

Implementasi Metode VECM dalam Menganalisis Pengaruh Kurs Mata Uang, Inflasi dan Suku Bunga terhadap Jakarta Islamic Indeks

(Implementation of the VECM Method in Analyzing the Effect of Currency Exchange, Inflation and Interest Rates on the Jakarta Islamic Index)

Dita Fadma Ristianti^{1*}, Joko Purwadi²

¹Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan Tamanan, Banguntapan Bantul, Yogyakarta, Indonesia.
E-mail : ditafadma.alamsyah@gmail.com

*Corresponding Author

ARTICLE INFO

Kata Kunci

VECM
Kurs
Inflasi
Suku bunga
JII

Keywords

VECM
Exchange rate
Inflation
Interest rate
JII

ABSTRACT

Vector Error Correction Model (VECM) sangat berguna karena dapat mengestimasi efek jangka pendek antar variabel dan efek jangka panjang dari data deret waktu. Pendekatan kointegrasi yang digunakan dalam penelitian ini kointegrasi Johansen Jesilius. Variabel inflasi, kurs, dan suku bunga pada penelitian ini sebagai variabel endogen dan variabel JII (Jakarta Islamic Index) sebagai variabel eksogen dari luar sistem kointergasi. Untuk kemudian diselidiki hubungan antar variabel endogen serta untuk mengetahui respon dari variabel endogen terhadap shock dari variabel lain didalam model VECM. Parameter model diestimasi menggunakan Maksimum Likelihood Estimation (MLE), dengan hasil estimasi jangka pendek terdapat 1 variabel signifikan pada taraf nyata sebesar 0,231. Estimasi jangka pendek terdapat 2 variabel signifikan pada taraf nyata yaitu suku bunga sebesar 0,186 dan kurs sebesar -0,955. Dari analisis kausalitas Granger terdapat hubungan variabel inflasi (INF) dengan variabel JII, variabel JII dengan variabel suku bunga dan variabel inflasi (INF) dengan variabel suku bunga, serta dari analisis Impulse Response Function (IRF) memperlihatkan semua variabel merespon positif walaupun inflasi sempat bernilai negatif pada periode ke 2.

Vector Error Correction Model (VECM) is very useful because it can estimate the short-term effects between variables and the long-term effects from time series data. The cointegration approach used in this study is Johansen Jesilius cointegration. The variables of inflation, exchange rates, and interest rates in this study are endogenous variables and the JII (Jakarta Islamic Index) variable as exogenous variables from outside the co-irrigation system. To then investigate the relationship between endogenous variables and to determine the response of endogenous variables to shock from other variables in the VECM model. Model parameters are estimated using the Maximum Likelihood Estimation (MLE), with the results of the short-term estimation there is 1 significant variable at the real level of 0.231. In the short-term estimate, there are 2 significant variables at the real level, namely the interest rate of 0.186 and the exchange rate of -0.955. From the Granger causality analysis, there is a relationship between the inflation variable (INF) and the JII variable, the JII variable with the interest rate variable and the inflation variable (INF) with the interest rate variable, and from the Impulse Response Function (IRF) analysis it shows that all variables respond positively even though inflation had a value negative in period 2.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Statistika mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya dapat di gunakan untuk melakukan suatu perencanaan dan peramalan. Peramalan (*forecasting*) merupakan alat bantu yang sangat penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien[1][2][3]. Salah satu metode peramalan yang paling dikembangkan saat ini ialah *time series*. Menurut Boediono [4] *time series* atau runtun waktu adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu perkembangan/kecenderungan suatu peristiwa. Untuk memahami karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh suatu data runtun waktu, para peneliti telah mengadopsi metode-metode analisis data runtun waktu (*time series analysis*) dengan tujuan agar menemukan suatu keteraturan atau pola yang dapat digunakan dalam peramalan kejadian mendatang[5][6].

Time series analysis juga dapat diterapkan pada tipe data satu variabel (*univariate*) maupun banyak variabel (*multivariate*) [2]. Metode-metode statistik yang selama ini digunakan untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah *time series* multivariat ada beberapa diantaranya yaitu VAR (*Vector Autoregressive*), dan VECM (*Vector Error Correction Model*)[7][8]. Model VAR mempunyai syarat bahwa data yang digunakan harus bersifat stasioner pada level I(0) atau level *differencing* I(1)[9][10]. Jika data tidak stasioner pada level I(0), maka akan dilakukan beberapa proses kestasioneran terlebih dahulu[11]. Apabila data sudah stasioner dan terbukti tidak terdapat kointegrasi antarbeberapa variabel maka model VAR dapat digunakan. Namun jika data bersifat stasioner setelah dilakukan *differencing* pada order yang sama dan terbukti terdapat kointegrasi antar beberapa variabel minimal dengan *rank* satu, maka model yang digunakan adalah *Vector Error Correction Model* (VECM)[12].

Pada penelitian ini akan dikaji model hubungan kausal dari beberapa variabel ekonomi di Indonesia antara lain inflasi, *BI Rate*, nilai tukar/kurs (CNY/IDR) dan Jakarta Islamic Indeks (JII). Sebagaimana dikemukakan Putri [13]“Secara simultan, inflasi, *BI Rate*, dan nilai tukar (Kurs USD/IDR) memiliki pengaruh signifikan terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia (BEI) periode tahun 2011-2013”. Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang saling mempengaruhi antara tingkat inflasi, kebijakan *BI Rate*, dan nilai tukar CNY terhadap IDR dengan Jakarta Islamic Indeks (JII).

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data inflasi, kurs mata uang dan suku bunga diperoleh dari <https://www.bi.go.id> dan data Jakarta Islamic Indeks (JII) diperoleh dari <https://finance.yahoo.com/>. Teknik analisis data yang pertama dilakukan yaitu mengidentifikasi data meliputi melakukan uji stasioneritas, menentukan panjang lag optimum, dan uji kointegrasi. Selanjutnya estimasi parameter, analisis kausalitas granger, analisis grafik IRF, dan yang terakhir FEDV. *Software* statistik yang digunakan dalam pengolahan data adalah **Eviews 9**.

Uji stasioner dilakukan pada tingkat level dan *differencing*[14]. Jika nilai ADF lebih besar dibanding nilai *test critical value* pada level $\alpha = 5\%$, maka data tidak stasioner. Selanjutnya menentukan panjang lag optimum, ,menentukan panjang *lag* optimum dari variabel endogen yaitu dengan melihat nilai minimum setiap *lag* dari kriteria informasi yang digunakan yaitu AIC, SC, SBC, LR dan FPE dari model VAR. Berdasarkan perhitungan dari masing-masing kriteria, *lag* optimum ditandai dengan tanda bintang (*) dengan rumus[15]:

- a. *Akaike Information Criterion* (AIC)

$$AIC(p) = \log \det(\hat{\Sigma}_u(p)) + \frac{2_p k^2}{T}$$

- b. *Bayesian Criterion of Gideon Schwarz*

$$SC(p) = \log \det(\hat{\Sigma}_u(p)) + \frac{\log(T) p k^2}{T}$$

dengan:

$$\hat{\Sigma}_u(p) = T^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{u}_t \hat{u}_t'$$

$T =$ Banyaknya observasi

$k =$ Banyak variable

$p =$ Panjang lag model VAR

Pada uji kointegrasi, ada tidaknya kointegrasi didasarkan pada uji *Trace* dan *Max Eigen*. Jika nilai *Trace-statistic* lebih kecil dari nilai kritisnya maka H_0 (tidak terdapat kointegrasi) diterima, dan sebaiknya jika nilai *Trace-statistic* lebih besar dari nilai kritisnya maka H_1 (terdapat kointegrasi) diterima, dengan rumus:

Uji *Trace*

Dengan hipotesis:

H_0 : banyaknya vektor kointegrasi (r) = 0

H_1 : banyaknya vektor kointegrasi (r) > 0

$$T_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^k \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

Dengan

T =Menyatakan jumlah observasi

$\hat{\lambda}_i$ =Menyatakan estimasi *eigen value* yang dihasilkan dari estimasi matriks Π

dan menyatakan *rank* yang mengindikasikan jumlah vektor kointegrasi

k =Jumlah variabel endogen

Uji *eigen value* maksimum

Dengan hipotesis:

H_0 : terdapat r *eigen value* positif

H_1 : terdapat $r + 1$ *eigen value* positif

$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

Dengan

T =Menyatakan jumlah observasi

$\hat{\lambda}_i$ =Menyatakan estimasi *eigen value* yang dihasilkan dari estimasi matriks Π

r =dan menyatakan *rank* yang mengindikasikan jumlah vektor kointegrasi

Pendugaan parameter VECM pada masing-masing *lag* dari variabel endogen dan eksogen yang telah dipilih dimana model diestimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* dengan

membentuk matriks koefisien kointegrasi (Π) kemudian membentuk matriks koefisien variabel *differencing* (Γ) dan koefisien variabel eksogen (Φ). Bentuk umum persamaan VECM dengan diformulasikan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \Phi_i x_{t-i} + D_t + \varepsilon_t$$

dimana:

Δ = operator *Differencing*, dengan $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$

y_{t-1} = vektor peubah endogen dengan *lag* ke 1

ε_t = vektor galat dengan ukuran ($k \times 1$)

D_t = vektor konstanta dengan ukuran ($k \times 1$)

Π = matriks koefisien kointegrasi dengan $\Pi = \alpha\beta'$, α = vektor *adjustment*, matriks ukuran ($k \times r$) dan β = vektor kointegrasi dengan matriks berukuran ($k \times r$).

Γ_i = matriks koefisien ($k \times k$) keofisien variabel endogen ke - i

Φ_i = vektor koefisien ($1 \times k$) variabel eksogen ke - i

Analisis kausalitas Granger dilakukan untuk mengetahui hubungan kausalitas antar variabel endogen. Ada atau tidaknya kausalitas ini diuji melalui uji F. Rumus untuk nilai F hitung adalah sebagai berikut:

$$F = (n - k) \frac{RSS_R - RSS_{UR}}{m(RSS_{UR})}$$

dengan:

RSS_R = nilai jumlah kuadrat residual dalam persamaan *restricted*

RSS_{UR} = nilai jumlah kuadrat residual dalam persamaan *unrestricted*

n = banyak observasi

m = banyak lag

k = banyak parameter yang diestimasi di dalam persamaan *unrestricted*

IRF digunakan untuk melihat respon satu variabel terhadap *shock* yang diberikan oleh variabel yang lain pada periode sekarang dan yang akan datang, dan analisis dilakukan dengan menggunakan grafik IRF dari representasi *Vector Moving Average* (VMA).

$$z_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i \varepsilon_{t-i}$$

FEDV menggambarkan relatif pentingnya setiap variabel di dalam sistem VECM karena adanya shock. *Variance Decomposition* berguna untuk memprediksi kontribusi presentase varian setiap variabel karena adanya perubahan variabel tertentu di dalam sistem VECM [16]

$$W_{jk,h} = \frac{\sum_{i=0}^{h-1} (e_j' \Theta_i e_k)^2}{\sum_{i=0}^{h-1} \sum_{k=1}^K (e_j' \Theta_i e_k)^2}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian stasioneritas data inflasi, suku bunga, kurs mata uang dan JII belum stasioner di tingkat level baik variansi maupun *mean* sehingga perlu dilakukan transformasi logaritma natural dan *first differencing* pada data tersebut. Pada tingkat *first differencing* didapat

Tabel 1 Uji akar-akar unit ADF pada tingkat *first differencing* I(I)

Variabel	t-Statistic ADF Test	Mac Kinnon		
		1%	5%	10%
Inflasi	-6,057419	-3,544063	-2,910860	-2,593090
Suku Bunga	-4,904862	-3,542097	-2,910019	-2,592645
Kurs Mata Uang	-7,746161	-3,542097	-2,910019	-2,592645
JII	-6,875756	-3,542097	-2,910019	-2,592645

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa pada *differencing* pertama diperoleh nilai $|ADF|$ semua variabel lebih besar dari nilai kritis absolut *Mac Kinnon* pada berbagai tingkat signifikansi yang berarti bahwa data inflasi, suku bunga, kurs mata uang dan JII stasioner pada derajat I(I).

Dalam penentuan *lag optimal* dengan menggunakan kriteria informasi tersebut, kita menentukan kriteria yang mempunyai *final prediction error correction* (FPE) atau jumlah dari AIC, SC HQ yang paling kecil diantara berbagai lag diajukan. Panjang lag yang diikutsertakan dalam pengujian ini adalah mulai 0 sampai dengan lag 10, karena data yang digunakan bulanan dan hanya 14 tahun. Hasil penentuan lag optimal tercantum pada tabel 2.

Dari hasil pengolahan data pada tabel 2 dapat dilihat bahwa pada pengujian lag optimal pada inflasi, suku bunga, kurs mata uang dan JII, tanda bintang terbanyak terdapat pada lag 1 dan AIC berada pada lag 10. Sehingga lag optimal direkomendasikan dalam pengujian selanjutnya adalah lag 1.

Pada hasil uji kointegritas, bahwa ada satu bentuk persamaan kointegrasi, sehingga dapat dilakukan estimasi bentuk persamaan VECM. Maka dapat disimpulkan terdapat hubungan jangka panjang antara inflasi, suku bunga dan kurs mata uang dengan JII. Persamaan yang dihasilkan dalam estimasi VECM (*Vector Error Corection Model*) adalah sebagai berikut:

$$D(JII) = 0,000361 - 0,130205 (JII(-1)) - 0,030949 (INF(-1)) + 0,186747 (BI(-1)) - 0,955460 (KURS(-1)) + 0,230646 (D(JII(-1))) + 0,211245 (D(JII(-2))) - 0,014825 (D(INF(-1))) + 0,017935 (D(INF(-2))) + 0,072367 (D(BI(-1))) + 0,013504 (D(BI(-2))) + 0,096815 (D(KURS(-1))) - 0,141448 (D(KURS(-2)))$$

$$D(INF) = -0,008572 + 0,690391 (INF(-1)) - 0,030949 (INF(-1)) + 0,186747 (BI(-1)) - 0,955460 (KURS(-1)) - 0,952101 (D(JII(-1))) - 0,763379 (D(JII(-2))) + 0,142481 (D(INF(-1))) - 0,324724 (D(INF(-2))) - 0,195456$$

$$(D(BI(-1))) + 0,325969 (D(BI(-2))) - 0,536807 (D(KURS(-1))) + 0,522627 (D(KURS(-2)))$$

$$D(BI) = 0,0000846 + 0,077253 (BI(-1)) - 0,030949 (INF(-1)) + 0,186747 (BI(-1)) - 0,955460 (KURS(-1)) - 0,297900 (D(JII(-1))) - 0,360867 (D(JII(-2))) + 0,026489 (D(INF(-1))) - 0,009444 (D(INF(-2))) + 0,111156 (D(BI(-1))) + 0,293305 (D(BI(-2))) - 0,155985 (D(KURS(-1))) + 0,056789 (D(KURS(-2)))$$

$$D(KURS) = 0,008915 + 0,140012 (KURS(-1)) - 0,030949 (INF(-1)) + 0,186747 (BI(-1)) - 0,955460 (KURS(-1)) - 0,216213 (D(JII(-1))) - 0,003428 (D(JII(-2))) + 0,004121 (D(INF(-1))) + 0,023112 (D(INF(-2))) + 0,117026 (D(BI(-1))) + 0,226346 (D(BI(-2))) - 0,290441 (D(KURS(-1))) + 0,013088 (D(KURS(-2)))$$

Tabel 2 Panjang Lag Optimal

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-761,8380	NA	41785391	28,89955	29,04825	28,95673
1	-539,3949	402,9159*	17326,33*	21,10924	21,85275*	21,39516*
2	-528,4542	18,16564	21203,85	21,30016	22,63847	21,81481
3	-515,9178	18,92290	24839,43	21,43086	23,36398	22,17424
4	-506,6780	12,55212	33803,57	21,68596	24,21388	22,65808
5	-499,9946	8,070516	52550,49	22,03753	25,16026	23,23838
6	-485,4497	15,36816	63918,70	22,09244	25,80998	23,52203
7	-460,5024	22,59380	56421,38	21,75481	26,06715	23,41313
8	-443,4405	12,87692	74351,25	21,71474	26,62188	23,60179
9	-404,9372	23,24728	50920,70	20,86555	26,36750	22,98134
10	-383,3995	9,752940	84961,08	20,65658*	26,75334	23,00110

Dari hasil tabel VECM menunjukkan hubungan jangka pendek dan jangka panjang antar variable. Hasil VECM pada jangka pendek hanya terdapat 1 variabel signifikan pada taraf nyata 10% yaitu variabel JII pada lag 1 sebesar 0,230646. Artinya apabila terjadi kenaikan pada JII sebesar satu persen pada periode sebelumnya, maka akan menyebabkan peningkatan JII sebesar 0,23 persen Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan JII sangat dipengaruhi oleh pergerakan JII periode sebelumnya. Sedangkan pada jangka panjang, hanya variabel Suku bunga (BI) dan kurs signifikan pada taraf nyata 10% yang mempengaruhi JII.

Tabel 3 Hasil Estimasi VECM Jangka Pendek

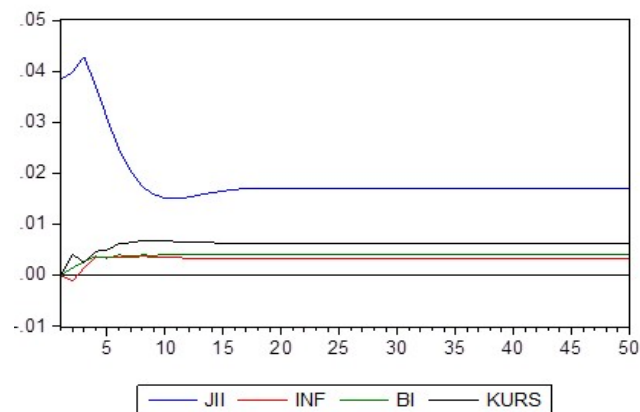
Variabel	Koefisien	T Statistik
CointEq1	-0,130205	[-1,99607]
D(JII(-1))	0,230646	[1,34250]
D(JII(-2))	0,211245	[1,22868]
D(INF(-1))	-0,014825	[-0,36176]
D(INF(-2))	0,017935	[0,44186]
D(BI(-1))	0,072367	[0,46385]
D(BI(-2))	0,013504	[0,08426]
D(KURS(-1))	0,096815	[0,39637]
D(KURS(-2))	-0,141448	[-0,59525]
C	0,000361	[0,06407]
* = P < 0,1		$T_{(n;\alpha)} = 1,29513$

Tabel 4 Hasil Estimasi VECM Jangka Panjang

Variabel	Koefisien	T Statistik
INF(-1)	-0,030949	[-0,34680]
BI(-1)	0,186747	[1,56300] *
KURS(-1)	-0,955460	[-3,95400] *

Uji kausalitas Granger digunakan untuk melihat ada atau tidaknya hubungan antara variabel-variabel inflasi suku bunga dan kurs mata uang dengan JII. Dari hasil uji kausalitas dapat dilihat bahwa hanya ada 3 pasangan variabel yang mempunyai hubungan yaitu inflasi dengan JII, JII dengan suku bunga, dan inflasi dengan suku bunga.

Pada gambar merupakan IRF pada estimasi VECM ini merupakan respon JII terhadap *shock* variabel inflasi (INF), suku bunga (BI), dan kurs. Sumbu horisontal menunjukkan periode waktu, dimana satu periode mewakili satu bulan. Dalam hal ini penulis menggunakan jangka waktu hingga 50 periode atau sama dengan untuk 50 bulan kedepan. Sedangkan sumbu vertikal menunjukkan perubahan JII akibat *shock* variabel tertentu, dimana perubahan ini dinyatakan dalam suatu standar deviasi.



Gambar 1 Hasil Analisis IRF JII Terhadap Variabel Lain

FEDV berguna untuk memprediksi kontribusi persentase varian setiap variabel karena adanya perubahan variabel tertentu. Secara umum, *shock* terbesar yang mempengaruhi keragaman dari masing-masing variabel adalah *shock* yang berasal dari dirinya sendiri. Dengan menggunakan analisis FEDV dalam penelitian ini maka dapat diperoleh gambaran bagaimana pengaruh perkembangan variabel inflasi, suku bunga dan kurs terhadap JII. Hasil output DV yang diperoleh dari program E-Views yang menunjukkan pengaruh variabel endogen terhadap variabel eksogen dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5 Hasil Analisis FEDV

Period	S.E	JII	INF	BI	KURS
1	0,038395	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,055496	99,32878	0,039159	0,071390	0,560669
3	0,070178	99,26655	0,064973	0,188411	0,480071
4	0,079719	98,67019	0,244275	0,365355	0,720179
5	0,085732	98,18617	0,375774	0,470667	0,967389

SIMPULAN

Model yang terbentuk yaitu model *Vector Error Correction Model* (VECM) dimana data stasioner dalam bentuk *ADF Test in First Differencing*. Pada penentuan log optimal digunakan lag 1, karena lag 1 merupakan jumlah dari AIC SC dan HQ yang paling kecil diantara berbagai lag yang diajukan. Dari hasil uji kointegrasi Johansen terdapat lebih dari satu bentuk persamaan kointegrasi, sehingga dapat dilakukan estimasi bentuk persamaan VECM. Berdasarkan hasil estimasi sistem persamaan *Vector Error Correction Model* (VECM) didapatkan persamaan :

$$D(\text{JII}) = 0,000361 - 0,130205 (D(\text{JII}(-1))) - 0,030949 (D(\text{INF}(-1))) + 0,186747 (D(\text{BI}(-1))) - 0,955460 (D(\text{KURS}(-1))) + 0,230646 (D(\text{JII}(-1))) + 0,211245 (D(\text{JII}(-2))) - 0,014825 (D(\text{INF}(-1))) + 0,017935 (D(\text{INF}(-2))) + 0,072367 (D(\text{BI}(-1))) + 0,013504 (D(\text{BI}(-2))) + 0,096815 (D(\text{KURS}(-1))) - 0,141448 (D(\text{KURS}(-2)))$$

$$D(\text{INF}) = -0,008572 + 0,690391 (D(\text{INF}(-1))) - 0,030949 (D(\text{INF}(-1))) + 0,186747 (D(\text{BI}(-1))) - 0,955460 (D(\text{KURS}(-1))) - 0,952101 (D(\text{JII}(-1))) - 0,763379 (D(\text{JII}(-2))) + 0,142481 (D(\text{INF}(-1))) - 0,324724 (D(\text{INF}(-2))) - 0,195456 (D(\text{BI}(-1))) + 0,325969 (D(\text{BI}(-2))) - 0,536807 (D(\text{KURS}(-1))) + 0,522627 (D(\text{KURS}(-2)))$$

$$D(BI) = 0,0000846 + 0,077253 (BI(-1)) - 0,030949 (INF(-1)) + 0,186747 (BI(-1)) - 0,955460 (KURS(-1)) - 0,297900 (D(JII(-1))) - 0,360867 (D(JII(-2))) + 0,026489 (D(INF(-1))) - 0,009444 (D(INF(-2))) + 0,111156 (D(BI(-1))) + 0,293305 (D(BI(-2))) - 0,155985 (D(KURS(-1))) + 0,056789 (D(KURS(-2)))$$

$$D(KURS) = 0,008915 + 0,140012 (KURS(-1)) - 0,030949 (INF(-1)) + 0,186747 (BI(-1)) - 0,955460 (KURS(-1)) - 0,216213 (D(JII(-1))) - 0,003428 (D(JII(-2))) + 0,004121 (D(INF(-1))) + 0,023112 (D(INF(-2))) + 0,117026 (D(BI(-1))) + 0,226346 (D(BI(-2))) - 0,290441 (D(KURS(-1))) + 0,013088 (D(KURS(-2)))$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, "Metode dan Aplikasi Peramalan-edisi ke-2, jilid I. Alih Bahasa: Andriyanto, US, dan Basith, A," *Erlangga. Jakarta*, 1992.
- [2] S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, "Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1 Edisi Kedua," *Terjem. Ir. Untung S. Andriyanto dan Ir. Abdul Basith. Erlangga, Jakarta*, 1999.
- [3] G. Kirchgässner and J. Wolters, *Introduction to modern time series analysis*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [4] D. C. Montgomery, C. L. Jennings, and M. Kulahci, *Introduction to time series analysis and forecasting*. John Wiley & Sons, 2015.
- [5] S. Hansun, "Penerapan WEMA dalam peramalan data IHSG," *Ultim. J. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 63–66, 2013.
- [6] H. Lütkepohl, *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media, 2005.
- [7] S. C. Hillmer, "Time series analysis: Univariate and multivariate methods," *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 86, no. 413, pp. 245–247, 1991.
- [8] A. AHMAT, "PERAMALAN RUNTUN WAKTU MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER MULTIVARIAT."
- [9] Y. Wibisono, "Metode statistik," *Gajah Mada Univ. Yogyakarta*, 2005.
- [10] D. Rosadi, "Ekonometrika dan analisis runtun waktu terapan dengan evIEWS," 2016.
- [11] D. Gujarati and S. Zain, "Ekonometrika Dasar, Jakarta," *Penerbit Erlangga*, 1995.
- [12] M. K. Abduesslam, M. Ali, B. H. Alsadai, and M. N. Inayati, "Voltage Problem Location Classification Using Performance of Least Squares Support Vector Machine LS-SVM and Learning Vector Quantization LVQ," *World Acad. Sci. Eng. Technol. Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, 2014, doi: 10.5281/ZENODO.2828975.
- [13] D. M. H. Batubara and I. A. N. Saskara, "Analisis Hubungan Ekspor, Impor, PDB dan Utang Luar Negeri Indonesia Periode 1970-2013," *J. Ekon. Kuantitatif Terap.*, 2015.
- [14] A. Riduwan and A. Akdon, "Rumus dan data dalam analisis statistika," *Bandung Penerbit Alf.*, 2007.
- [15] H. Anton, P. Silaban, and I. N. Susila, *Aljabar Linear Elementer*. Erlangga, Jakarta, 1987.
- [16] A. Widarjono, "Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis, edisi kedua," *Yogyakarta Ekonisia FE Univ. Islam Indones.*, 2007.