelitian Mengenai Inflasi Indonesia

Nama	Hasil
Suryono (2009)	Memodelkan dan meramalkan inflasi nasional dengan metode *Auto Regressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan ARIMAX-*Neural Network* (ARIMAX-NN) dengan hasil bahwa model ARIMAX-NN merupakan model terbaik yang digunakan
Rokimah (2012)	Peramalan inflasi Jawa Timur dengan pendekatan fungsi transfer multi input dan Artificial Neural Network (ANN) yang mendapatkan hasil bahwa metode fungsi transfer multi input merupakan metode terbaik untuk meramalkan nilai inflasi umum dua sampai dengan delapan, sepuluh dan sebelas langkah ke depan sedangkan metode ANN merupakan metode terbaik untuk meramalkan nilai inflasi umum satu, sembilan, dan dua belas langkah ke depan.
Rukini (2014)	memodelkan inflasi kota Denpasar dengan metode ARIMAX dan deteksi GARCH dengan hasil bahwa tidak terdapat heteroskedastisitas pada model ARIMAX yang terbentuk

Latar Belakang

Penelitian Mengenai Inflasi di Luar Negeri

Nama	Hasil
Bidarkota dan McCulloch (1998)	peramalan inflasi Amerika Serikat menggunakan model univariat *state space* dengan *symmetric stable shocks* dengan hasil bahwa model *stable shocks* untuk *level shift outlier* memberikan hasil estimasi yang lebih akurat
Hyung et al. (2006)	peramalan inflasi menggunakan model *structural breaks* dan *long memory* yang memberikan hasil bahwa model tersebut lebih baik daripada model linier auto regressive
Malhotra dan Krishna (2015)	menggunakan DCC-GARCH untuk menganalisis dampak fluktuasi harga minyak mentah dunia terhadap inflasi dan suku bunga di India, dengan hasil bahwa fluktuasi harga minyak mentah dunia memiliki dampak signifikan terhadap inflasi

Latar Belakang

Penelitian Terkait Simetrik dan Asimetrik GARCH

Nama	Penelitian
Hentschel (1994)	Hentschel (1994) meneliti tentang model simetrik dan asimetrik GARCH pada deret waktu harga saham harian Amerika Serikat. Dalam penelitian tersebut, Hentschel membandingkan GARCH, GJR-GARCH, TGARCH, AGARCH, NGARCH, EGARCH, dan APGARCH dalam melakukan peramalan
Tully dan Lucey (2007)	menggunakan GARCH dan APARCH untuk menganalisis dampak indikator makro ekonomi terhadap harga emas dan menunjukkan hasil bahwa metode APARCH tepat digunakan untuk memodelkan harga emas
Hickey et al. (2012)	menggunakan ARMAX-GARCH model dengan simetrik dan asimetrik GARCH model untuk meramalkan harga listrik di Amerika Serikat. Hasil yang diperoleh bahwa APARCH merupakan model terbaik untuk menggambarkan volatilitas harga listrik

Rumusan Masalah

- Bagaimana membandingkan tingkat keakuratan metode GARCH, GJR-GARCH dan APARCH menggunakan studi simulasi?
- Bagaimana kinerja peramalan inflasi menggunakan ARIMAX dengan GARCH, GJR-GARCH, dan APARCH

Tujuan Penelitian

- Membandingkan tingkat keakuratan metode GARCH, GJR-GARCH dan APARCH dengan menggunakan studi simulasi.
- Membandingkan kinerja peramalan inflasi menggunakan ARIMAX dengan GARCH, GJR-GARCH, dan APARCH.

Model Time Series

Syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam stasioneritas

- $Var(Z_t) = Var(Z_{t+k})$, dimana Z_t adalah variabel dependen pada waktu t
- Stasioner dalam *mean* (rata-rata konstan), $E(Z_t) = E(Z_{t+k})$

ARIMA BOX-JENKINS

Identifikasi (plot, ACF, PACF, uji stasioneritas)

Model ARIMA

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t$$

Uji Signifikansi Parameter

H0: β= 0 (β tidak signifikan)
H1: β ≠0 (β signifikan)
Statistik Uji:

$$t_{hit} = \frac{\hat{\beta}}{se(\hat{\beta})}$$

Uji Kesesuaian Model

1. Residual (αt) bersifat *white noise*
2. Residual (αt) berdistribusi normal

ARIMAX

Identifikasi

1. Mempersiapkan deret input dan output
2. Pemutihan deret input (x_t)
3. Penghitungan deret output (y_t)
4. Penghitungan korelasi silang
5. Penetapan nilai r, s, dan b
6. Penaksiran awal deret gangguan (n_t)
7. Penetapan (p_n, q_n) untuk model ARIMA (p_n, 0, q_n) dari deret gangguan n_t

Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer

Menggunakan Conditional Maximum Likelihood, dengan asumsi at adalah white noise dan berdistribusi normal

Diagnosa Model Fungsi Transfer

1. Uji korelasi silang antara xt dengan at
2. Uji autokorelasi

DETEKSI OUTLIER

Additive Outlier

Additive outlier (AO) merupakan kejadian yang mempengaruhi suatu deret runtun waktu pada satu waktu saja

$$Z_t = \begin{cases} X_t, & t \neq T \\ X_t + \omega, & t = T \end{cases} z \quad = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t + \omega I_t^{(T)}$$

Innovational Outlier

Efek AO hanya terjadi pada T observasi saja, sedangkan pada IO mempengaruhi seluruh observasi $Z_t, Z_{t+1}, \ldots$ melewati waktu T sepanjang memori dari sistem yang diberikan oleh $\frac{\theta(B)}{\phi(B)}$

Level Shift Outlier

Kejadian yang mempengaruhi deret pada satu waktu tertentu dan efek yang diberikan memberikan suatu perubahan yang tiba-tiba dan permanen

Level Shift Outlier

Temporary Change adalah suatu kejadian dimana *outlier* menghasilkan efek awal pada waktu ke *t* sebesar ω_c dan kemudian efek tersebut berkurang secara perlahan sesuai dengan besarnya δ

MODEL ARCH

Tahapan uji LM yang diusulkan oleh Engle (1982) untuk menguji adanya proses ARCH yaitu:

- Menggunakan metode kuadrat terkecil untuk mendapatkan AR (n):

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \cdots + \alpha_n X_{t-n} + \varepsilon_t$$

- Menghitung besarnya kuadrat residual, kemudian meregresikan nilai tersebut sehingga diperoleh taksiran sebagai berikut:

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \cdots + \hat{\alpha}_n \hat{\varepsilon}_{t-n}^2$$

- Melakukan pengujian parameter:

  $H_0 : \alpha_1 = \cdots = \alpha_n = 0$

  H_1 : minimal ada satu $\alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \ldots, n$

  Statistik Uji:

  $T'R^2$ dengan $T' = T - n$, dimana T adalah jumlah residual

  Daerah penolakan:

  Tolak H_0 jika $T'R^2 > \chi_n$, yang berarti bahwa terdapat efek ARCH dalam model.

MODEL ARCH/GARCH

ARCH

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

GARCH

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

GJR-GARCH

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 \mathrm{I}(\varepsilon_{t-1} < 0) + \beta \sigma_{t-1}^2$$

APARCH

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \, \sigma_{t-j}^\delta$$

Metodologi Penelitian

Membangkitkan data simulasi GARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1), dan APARCH(1,1)

Melakukan pemodelan dengan masing-masing jenis GARCH dan membandingkan nilai AIC

Menghitung *power* dan *size* dan spengujian asimetrik

Metodologi Penelitian

Melakukan pemodelan Inflasi dengan ARIMA

Melakukan pemodelan inflasi dengan ARIMAX

Memodelkan error ARIMAX inflasi dengan masing-masing model GARCH

Hasil dan Pembahasan

Setting Parameter yang Digunakan

Skenario	Parameter				
	α_0	α_1	β_1	γ_1	δ
1	0,01	0,1	0,8	-	-
2	0,01	0,2	0,7	-	-
3	0,01	0,3	0,6	-	-
4	0,01	0,4	0,5	-	-
5	0,01	0,45	0,45	-	-
6	0,01	0,5	0,4	-	-
7	0,01	0,6	0,3	-	-
8	0,01	0,7	0,2	-	-
9	0,01	0,8	0,1	-	-
10	0,005	0,28	0,5	0,23	-
11	0,005	0,18	0,6	0,23	-
12	0,005	0,38	0,4	0,23	-
13	0,005	0,28	0,5	0,23	2
14	0,005	0,18	0,6	0,23	2
15	0,005	0,38	0,4	0,23	2

Hasil dan Pembahasan

Simulasi

- Berdasarkan hasil simulasi , nilai AIC antara model GARCH tidak berbeda signifikan. Pada data yang dibangkitkan melalui model GARCH(1,1), hampir seluruh model skenarionya menunjukkan bahwa GARCH simetrik lebih baik dalam hal akurasi dibandingkan dengan GARCH asimetrik kecuali pada model skenario 1 yang menunjukkan bahwa GJR-GARCH merupakan model yang paling baik dibandingkan kedua model GARCH lainnya. Untuk data yang dibangkitkan melalui model GJR-GARCH(1,1), semuanya menunjukkan bahwa GJR-GARCH(1,1) merupakan model terbaik. Selanjutnya untuk data yang dibangkitkan melalui model APARCH(1,1), hanya pada model skenario 13 yang menunjukkan APARCH(1,1) merupakan model terbaik. Skenario model 14 dan 15 menunjukkan bahwa model GJR-GARCH merupakan model terbaik.

Simulasi

- untuk data *in-sample* dengan jumlah sampel 1.000 pada data yang dibangkitkan melalui model GARCH(1,1), seluruh model skenarionya menunjukkan bahwa GARCH simetrik lebih baik dalam hal akurasi dibandingkan dengan GARCH asimetrik. Untuk data yang dibangkitkan melalui model GJR-GARCH(1,1), semuanya menunjukkan bahwa GJR-GARCH(1,1) merupakan model terbaik. Selanjutnya untuk data yang dibangkitkan melalui model APARCH(1,1), hanya pada model skenario 14 yang menunjukkan APARCH(1,1) merupakan model terbaik. Skenario model 13 dan 15 menunjukkan bahwa model GJR-GARCH merupakan model terbaik.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 2 Persentase hasil uji asimetrik untuk simulasi model GARCH(1,1)

Uji	Model 1		Model 2		Model 3	
	200	1000	200	1000	200	1000
Sign Bias						
1%	2	1	1	0	0	1
5%	6	5	8	5	6	5
10%	11	9	13	7	8	11
Negative Sign Bias						
1%	0	0	1	1	2	3
5%	2	5	4	5	8	9
10%	5	10	12	11	13	13
Positive Sign Bias						
1%	2	0	0	1	1	3
5%	4	1	5	2	9	11
10%	7	6	7	4	14	14
Joint Effect						
1%	1	0	0	1	3	1
5%	7	1	5	1	6	18
10%	11	8	13	8	16	18

Hasil dan Pembahasan

Tabel 3 Persentase hasil uji asimetrik untuk simulasi model GJR-GARCH(1,1)

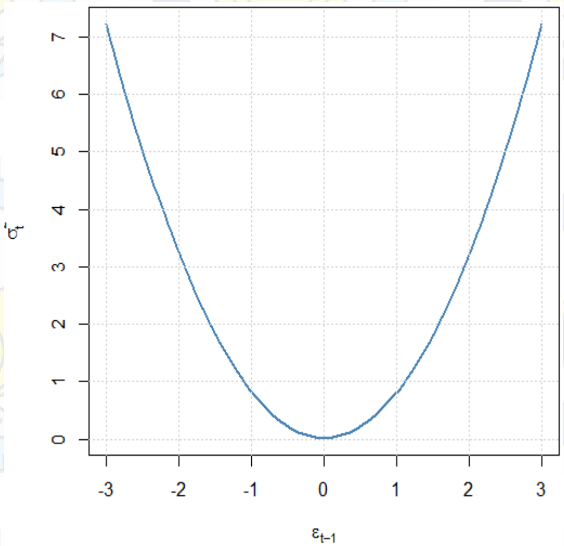
Uji	Model 1		Model 2		Model 3	
	200	1000	200	1000	200	1000
Sign Bias						
1%	0	1	1	1	1	0
5%	1	6	5	6	7	6
10%	4	10	10	9	17	12
Negative Sign Bias						
1%	1	1	1	5	3	2
5%	6	7	5	12	4	4
10%	10	11	12	26	6	8
Positive Sign Bias						
1%	0	0	0	1	2	0
5%	3	4	4	12	3	2
10%	5	11	10	23	5	5
Joint Effect						
1%	1	13	3	25	5	7
5%	6	27	7	47	9	20
10%	11	31	13	62	11	27

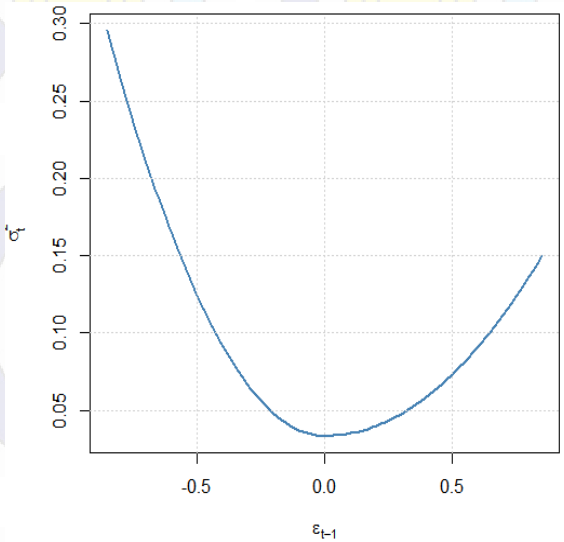
Hasil dan Pembahasan

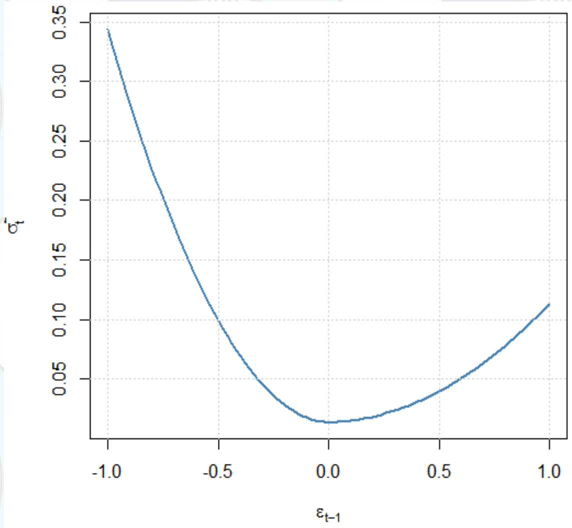
Tabel 4 Persentase Hasil Uji Asimetrik untuk simulasi model APARCH(1,1)

Uji	Model 1		Model 2		Model 3	
	200	1000	200	1000	200	1000
Sign Bias						
1%	1	0	1	0	1	1
5%	5	6	4	3	3	7
10%	10	11	7	11	8	12
Negative Sign Bias						
1%	12	2	6	6	11	8
5%	19	14	11	14	18	22
10%	21	27	14	22	23	32
Positive Sign Bias						
1%	0	1	0	5	4	5
5%	4	13	1	13	7	15
10%	8	23	8	21	9	35
Joint Effect						
1%	13	28	5	16	13	54
5%	19	50	10	33	21	75
10%	26	60	15	39	26	81

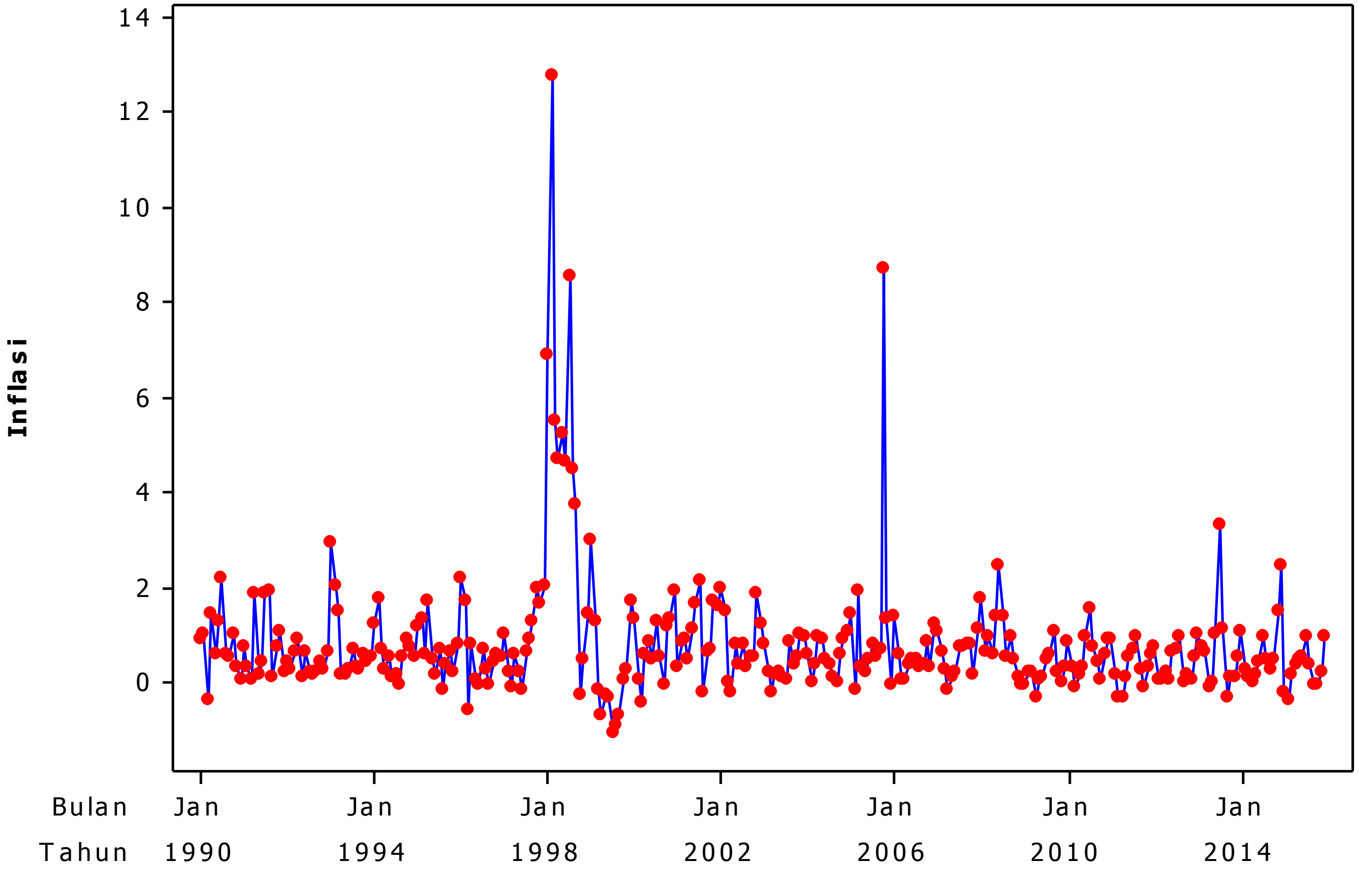
Hasil dan Pembahasan







Hasil dan Pembahasan



Hasil dan Pembahasan

$$y_t = 0{,}75 + 7{,}26I^{(190)} + 8{,}23I^{(98)} + 4{,}24I^{(103)} + 3{,}2I^{(97)} - 2{,}66I^{(106)} + 2{,}09I^{(283)} + \frac{(1 + 0{,}17\,B^{10} + 0{,}37\,B^{12})}{1 - 0{,}67\,\mathrm{B} - 0{,}18\,B^{3} + 0{,}23\,B^{8}}a_t$$

Waktu	Keterangan
Januari 1998	Krisis ekonomi dimana nilai tukar rupiah terhadap dollar terdepresiasi 80%
Februari 1998	Krisis ekonomi
Juli 1998	Krisis ekonomi dimana SBI 70,8%, SBPU 60%, IHSG anjlok
Oktober 1998	Krisis ekonomi
Oktober 2005	Kenaikan BBM 125%
Juli 2013	Kenaikan BBM 33,33%

Analisis dan Pembahasan

GARCH(1,1)

$$\sigma_t^2 = 0{,}10862 + 0{,}27375\varepsilon_{t-1}^2 + 0{,}44621\sigma_{t-1}^2$$

GJR-GARCH(1,1)

$$\sigma_t^2 = 0{,}008039 + 0{,}059929\varepsilon_{t-1}^2 - 0{,}137499\varepsilon_{t-1}^2 \mathrm{I}(\varepsilon_{t-1} < 0) + 0{,}983048\sigma_{t-1}^2$$

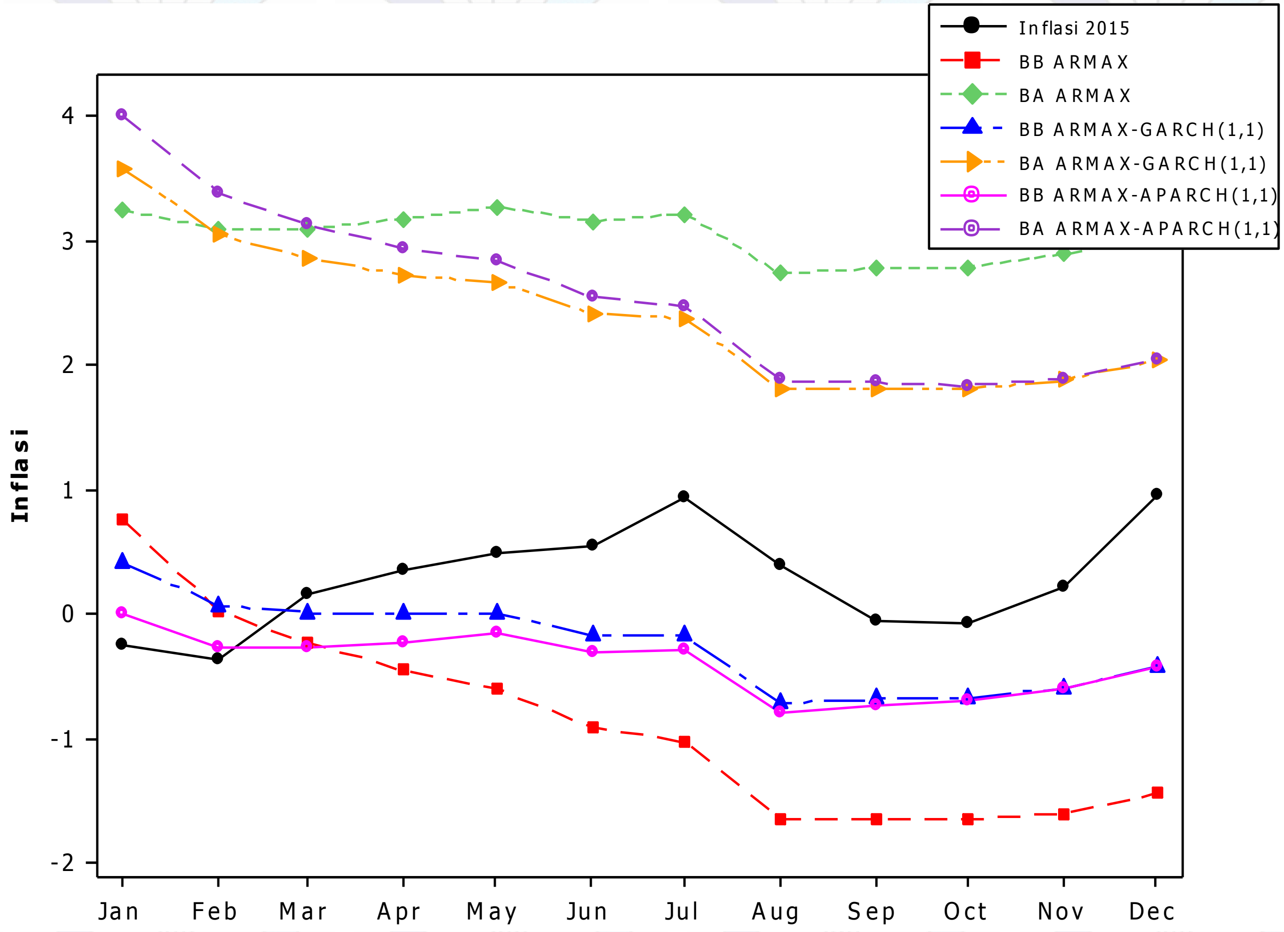
GJR-GARCH(1,1)

$$\sigma_t \quad = 0{,}11997 + 0{,}18556(|\varepsilon_{t-1}| + \varepsilon_{t-1}) \quad +0{,}65268\sigma_{t-1}$$

Hasil dan Pembahasan

Bulan	Inflasi	ARMAX		ARMAX-GARCH(1,1)		ARMAX-APARCH(1,1)	
		BB	BA	BB	BA	BB	BA
1	-0,24	0,76	3,25	0,42	3,59	0,01	4,00
2	-0,36	0,03	3,10	0,07	3,05	-0,27	3,39
3	0,17	-0,23	3,10	0,01	2,85	-0,26	3,13
4	0,36	-0,45	3,18	0,00	2,73	-0,22	2,95
5	0,5	-0,60	3,28	0,01	2,67	-0,16	2,84
6	0,54	-0,91	3,16	-0,18	2,42	-0,31	2,55
7	0,93	-1,02	3,22	-0,18	2,38	-0,28	2,48
8	0,39	-1,64	2,74	-0,71	1,81	-0,78	1,88
9	-0,05	-1,65	2,78	-0,68	1,82	-0,73	1,86
10	-0,08	-1,65	2,79	-0,67	1,81	-0,70	1,84
11	0,21	-1,60	2,89	-0,59	1,88	-0,60	1,90
12	0,96	-1,44	3,06	-0,42	2,04	-0,42	2,04

Hasil dan Pembahasan



Kesimpulan

- Berdasarkan skenario studi simulasi, pada data bangkitan GARCH(1,1) baik untuk sampel kecil maupun sampel besar pada data *in-sample*, menghasilkan kesimpulan yang sama, yaitu model GARCH(1,1) lebih baik daripada model GJR-GARCH(1,1) dan APARCH(1,1). Pada data bangkitan GJR-GARCH(1,1), baik untuk sampel kecil maupun sampel besar pada data *in-sample*, menghasilkan kesimpulan yang sama, yaitu model GJR-GARCH(1,1) lebih baik daripada model GARCH(1,1) dan APARCH(1,1). Pada data bangkitan APARCH(1,1), model APARCH(1,1) tidak selalu lebih baik daripada model GARCH lainnya.
- Kemampuan uji asimetrik yang dicetuskan oleh Engle (1993) untuk mendeteksi efek asimetrik pada data asimetrik akan lebih baik pada jumlah sampel yang besar (1.000). Untuk data simetrik, persentase kemampuan uji asimetrik untuk mendeteksi efek asimetrik adalah baik, mendekati nilai level signifikansinya masing-masing.
- Data inflasi nasional mengikuti model GARCH. Pemodelan dan peramalan terbaik adalah menggunakan metode ARMAX-GARCH(1,1) karena akan memberikan selang kepercayaan pendugaan inflasi yang lebih pendek dibandingkan dengan ARMAX dan ARMAX-APARCH(1,1). Rata-rata standar error pada model ARMAX sebesar 0,99848, lebih besar dibandingkan rata-rata standar error pada model ARMAX-GARCH(1,1) dan ARMAX-APARCH(1,1) yang masing-masing sebesar 0,67981 dan 0,75648.

TERIMA KASIH