

PEMODELAN *VECTOR AUTOREGRESIVE EXOGENOUS* (VARX) PADA NILAI INFLASI TERHADAP PDRB DI JAWA TENGAH

Alan Prahutama¹, Agus Rusgiyono², Tiani Wahyu Utami³

^{1,2}Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

³Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang

Email : alan.prahutama@gmail.com

ABSTRAK

Analisis time series dapat dilakukan secara univariat maupun multivariat. Pemodelan time series univariat menggunakan model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), sedangkan pemodelan multivariat dapat menggunakan VAR (*Vector Autoregressive*). Baik model ARIMA ataupun VAR memiliki prosedur yang mirip antarlain stasioneritas data, penentuan orde dari model, checking diagnostic. Model VAR merupakan pengembangan dari model AR (*Autoregressive*). apabila model univariat time series dipengaruhi oleh variabel eksogen dapat dimodelkan menggunakan ARIMAX, sedangkan time series multivariate dapat dimodelkan menggunakan VARX. Pada penelitian ini dimodelkan nilai inflasi di kota Semarang, kota Surakarta dan kota Purwokerto berdasarkan nilai PDRB Jawa Tengah. Berdasarkan hasil analisis yang didapat, nilai inflasi setiap wilayah dipengaruhi lag ke-(t-1) dengan wilayahnya sendiri ataupun dengan wilayah yang lain. Nilai PDRB tidak signifikan hanya di wilayah Surakarta, tetapi di wilayah lainnya signifikan. Nilai AIC model mencapai 976.876.

Kata kunci : VARX, inflasi, PDRB

PENDAHULUAN

Analisis *time series* merupakan salah satu metode dalam statistika yang digunakan untuk mengolah data time series. Data time series merupakan data yang berdasarkan deret waktu. Salah satu metode didalam time series adalah ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Metode ARIMA merupakan metode statistika yang digunakan untuk memodelkan data time series berdasarkan lag waktu dengan asumsi bahwa kejadian hari ini dipengaruhi oleh kejadian kemarin. Langkah pertama dalam pemodelan ARIMA adalah pengujian stasioneritas data. Data harus stationer dalam mean dan varians. Langkah selanjutnya pemodelan ARIMA berdasarkan lag yang signifikan. Kemudian dilanjutkan check diagnostic model (residual white noise

dan independen). Model ARIMA terbaik berdasarkan kriteria kebaikan model tertentu misal, MSE, AIC ataupun RMSE. Pemodelan ARIMA hanya untuk data time series univariat, sedangkan untuk pemodelan data time series multivariate menggunakan VAR (*Vector Autoregressive*). Beberapa penelitian menggunakan VAR antara lain penelitian [2] memodelkan pencemaran udara di Riau, penelitian [6] memodelkan sektor-sektor inflasi di Indonesia

Apabila model data time series univariate dipengaruhi oleh variabel lain (yang juga berupa data time series) dapat dimodelkan menggunakan ARIMAX (ARIMA dengan variabel eksogenus). Model ARIMAX sama halnya dengan konsep regresi untuk data time series. Sedangkan dalam kasus time series multivariate dengan pengaruh variabel eksogenus dapat dimodelkan dengan

menggunakan VARX (*Vector Autoregressive with Exogenous*). Beberapa penelitian mengenai VARX antara lain penelitian mengenai pemodelan VARX Penjualan Total Sepeda Motor di Kabupaten Bojonegoro dan Lamongan [8], penelitian mengenai pemodelan VARX pada jumlah uang beredar di beberapa wilayah di Indonesia [7].

Inflasi merupakan kenaikan harga secara terus menerus. Nilai inflasi harus stabil, tidak boleh naik terlalu tinggi ataupun turun terlalu tajam. Nilai inflasi sering digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan, misalnya UMR (Upah minimum Regional), bunga pinjaman ataupun lainnya. Hal ini dikarenakan nilai inflasi menggambarkan kegiatan perekonomian di masyarakat. Nilai inflasi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya PDRB (Pendapatan Domestik Regional Bruto). Pada penelitian ini ingin dimodelkan nilai inflasi di berbagai kota di Jawa Tengah dengan variabel exogenous-nya adalah nilai PDRB Jawa Tengah.

Model VAR dikembangkan berdasarkan model AR (Autoregressive). Model AR dinyatakan sebagai berikut [9] :

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

dimana Z_t merupakan nilai pengamatan pada waktu ke t , ϕ_i adalah parameter *autoregressive* ke- i dengan $i = 1, 2, \dots, p$, ε_t adalah nilai error (residual) pada saat t , dengan $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$.

Bentuk umum model VAR dengan orde p (VAR(p)) menurut [4] dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathbf{z}_t = \mathbf{a} + \phi_1 \mathbf{z}_{t-1} + \dots + \phi_p \mathbf{z}_{t-p} + \boldsymbol{\varepsilon}_t, t = 1, 2, \dots \quad (2)$$

dimana, $\mathbf{z}_t, \mathbf{z}_{t-i}$ merupakan vektor berukuran $m \times 1$ berisi m variabel yang masuk dalam model VAR pada waktu t dan $t-i, i =$

$1, 2, \dots, p$; \mathbf{a} merupakan vektor berisi konstanta; ϕ_i merupakan matriks parameter variabel endogen; $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ merupakan vektor error. Estimasi model VAR dapat dilihat dalam penelitian [3].

Model VARX dinyatakan dengan orde p dan q , dengan p merupakan orde variabel endogen sedangkan q merupakan orde variabel eksogen. Model VARX dinyatakan sebagai berikut [5]:

$$\mathbf{z}_t = \mathbf{a} + \phi_1 \mathbf{z}_{t-1} + \dots + \phi_p \mathbf{z}_{t-p} + \boldsymbol{\theta}_1 \mathbf{x}_{t-1} + \dots + \boldsymbol{\theta}_q \mathbf{x}_{t-q} + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (3)$$

\mathbf{x}_{t-j} merupakan vektor dari variabel eksogen pada waktu $t-j$, dengan $j = 1, 2, \dots, q$; $\boldsymbol{\theta}_j$ merupakan matriks parameter variabel eksogen.

METODELOGI PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data triwulanan nilai inflasi di tiga kota besar di Jawa Tengah antara lain kota Semarang, kota Surakarta dan kabupaten Purwokerto. Variabel endogen yang digunakan adalah nilai nilai inflasi di tiga wilayah tersebut, sedangkan variabel eksogen yang digunakan adalah nilai PDRB di wilayah tersebut. Data yang diambil dari Januari 2010 hingga Desember 2018. Data yang digunakan untuk pemodelan sebanyak 32 pengamatan. Data diperoleh dari website bps.jateng.go.id.

Metode Analisis

Data diperoleh dari *website bps.jateng.go.id*. Adapun tahapan analisis yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian Stasioneritas data. Pengujian stasioneritas dilakukan terhadap mean dan varian. Pengujian varian dilakukan dengan melihat nilai transformasi Box Cox, sedangkan

pengujian mean dilakukan dengan melihat ADF test (Augmented Dicky Fuller test). Pengujian stasioneritas pada tahap ini masih dilakukan seperti pengujian data time series univariate.

2. Pada tahap 1, jika data tidak stasioner terhadap varian dilakukan transformasi Box Cox, sedangkan jika tidak stasioner dalam mean dilakukan differencing. Kemudian di uji kembali stasioneritasnya.
3. Melakukan identifikasi model VARX dengan melihat plot MPACF (*Multivariate Partial Autocorrelation Function*). Pemilihan model terbaik VARX dengan melihat nilai AIC, model yang dipilih adalah model dengan nilai AIC terkecil. Penentuan orde VARX pun dapat dilakuakan secara trial dan error dengan memilih model VARX (1,1); VARX (1,2); VARX (2,1); VARX (2,2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama adalah melakukan pengujian stasioneritas, seperti yang dijelaskan pada metodologi penelitian. Berdasarkan nilai transformasi Box Cox pada data inflasi diperoleh bahwa data tidak stasioner dalam varian. Oleh karena itu seharusnya dilakukan transformasi. Akan tetapi, nilai λ yang didapat berbeda-beda untuk setiap wilayah sehingga tidak perlu dilakukan transformasi. Sedangkan pengujian stasioneritas dalam mean melalui ADF test diperoleh signifikansi sebagai berikut:

Tabel 1. Ringkasan Uji Stasioneritas Data Awal dengan ADF

Variabel	t hitung	Prob.	Keterangan
Kota Semarang	0,0856	0,7790	Tidak stasioner
Kota Surakarta	-0,2121	0,8303	Tidak stasioner
Kota Purwokerto	-2,8753	0,0424	Stasioner

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa di dua wilayah data tidak stasioner didalam mean, sehingga kesemua data dilakukan differencing 1. Setelah dilakukan differencing 1 didapat hasil pengujian ADF sebagai berikut:

Tabel 2. Ringkasan Uji Stasioneritas Data differencing 1 dengan ADF

Variabel	t-hitung	Prob.	Keterangan
Kota Semarang	2,0856	0,0340	Stasioner
Kota Surakarta	-3,2121	0,0205	Stasioner
kota Purwokerto	-3,4653	0,0043	Stasioner

Tabel 2 menunjukkan nilai ADF seetelah data dilakukan differencing 1. Berdasarkan tabel tersebut data sudah stasioner terhadap mean. Langkah selanjutnya adalah identifikasi model VARX dengan melihat plot MPACF. Identifikasi plot MPACF bertujuan untuk menentukan orde dari model VARX. Adapun plot MPACF disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa yang signifikan pada lag ke-1 sehingga orde p untuk model VARX adalah 1. Langkah selanjutnya adalah identifikasi orde dari q dengan melihat plot MPACF untuk data PDRB di 3 wilayah. Adapun plot MPACF-nya disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, dapat diidentifikasi orde q untuk model VARX adalah juga signifikan di lag ke-1 sehingga model VARX yang ditentukan adalah VARX(1,1). Estimasi parameter model VARX dilakukan dengan metode *least square*. Hasil dari pemodelan VARX(1,1) untuk variabel nilai inflasi di kota Semarang ($\hat{z}_1(t)$), nilai inflasi di kota Surakarta ($\hat{z}_2(t)$) nilai inflasi di kota Purwokerto ($\hat{z}_3(t)$) sebagai variabel

endogen dan PDRB ($x_{(t)}$) sebagai variabel eksogen adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{z}_1(t) &= 4.87765 - 0.0334 z_{1(t-1)} - 0.04229 z_{2(t-1)} - 0.9887 z_{3(t-1)} + 1.0254 x_{(t-1)} \\ \hat{z}_2(t) &= 3.876980 - 0.00187 z_{1(t-1)} - 0.2321 z_{2(t-1)} + 1.1347 z_{3(t-1)} - 0.0564 x_{(t-1)} \\ \hat{z}_3(t) &= 4.8768 + 0.0345 z_{1(t-1)} - 0.00224 z_{2(t-1)} - 0.1876 z_{3(t-1)} + 0.0435 x_{(t-1)} \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa nilai inflasi di kota Semarang dipengaruhi lag waktu ke-(t-1); nilai inflasi di kota Surakarta pada waktu ke-(t-1); nilai inflasi di kota Purwokerto pada waktu (t-1) dan nilai PDRB pada waktu ke-(t-1). Pengaruh nilai PDRB pada nilai inflasi di setiap wilayah adalah positif, kecuali nilai inflasi di kota Surakarta. Langkah selanjutnya adalah pengujian signifikansi parameter.

Tabel 3. Plot MPACF untuk data Inflasi di 3 wilayah

Variabel \ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kota Semarang	..-
Kota Surakarta	+..
Kab. Purwokerto	..+

(+) adalah $> 2*\text{std.error}$; (-) adalah $< 2*\text{std.error}$; (.) adalah diantara

Tabel 4. Plot MPACF untuk data PDRB di 3 wilayah

Variabel \ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kota Semarang	..-
Kota Surakarta	..+
Kab. Purwokerto	..+

(+) adalah $> 2*\text{std.error}$; (-) adalah $< 2*\text{std.error}$; (.) adalah diantara

Tabel 5. Ringkasan Uji Signifikansi Parameter model VARX(1,1)

Parameter	Koefisien parameter	t-hitung	Probabilitas	Keterangan
ϕ_{11}	-0.0334	3.576	0.0323	Signifikan
ϕ_{12}	-0.04229	-1.657	0.0489	Signifikan
ϕ_{13}	-0.9887	0.089	0.1897	Tidak Signifikan
θ_1	1.0254	4.678	0.0234	Signifikan
ϕ_{21}	-0.00187	3.212	0.0387	Signifikan
ϕ_{22}	-0.2321	4.098	0.0256	Signifikan
ϕ_{23}	1.1347	3.767	0.0304	Signifikan
θ_2	-0.0564	0.878	0.0987	Tidak Signifikan
ϕ_{31}	0.0345	3.767	0.0322	Signifikan
ϕ_{32}	-0.00224	4.098	0.0287	Signifikan
ϕ_{33}	-0.1876	2.087	0.0401	Signifikan
θ_3	0.0435	4.087	0.0288	Signifikan

Tabel 5 menunjukkan signifikansi parameter model VARX(1,1), berdasarkan model tersebut terlihat bahwa parameter ϕ_{13} dan θ_2 tidak signifikan. Hal ini artinya pada model inflasi di kota Semarang, tidak ada pengaruh dari nilai inflasi di kota Purwokerto pada lag ke-(t-1). Sedangkan pada model 2, yaitu pada nilai inflasi di kota Surakarta tidak ada pengaruh variabel PDRB pada model inflasi tersebut. AIC model yang dihasilkan sebesar 976.876. Hal ini tidak bisa dikatakan model VARX(1,1) tersebut baik atau tidak, karena tidak ada pembandingan model VARX lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dalam pemodelan VAR(1,1) untuk model inflasi di 3 wilayah, nilai PDRB tidak selalu signifikan di setiap wilayah. Hal ini menunjukkan bahwa untuk wilayah kota Surakarta dapat dimodelkan menggunakan model VAR saja. Selain itu pengaruh lag waktu pada setiap model hanya dipengaruhi pada lag ke-(t-1). Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian asumsi model yaitu white noise, independen dan normal multivariate.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Armstrong, J.S. 2007. Significance Tests Harm Progress in Forecasting. *International Journal of Forecasting*. (23). pages:321-327. (www.sciencedirect.com)
- [2] Desvina AP dan Julliana MD. 2016. Pemodelan Pencemaran Udara Menggunakan Metode Vector Autoregressive (VAR) di Provinsi Riau. *Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri*. Vol. 13 No. 2: 160-167.
- [3] Farnoosh R, Hajebi M, and Mortazavi SJ. 2017. A Semiparametric Estimatin for the Nonlinier Vector Autoregressive Time Series Model. *Application and Applied Mathematics*. 12: 78-97.
- [4] Lütkepohl, H. 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin : Springer.
- [5] Ocampo, S. and Rodriguez, N. 2011. An Introductory Review of a Structural VAR-X Estimation and Applications. *Borradores de Economia*. Num.686.
- [6] Prahutama, A, Suparti, Utami T.W., Ispriyanti, D. 2019. Pemodelan Sektor-Sektor Inflasi di Indonesia Menggunakan Vector Autorgressive (VAR). *Jurnal Ilmu Dasar*
- [7] Suhartono, Gazali M.M., Prastyo D.D. 2018. VARX and GSTARX Models for Forecasting Currency Inflow and Outflow with Multiple Calendar Variations Effect. *Matematika special issue* hal. 57-72
- [8] Ulyah S.M, Susilaningrum D., Suhartono. 2014. Peramalan Volume Penjualan Total Sepeda Motor di Kabupaten Bojonegoro dan Lamongan dengan Pendekatan Model ARIMAX dan VARX. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.3 No. 2
- [9] Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Second Edition. USA : Pearson Education, Inc.