

Peramalan Dengan Model SVAR Pada Data Inflasi Indonesia Dan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dolar Amerika Dengan Menggunakan Metode Bootstrap

Daivi S. Wardani¹, Adi Setiawan², Didit B. Nugroho³

¹PS. Matematika, Fak. Sains dan Matematika, UKSW Salatiga, daivisintaw@yahoo.com

²PS. Matematika, Fak. Sains dan Matematika, UKSW Salatiga, adi_setia_03@yahoo.com

³PS. Matematika, Fak. dan Matematika, UKSW Salatiga, didit.budinugroho@staff.uksw.edu

Abstrak

Model *Structural Vector Autoregression* (SVAR) pada data inflasi Indonesia dan nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika telah dikaji dan dihasilkan estimasi untuk parameter model. Dalam studi ini, metode *bootstrap* diaplikasikan untuk mengestimasi parameter-parameter dari model. Metode *bootstrap* merupakan metode *resampling* dari data asli untuk mendapatkan data baru dengan banyak pengulangan yang terjadi. Dengan bantuan *Software R* i386 3.0.1, dari metode *bootstrap* diperoleh estimasi titik (median *bootstrap*) dan interval konfidensi *bootstrap* persentil yang mengandung hasil prediksi dengan metode klasik. Hasil peramalan menunjukkan bahwa, hasil darimetode langsung yang diperoleh dalam kajian sebelumnya lebih baik daripada dengan menggunakan metode *bootstrap*.

Kata kunci : Inflasi, Metode *Bootstrap*, Nilai Tukar Rupiah Terhadap USD, SVAR.

SVAR Model Prediction on Indonesia Inflation Data and Rupiahs Exchange Rate of US Dollars by using Bootstrap Method

Abstract

Structural Vector Autoregression Model (SVAR) has already used to estimate parameter on model of Indonesia's inflation data and the US dollar exchange rate to rupiah. In this study, the bootstrap method was applied to estimate the parameters of the model. Bootstrap methods is a resampling method based the original data to obtain new data with many replication with replacement. By using of Software R i386 version 3.0.1, the point estimate can be obtained by the median bootstrap and bootstrap percentile confidence interval that containing the predicted results by classical methods. The results show that the forecasting by using the classical method is better than using the bootstrap method.

Keywords: Inflation, Bootstrap Methods, USD Exchange Rate, SVAR.

1. Pendahuluan

Peramalan dengan SVAR pada data inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD telah didapatkan model pada lag 6 dengan bentuk [1]:

$$BY_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 Y_{t-1} + \Gamma_2 Y_{t-2} + \Gamma_3 Y_{t-3} + \Gamma_4 Y_{t-4} + \Gamma_5 Y_{t-5} + \Gamma_6 Y_{t-6} + \varepsilon_t,$$

dimana $B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}$, Y_t adalah vektor berukuran $n \times 1$ yang mengandung n variabel dalam

SVAR, Γ_0 adalah vektor berukuran $n \times 1$ yang berisikan intersep, $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_6$ adalah matriks berukuran $n \times n$ yang berisikan parameter-parameter dalam SVAR, dan ε_t adalah eror dari model SVAR. Parameter-parameter yang diperoleh dari model digunakan untuk meramalkan inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD untuk periode kedepan. Pada penelitian ini parameter akan dibangkitkan berdasarkan metode *bootstrap*. Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi data inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD dengan menerapkan metode *bootstrap* untuk memperoleh estimasi titik atau median *bootstrap* serta interval konfidensi *bootstrap* persentil sebagai hasil peramalan pada model SVAR. Peramalan sebelumnya (tanpa metode *bootstrap*) dan peramalan dengan menggunakan *bootstrap* akan dibandingkan untuk menentukan manakah peramalan yang memiliki kesalahan relatif lebih kecil sehingga prediksinya bisa dianggap lebih akurat.

2. Metode *Bootstrap*

Metode *Bootstrap* merupakan suatu metode *resampling* atau pengambilan sampel-sampel baru secara acak dengan pengembalian berdasarkan sampel asli sebanyak L kali [2]. Dibuat interval konfidensi bootstrap persentil 95% dari hasil pembentukan sampel baru oleh bootstrap. Kemudian dilakukan ulangan sejumlah bilangan besar L kali pada sampel baru tersebut. Langkah-langkah dalam membuat interval konfidensi bootstrap persentil adalah melakukan proses bootstrap sebanyak bilangan besar L kali, kemudian dengan memilih koefisien konfidensi 95% maka dapat ditentukan interval konfidensi 95% yaitu dengan memilih batas atas sebesar 97.5% dan batas bawah sebesar 2.5%.

3. Vector Autoregression (VAR)

Pertama kali model VAR diperkenalkan oleh C.A. Sims (1972) sebagai pengembangan dari pemikiran Granger (1969) [3]. VAR menjelaskan bahwa setiap variabel yang ada dalam model tergantung pada pergerakan masa lalu variabel tersebut dan juga pergerakan masa lalu seluruh variabel yang ada dalam sistem [4]. Salah satu keunggulan dari model VAR adalah peneliti tidak perlu menentukan mana variabel endogen dan mana variabel eksogen karena semua variabel dalam VAR adalah endogen. Secara umum VAR orde p dituliskan sebagai berikut :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

dengan

Y_t = vektor berukuran $n \times 1$ yang mengandung n variabel dalam VAR,

A_0 = vektor berukuran $n \times 1$ yang berisikan intersep,

A_i = matriks berukuran $n \times n$ yang berisikan koefisien-koefisien dalam VAR,

e_t = vektor berukuran $n \times 1$ berisikan galat dari model VAR.

Model VAR yang digunakan akan dibentuk dalam tahapan pengujian pra-estimasi. Meliputi tahapan pengujian stasioneritas data dan penentuan lag optimal.

4. Struktural Vektor Autoregresi (SVAR)

SVAR merupakan pengembangan dari metode VAR. Metode estimasi SVAR digunakan untuk mendapatkan ortogonalisasi suku error tak rekursif (*non recursive error term*) dalam kerangka analisis *impulse respons*. Untuk memperoleh ortogonalisasi suku error tak rekursif tersebut, maka pada penelitian ini diterapkan beberapa batasan untuk mengidentifikasi komponen struktural dalam suku error. Bentuk Struktural Vektor Autoregresi dengan lag p memiliki model:

$$B Y_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 Y_{t-1} + \Gamma_2 Y_{t-2} + \dots + \Gamma_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2)$$

dengan

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix},$$

Y_t = vektor berukuran $n \times 1$ yang mengandung n variabel dalam SVAR,

Γ_0 = vektor berukuran $n \times 1$ yang berisikan intersep,

Γ_i = matriks berukuran $n \times n$ yang berisikan koefisien-koefisien dalam SVAR,

ε_t = *white noise*.

5. Kesalahan Relatif

Kesalahan relatif (relatif error) adalah ukuran kesalahan dalam kaitannya dengan pengukuran. Kesalahan relatif didefinisikan dengan:

$$e_r = \left| \frac{X_s - X_a}{X_s} \right| \quad (3)$$

dengan e_r adalah kesalahan relatif, X_s adalah nilai sebenarnya, X_a adalah nilai perhitungan.

Untuk mencari rata-rata kesalahan relatif yang terjadi pada suatu data dinyatakan dengan :

$$\text{Rata-rata kesalahan relatif} = \frac{\sum \text{kesalahan relatif}}{n}$$

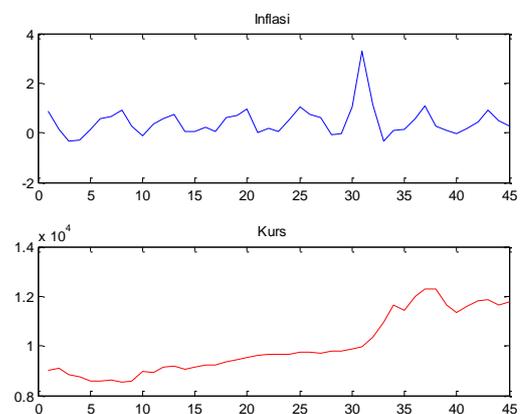
6. Metode Penelitian

Data yang digunakan adalah data inflasi yang diambil dari www.bps.go.id dan data nilai tukar rupiah terhadap USD yang diambil dari www.bi.go.id. Data yang digunakan adalah dari bulan Januari 2011 sampai dengan September 2014. Analisis data dengan menggunakan alat bantu program aplikasi R i386 3.0.1. Dalam penelitian ini akan dilakukan peramalan data inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD pada model SVAR dengan menggunakan metode *bootstrap* untuk mengestimasi variabel Γ_i . Penggunaan *bootstrap* untuk mendapatkan estimasi titik atau median *bootstrap* dapat diringkas dalam langkah-langkah sebagai berikut:

1. Dimisalkan data asal Y_1, Y_2, \dots, Y_n .
2. Berdasarkan pada data asal, dibentuk A_0, A_1, \dots, A_p dengan p adalah lag yang terpilih.
3. Dihitung $e_t = Y_t - \hat{Y}_t = Y_t - A_0 - A_1 Y_{t-1} - \dots - A_p Y_{t-p}$.
4. Sampel e_t diambil dengan pengembalian sebanyak n kali sehingga diperoleh e_t^* .
5. Dibentuk $Y_t^* = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + e_t^*$
6. Berdasarkan Y_t^* yang didapatkan maka dapat dihitung $A_0^*, A_1^*, \dots, A_p^*$.
7. Prosedur 2 – 6 diulang sebanyak L kali dengan L adalah bilangan besar, sehingga didapatkan :
 - $A_0^{*(1)}, A_1^{*(1)}, \dots, A_p^{*(1)}$
 - $A_0^{*(2)}, A_1^{*(2)}, \dots, A_p^{*(2)}$
 - ...
 - $A_0^{*(L)}, A_1^{*(L)}, \dots, A_p^{*(L)}$
8. Berdasarkan perolehan pada prosedur 7, selanjutnya akan dikali dengan B dan diulang sebanyak L kali, sehingga didapatkan:
 - $\Gamma_0^{*(1)}, \Gamma_1^{*(1)}, \dots, \Gamma_p^{*(1)}$
 - $\Gamma_0^{*(2)}, \Gamma_1^{*(2)}, \dots, \Gamma_p^{*(2)}$
 - ...
 - $\Gamma_0^{*(L)}, \Gamma_1^{*(L)}, \dots, \Gamma_p^{*(L)}$

Profil Data

Data inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD dari bulan Januari 2011 sampai dengan September 2014 ditampilkan dalam Gambar 1. Dari grafik terlihat bahwa data inflasi berfluktuasi di sekitar rata-rata yang dapat diartikan bahwa data asli inflasi sudah stasioner. Untuk data nilai tukar rupiah terhadap USD, menunjukkan bahwa data belum stasioner, sehingga perlu dilakukan uji stasioneritas untuk data nilai tukar rupiah terhadap USD.



Gambar 1 : Data asli inflasi (atas) & nilai tukar rupiah terhadap USD (bawah)

7. Hasil dan Pembahasan

Pada [1] telah diperoleh parameter-parameter yaitu:

$$\Gamma_0 = \begin{bmatrix} 1.447 \\ -0.432 \end{bmatrix}, \quad \Gamma_1 = \begin{bmatrix} -0.539 & 0.159 \\ 1.263 & -0.086 \end{bmatrix}, \quad \Gamma_2 = \begin{bmatrix} -1.370 & 0.239 \\ 0.281 & -0.185 \end{bmatrix}, \quad \Gamma_3 = \begin{bmatrix} -0.024 & 0.368 \\ 0.025 & -0.427 \end{bmatrix},$$

$$\Gamma_4 = \begin{bmatrix} -1.387 & 0.131 \\ 1.212 & -0.093 \end{bmatrix}, \quad \Gamma_5 = \begin{bmatrix} -0.570 & -0.101 \\ 0.657 & -0.283 \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad \Gamma_6 = \begin{bmatrix} -0.018 & 0.367 \\ 0.770 & -0.420 \end{bmatrix} \quad \text{sehingga}$$

didapatkan model SVAR untuk lag 6 adalah :

$$BY_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 Y_{t-1} + \Gamma_2 Y_{t-2} + \Gamma_3 Y_{t-3} + \Gamma_4 Y_{t-4} + \Gamma_5 Y_{t-5} + \Gamma_6 Y_{t-6} + \varepsilon_t.$$

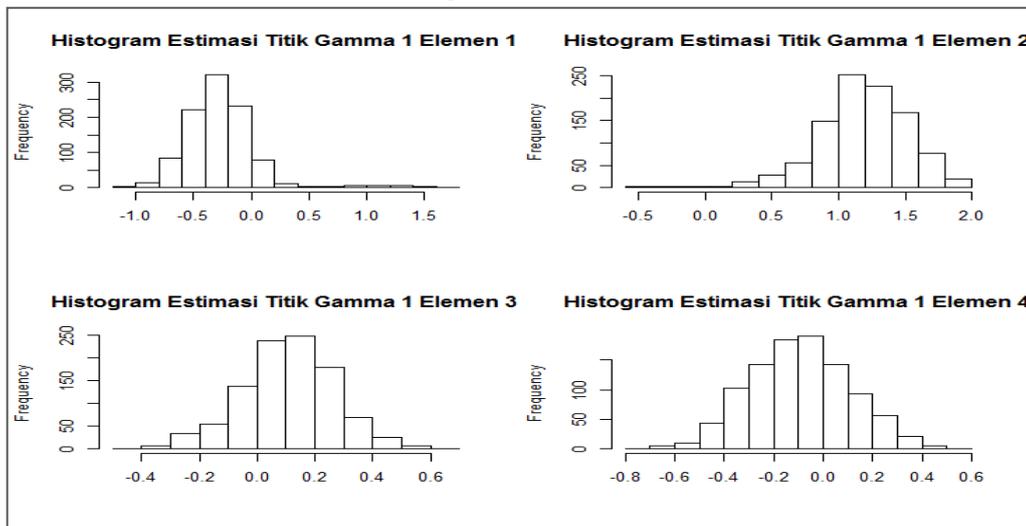
7.1. Metode bootstrap pada variabel Γ_i

Dilakukan proses *bootstrap* pada variabel $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4, \Gamma_5$ dan Γ_6 . Proses *bootstrap* dilakukan dengan menyusun sampel baru dari data secara berpasangan dengan pengembalian. Data baru tersebut selanjutnya diramalkan untuk mendapatkan data inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD pada 5 bulan kedepan. Hasil *bootstrap* yang digunakan diambil dari median data. Hasil estimasi median *bootstrap* dan estimasi interval konfidensi persentil pada parameter $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4, \Gamma_5$ dan Γ_6 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Median *bootstrap* dan interval konfidensi *bootstrap* persentil

	$\Gamma_i(1,1)$	$\Gamma_i(1,2)$	$\Gamma_i(2,1)$	$\Gamma_i(2,2)$
Γ_1	-0.29	1.19	0.11	-0.09
	[-0.77, 0.66]	[0.37, 1.77]	[-0.24, 0.42]	[-0.47, 0.31]
Γ_2	-1.09	0.36	0.16	-0.18
	[-1.67, -0.39]	[-0.43, 1.21]	[-0.15, 0.50]	[-0.56, 0.16]
Γ_3	-0.01	0.02	0.25	-0.43
	[-0.61, 0.60]	[-0.74, 0.80]	[-0.16, 0.51]	[-0.72, -0.08]
Γ_4	-0.99	1.21	0.09	-0.09
	[-1.65, 0.19]	[0.54, 1.92]	[-0.21, 0.36]	[-0.44, 0.27]
Γ_5	-0.38	0.64	-0.11	-0.26
	[-0.98, 0.33]	[-0.18, 1.38]	[-0.40, 0.14]	[-0.63, 0.13]
Γ_6	0.11	0.71	0.24	-0.40
	[-0.50, 0.76]	[-0.13, 1.59]	[-0.15, 0.52]	[-0.72, -0.10]

Sebagai contoh hasil *bootstrap* untuk Γ_1 dibuat histogramnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Histogram Estimasi Titik Γ_1

7.2. Peramalan dengan model SVAR

Model SVAR untuk mendapatkan peramalan yaitu :

$$Y_{t+1}' = \Gamma_0 + \Gamma_1 Y_t + \Gamma_2 Y_{t-1} + \Gamma_3 Y_{t-2} + \Gamma_4 Y_{t-3} + \Gamma_5 Y_{t-4} + \Gamma_6 Y_{t-5}$$

$$Y_{t+1}' = B Y_{t+1}$$

$$Y_{t+1} = B^{-1} Y_{t+1}'$$

Hasil peramalan data inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 : Hasil peramalan inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD (keluaran dari R)

Bulan	Inflasi	Inflasi (hasil <i>bootstrap</i>)	Nilai tukar rupiah terhadap USD	Nilai tukar rupiah terhadap USD (hasil <i>bootstrap</i>)
Okt-2014	0.07	0.060	0.75	0.760
Nov-2014	-0.20	-0.117	-0.88	-0.620
Des-2014	0.95	0.698	0.05	-0.022
Jan-2015	0.67	0.756	1.31	0.873
Feb-2015	0.15	0.519	-1.19	-2.29

Tabel 3 : Hasil peramalan inflasi dan data aslinya

Bulan	Inflasi	Inflasi (hasil <i>bootstrap</i>)	Inflasi (data asli)
Okt-2014	0.07	0.060	0.47
Nov-2014	-0.20	-0.117	1.50
Des-2014	0.95	0.698	2.46
Jan-2015	0.67	0.756	-
Feb-2015	0.15	0.519	-

Tabel 4 : Hasil peramalan Nilai tukar rupiah terhadap USD (hasil transformasi) dan data aslinya

Bulan	Nilai tukar rupiah terhadap USD	Nilai tukar rupiah terhadap USD (hasil <i>bootstrap</i>)	Nilai tukar rupiah terhadap USD (data asli)
Okt-2014	11974.01	11976.76	12249
Nov-2014	11733.82	11806.99	12166
Des-2014	11747.34	11801.01	12325
Jan-2015	12107.08	12040.63	-
Feb-2015	11779.84	11422.18	-

Akan dihitung kesalahan relatif pada data inflasi yaitu :

1. Bulan Oktober 2014.

$$e_r = \left| \frac{0.47 - 0.07}{0.47} \right| = 0.85 \text{ (kesalahan relatif tanpa } bootstrap)$$

$$e_r = \left| \frac{0.47 - 0.060}{0.47} \right| = 0.87 \text{ (kesalahan relatif dengan } bootstrap)$$

2. Bulan November 2014

$$e_r = \left| \frac{1.50 - (-0.20)}{1.50} \right| = 1.13 \text{ (kesalahan relatif tanpa } bootstrap)$$

$$e_r = \left| \frac{1.50 - (-0.117)}{1.50} \right| = 1.08 \text{ (kesalahan relatif dengan } bootstrap)$$

3. Bulan Desember 2014

$$e_r = \left| \frac{2.46 - 0.95}{2.46} \right| = 0.61 \text{ (kesalahan relatif tanpa } bootstrap)$$

$$e_r = \left| \frac{2.46 - 0.698}{2.46} \right| = 0.72 \text{ (kesalahan relatif dengan } bootstrap)$$

sehingga diperoleh nilai rata-rata kesalahan relatifnya yaitu:

- a. Rata-rata kesalahan relatif peramalan inflasi = $\frac{0.85 + 1.13 + 0.61}{3} = \frac{2.59}{3} = 0.86$,
- b. Rata-rata kesalahan relatif peramalan inflasi (setelah dilakukan *bootstrap*) = $\frac{0.87 + 1.08 + 0.72}{3} = \frac{2.67}{3} = 0.89$.

Untuk menghitung kesalahan relatif pada data nilai tukar rupiah terhadap USD akan diberikan sebagai berikut :

1. Bulan Oktober 2014.

$$e_r = \left| \frac{12249 - 1197401}{12249} \right| = 0.02 \text{ (kesalahan relatif tanpa } bootstrap)$$

$$e_r = \left| \frac{12249 - 11976.76}{12249} \right| = 0.02 \text{ (kesalahan relatif dengan } bootstrap)$$

2. Bulan November 2014

$$e_r = \left| \frac{12166 - 1173382}{12166} \right| = 0.03 \text{ (kesalahan relatif tanpa } bootstrap)$$

$$e_r = \left| \frac{12166 - 1180699}{12166} \right| = 0.03 \text{ (kesalahan relatif dengan } bootstrap)$$

3. Bulan Desember 2014

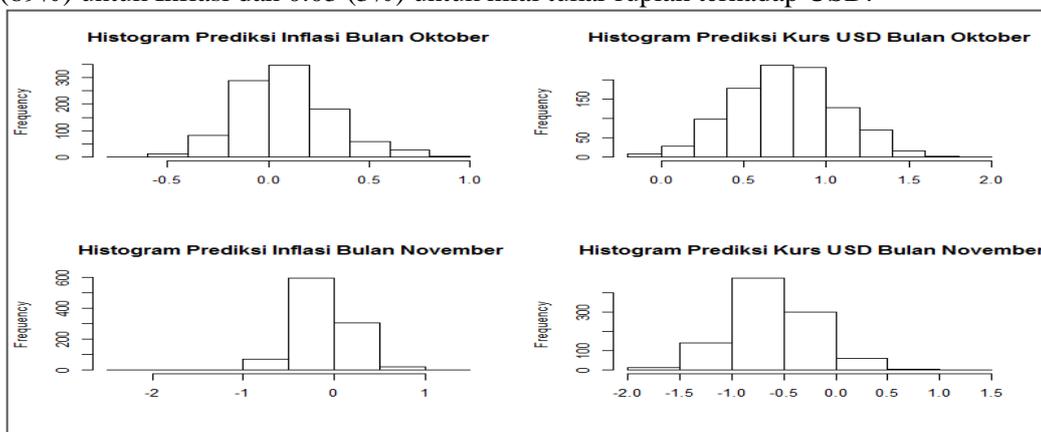
$$e_r = \left| \frac{12325 - 11747.34}{12325} \right| = 0.05 \text{ (kesalahan relatif tanpa } bootstrap)$$

$$e_r = \left| \frac{12325 - 11801.01}{12325} \right| = 0.04 \text{ (kesalahan relatif dengan } bootstrap)$$

Diperoleh nilai rata-rata kesalahan relatif yaitu:

- a. Rata-rata kesalahan relatif peramalan nilai tukar rupiah terhadap USD = $\frac{0.02 + 0.03 + 0.05}{3} = \frac{0.10}{3} = 0.03$,
- b. Rata-rata kesalahan relatif peramalan nilai tukar rupiah terhadap USD (setelah dilakukan *bootstrap*) = $\frac{0.02 + 0.03 + 0.04}{3} = \frac{0.09}{3} = 0.03$.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata kesalahan peramalan dengan model *SVAR* pada inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD sebelum dilakukan *bootstrap* adalah 0.86 (86%) dan 0.03 (3%) dan nilai rata-rata kesalahan peramalan pada data yang sudah dilakukan *bootstrap* yaitu 0.89 (89%) untuk Inflasi dan 0.03 (3%) untuk nilai tukar rupiah terhadap USD.



Gambar 3 : Histogram prediksi inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD dengan model *SVAR*

Kemudian dalam proses *bootstrap* untuk menentukan estimasi titik interval yang merupakan interval konfidensi *bootstrap* persentil 95% pada sampel baru dengan pengulangan 1000 kali. Diperoleh hasil median *bootstrap* dan interval konfidensi *bootstrap* persentil yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 : Titik estimasi dan interval konfidensi peramalan data inflasi dan nilai tukar rupiah terhadap USD

Bulan	Inflasi	Nilai tukar rupiah terhadap USD
Oktober 2014	0.06	0.76
	[-0.34,0.63]	[0.13,1.36]
November 2014	-0.12	-0.62
	[-0.65,0.51]	[-1.41,0.16]
Desember 2014	0.69	-0.02
	[0.16,1.39]	[-1.15, 0.86]
Januari 2015	0.75	0.87
	[0.13,1.51]	[-0.15,2.42]
Februari 2015	0.52	-0.16
	[-0.68,1.37]	[-2.29,1.83]

8. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan bahasan di bagian sebelumnya diperoleh bahwa hasil peramalan berdasarkan data inflasi di Indonesia dan nilai tukar rupiah terhadap USD tanpa melakukan *bootstrap* lebih baik dari pada menggunakan metode *bootstrap*. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata kesalahan relatif tanpa *bootstrap* untuk inflasi sebesar 86% dan nilai tukar rupiah terhadap USD sebesar 3%, lebih kecil dari pada rata-rata kesalahan relatif dengan metode *bootstrap* yaitu 89% untuk inflasi dan 3% untuk nilai tukar rupiah terhadap USD. Lebih lanjut perlu diselidiki kenapa kesalahan relatif data inflasi dari hasil penghitungan kedua metode sangat besar yaitu mendekati 100%.

9. Daftar Pustaka

- [1] Wardani, D. S., Setiawan.A, Nugroho, D.B. (2014). *Peramalan Dengan Model SVAR Pada Data Inflasi Indonesia Dan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Kurs Dolar Amerika*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains, 4(1), UMP, Purworejo.
- [2] Agustius, Y., dkk. (2013). *Penerapan Metode Bootstrap Pada Uji Komparatif Non Parametrik 2 Sampel Studi Kasus: Inflasi Di Kota Purwokerto, Surakarta, Semarang, Dan Tegal Tahun 2003-2012*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, FMIPA UNY, Yogyakarta.
- [3] Hadiyatullah.(2011). *Model Vector Autoregressive (VAR) dan Penerapannya untuk Analisis Pengaruh Harga Migas terhadap Indeks Harga Konsumen (IHK) (Studi Kasus Daerah Istimewa Yogyakarta, Periode 1997–2009)*. FMIPA UNY, Yogyakarta.
- [4] Novita, M.(2009). *Studi Kausalitas Granger Antara Nilai Tukar Rupiah Terhadap USD dan AUD Menggunakan Analisis VAR*, FSM UKSW, Salatiga.