

## PEMODELAN *VECTOR AUTOREGRESSIVE X* (VARX) UNTUK MERAMALKAN JUMLAH UANG BEREDAR DI INDONESIA

Haniatur Rosyidah<sup>1</sup>, Rita Rahmawati<sup>2</sup>, Alan Prahutama<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

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

### ABSTRACT

The economic stability of a country can be seen from the value of inflation. The money supply in a country will affect the value of inflation, so it is necessary to control the money supply. The money supply in Indonesia consists of currency, quasi money, and securities other than shares. One of the factors affecting the amount of currency, quasi money, and securities other than shares is the SBI interest rate. Time series data from the money supply components are correlated. To explain multiple time series data variables that are correlated we can use the VAR approach. VAR model with the addition of an exogenous variable is called VARX. The purpose of this study is to obtain models to predict the amount of currency, quasi money, securities other than shares using the VARX approach with the SBI interest rate as an exogenous variable. The results of data analysis in this study, the model obtained is VARX (1,1). Based on t test with 5% significance level, SBI interest rate variable has no significant effect to variable of currency amount, amount of quasi money, or amount of securities other than shares. Residual model VARX (1,1) satisfies the white noise assumption, while the normal multivariate assumption is not satisfied. The value of MAPE for currency variables (7,53969%), quasi money (0,49036%), and securities other than shares (9,64245%) indicates that the VARX (1,1) model has excellent forecasting ability that can be used for forecasting future periods. Forecasting results indicate an increase in the amount of currency, quasi money, or securities other than shares in each period.

**Keywords** : Amount of currency, amount of quasi money, amount of securities other than shares, SBI interest rate, VARX, MAPE

### 1. PENDAHULUAN

Indikator kestabilan ekonomi negara dapat dilihat dari nilai inflasi negara tersebut. Inflasi yang terlalu tinggi akan memberikan dampak buruk pada suatu negara salah satunya adalah pertumbuhan ekonomi melambat karena berkurangnya minat menabung dan investasi. Jumlah uang beredar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat inflasi suatu negara. Jumlah uang beredar menurut Sukirno (2000) adalah jumlah uang yang tersedia dalam perekonomian dan dapat digunakan untuk membiayai transaksi-transaksi yang dilakukan dalam masyarakat. Uang beredar di Indonesia diantaranya meliputi uang kartal, uang kuasi, dan surat berharga selain saham. Masing-masing jenis uang beredar tersebut saling mempengaruhi satu sama lain. Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah uang beredar di Indonesia adalah tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia atau SBI (Kristiawan, 2008). Menurut Purnomo dkk (2013), Sertifikat Bank Indonesia atau SBI adalah surat berharga dalam mata uang rupiah yang diterbitkan oleh Bank Indonesia (BI) sebagai pengakuan utang berjangka pendek (kurang dari satu tahun). Suku bunga SBI merupakan harga yang harus dibayarkan ke BI atas pinjaman yang diterima (SBI). Menurut Rangkuti (2007) tingkat suku bunga berpengaruh negatif terhadap jumlah uang kartal. Tingkat suku bunga berpengaruh positif terhadap jumlah uang kuasi (Evendi, 2011) dan tingkat suku bunga berpengaruh negatif terhadap jumlah surat berharga selain saham (Boediono (2000) dalam Rangkuti (2007)).

Pengendalian tingkat inflasi bisa dilakukan dengan mengendalikan jumlah uang beredar yang terdiri dari uang kartal, uang kuasi, dan surat berharga selain saham. Jumlah uang beredar di Indonesia tidak selalu pasti tergantung dari permintaan uang dari masyarakat dan faktor lain seperti tingkat suku bunga. Oleh karena itu diperlukan suatu model untuk memprediksi jumlah uang beredar di masa yang akan datang berdasarkan data sebelumnya. Analisis yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi adalah analisis runtun waktu. Model *Vector Autoregressive X* (VARX) merupakan model runtun waktu untuk memodelkan beberapa variabel endogen yang saling berhubungan dipengaruhi waktu sebelumnya dan terdapat variabel eksogen yang mempengaruhi variabel endogen tersebut.

Penelitian ini membahas pemodelan *Vector Autoregressive X* (VARX) terhadap jumlah uang kartal, uang kuasi, dan surat berharga selain saham sebagai variabel endogen serta tingkat suku bunga SBI sebagai variabel eksogen. Selanjutnya model VARX yang terpilih digunakan untuk memprediksi jumlah uang kartal, uang kuasi, dan surat berharga selain saham periode mendatang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Model *Autoregressive* (AR)

Model *autoregressive* digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan dimana nilai sekarang dari suatu deret waktu bergantung pada nilai-nilai sebelumnya. Menurut Soejoeti (1987), bentuk umum model *autoregressive* dengan orde  $p$  (AR( $p$ )) sebagai berikut:

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

(1)

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

### 2.2. *Vector Autoregressive* (VAR)

Model *vector autoregressive* merupakan pengembangan dari model *autoregressive* (AR) dengan lebih dari 1 variabel. Pada model VAR semua variabel dianggap sebagai variabel endogen dan saling berhubungan. Bentuk umum model VAR dengan orde  $p$  (VAR( $p$ )) menurut Lütkepohl (2005) sebagai berikut:

$$z_t = a + \phi_1 z_{t-1} + \dots + \phi_p z_{t-p} + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots$$

(2)

dimana,

$z_t, z_{t-i}$  = vektor berukuran  $m \times 1$  berisi  $m$  variabel yang masuk dalam model VAR pada waktu  $t$  dan  $t-i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$

$a$  = vektor ukuran  $m \times 1$  berisi konstanta

$\phi_i$  = matriks parameter variabel endogen berukuran  $m \times m$  untuk setiap  $i=1, 2, \dots, p$

$\varepsilon_t$  = vektor error berukuran  $m \times 1$

### 2.3. *Vector Autoregressive X* (VARX)

Model VARX merupakan pengembangan dari model VAR dengan penambahan variabel eksogen di dalam model. Menurut Ocampo dan Rodriguez (2011), bentuk umum model VARX( $p, q$ ) dimana  $p$  merupakan orde (*lag*) dari variabel endogen dan  $q$  merupakan *lag* dari variabel eksogen bisa ditulis sebagai berikut:

$$z_t = a + \phi_1 z_{t-1} + \dots + \phi_p z_{t-p} + \theta_1 x_{t-1} + \dots + \theta_q x_{t-q} + \varepsilon_t$$

(3)

dimana,

- $\mathbf{z}_t, \mathbf{z}_{t-i}$  = vektor berukuran  $m \times 1$  berisi  $m$  variabel endogen pada waktu  $t$  dan  $t-i$ ,  $i = 1, 2, \dots, p$
- $\mathbf{a}$  = vektor ukuran  $m \times 1$  berisi konstanta
- $\Phi_i$  = matriks parameter variabel endogen berukuran  $m \times m$  untuk setiap  $i = 1, 2, \dots, p$
- $\mathbf{x}_{t-j}$  = vektor dari variabel eksogen pada waktu  $t-j$ ,  $j = 1, 2, \dots, q$
- $\theta_j$  = matriks parameter variabel eksogen berukuran  $m \times q$  untuk setiap  $j = 1, 2, \dots, q$
- $\varepsilon_t$  = vektor error berukuran  $m \times 1$

#### 2.4. Stasioneritas Data

Menurut Wei (2006), suatu data dikatakan stasioner apabila nilai varian dan rata-rata setiap lag adalah konstan pada setiap waktu. Untuk mengetahui apakah data stasioner dalam varian dapat dilihat dari nilai lambda ( $\lambda$ ) atau *rounded value* transformasi Box Cox. Apabila nilai  $\lambda=1$  maka data stasioner dalam varian. Jika data tidak stasioner dalam varian dapat dilakukan transformasi data. Pengujian stasioneritas dalam rata-rata dapat digunakan uji akar unit *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Jika data tidak stasioner dalam rata-rata maka dilakukan *differencing*.

#### 2.5. Identifikasi Model VARX

Langkah pertama dari identifikasi model VARX( $p, q$ ) adalah menentukan orde  $p$  dari VAR( $p$ ) dan kemudian menentukan orde  $q$  dari X. Untuk menentukan orde dari VAR( $p$ ) bisa digunakan plot *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MPACF) dan nilai minimum dari *Akaike's Information Criterion* (AIC) tanpa variabel eksogen. Sedangkan untuk penentuan orde dari X bisa digunakan plot MPACF dan nilai minimum dari AIC dengan variabel eksogen (Nashrullida, 2011). Nilai AIC menurut Wei (2006) dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$AIC(p) = \ln(|\hat{\Sigma}_p|) + \frac{2m^2 p}{n} \quad (4)$$

dimana,  $\hat{\Sigma}_p = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \hat{\mathbf{u}}_t [\hat{\mathbf{u}}_t]'$  adalah matriks penduga kovarian residual untuk model VAR( $p$ ),  $\hat{\mathbf{u}}_t$  adalah residual pada waktu ke  $t$  untuk model VAR( $p$ ),  $n$  adalah banyaknya pengamatan,  $m$  adalah banyaknya variabel endogen dalam model.

#### 2.6. Estimasi Parameter Model VARX

Estimasi parameter model VARX menggunakan metode kuadrat terkecil dengan cara mengkuadratkan error agar diperoleh error minimum. Model VARX( $p, q$ ) ditulis sebagai berikut:

$$\mathbf{z}_t = \mathbf{a} + \Phi_1 \mathbf{z}_{t-1} + \dots + \Phi_p \mathbf{z}_{t-p} + \theta_1 \mathbf{x}_{t-1} + \dots + \theta_q \mathbf{x}_{t-q} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Menurut Ocampo dan Rodriguez (2011), persamaan (5) dengan  $n$  sampel pengamatan, bisa ditulis dalam bentuk linier:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{A}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (6)$$

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} \mathbf{z}_1 \\ \mathbf{z}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{z}_n \end{bmatrix}_{n \times 1} \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & \mathbf{z}_{1-1} & \dots & \mathbf{z}_{1-p} & \mathbf{x}_{1-1} & \dots & \mathbf{x}_{1-q} \\ 1 & \mathbf{z}_{2-1} & \dots & \mathbf{z}_{2-p} & \mathbf{x}_{2-1} & \dots & \mathbf{x}_{2-q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \mathbf{z}_{n-1} & \dots & \mathbf{z}_{n-p} & \mathbf{x}_{n-1} & \dots & \mathbf{x}_{n-q} \end{bmatrix}_{n \times (p+q+1)}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \alpha \\ \phi_1 \\ \vdots \\ \phi_p \\ \theta_1 \\ \vdots \\ \theta_q \end{bmatrix}_{(p+q+1) \times 1} \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

Nilai estimasi untuk parameter  $\beta$  adalah  $\hat{\beta} = (A'A)^{-1}A'Y$

## 2.7. Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap model (Montgomery dkk, 2015). Uji signifikansi parameter pada model VARX bisa digunakan uji t sebagai berikut:

Hipotesis :

$H_0$  : parameter tidak berpengaruh signifikan terhadap model

$H_1$  : parameter berpengaruh signifikan terhadap model

Statistik Uji :

Parameter endogen	Parameter Eksogen
$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_i}{SE(\hat{\phi}_i)}$	$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_j}{SE(\hat{\theta}_j)}$

Kriteria uji :

$H_0$  ditolak jika  $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2; (n-b)}$  atau probability  $< \alpha$ . Dimana n adalah banyaknya pengamatan dan b adalah banyaknya parameter endogen atau eksogen sesuai dengan pengujian signifikansi pada parameter endogen atau eksogen.

## 2.8. Uji Asumsi Residual

Sama seperti model univariat, pada pemodelan VARX asumsi yang sebaiknya dipenuhi yaitu residual *white noise* dan berdistribusi normal multivariat. Namun, menurut Armstrong (2007), Konstenko dan Hyndman (2008) pengujian asumsi dapat diabaikan dalam melakukan peramalan, karena hal paling penting dalam peramalan adalah kemampuan model dalam melakukan peramalan.

### 2.8.1. Uji Asumsi Residual White Noise

Residual bersifat white noise artinya tidak ada korelasi dari vektor residual dalam model hingga lag ke h. Pengujian yang bisa digunakan adalah Portmanteau Test (Lütkepohl, 2005) dengan hipotesis  $H_0$  : tidak ada korelasi dari residual (residual memenuhi asumsi white noise) sedangkan  $H_1$  : ada korelasi dari residual (residual tidak memenuhi asumsi white noise). Tolak  $H_0$  jika  $Q_h \geq \chi_{\alpha; (m^2h-n^*)}^2$  atau probability  $< \alpha$ . Statistik uji yang digunakan adalah:

$$Q_h = n \sum_{j=1}^h \text{tr}(\hat{C}_j' \hat{C}_0^{-1} \hat{C}_j \hat{C}_0^{-1}) \quad (7)$$

Dimana  $\hat{C}_j = \frac{1}{n} \sum_{t=j+1}^n \hat{u}_t \hat{u}_{t-j}'$  merupakan matriks penduga autokovarians dari residual  $\hat{u}_t$ ,  $\hat{C}_0$  merupakan matriks  $\hat{C}_j$  ketika  $j=0$ , dengan n adalah banyaknya sampel,  $n^*$  merupakan jumlah koefisien selain konstanta yang diamati, h adalah banyak lag, m adalah banyaknya variabel endogen.

### 2.8.2. Uji Asumsi Residual Normal Multivariat

Secara visual uji asumsi residual normal multivariat dapat dilihat dari grafik Q-Q plot residual dan secara formal dapat digunakan uji koefisien korelasi Q-Q plot (Johnson dan Winchern, 2007). Langkah uji koefisien korelasi:

Hipotesis:

$H_0$  : residual berdistribusi normal multivariat

$H_1$  : residual tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik Uji:

$$r_Q = \frac{\sum_{t=1}^n (d_t^2 - \bar{d}^2) (q_t - \bar{q})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (d_t^2 - \bar{d}^2)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (q_t - \bar{q})^2}}$$

(8)

$H_0$  ditolak jika  $r_Q < r_{Q(\alpha,n)}$ .  $r_Q$  merupakan nilai korelasi antara nilai *quantile chi square* ( $q_t$ ) dan jarak mahalalanobis dari tiap variabel ( $d_t^2$ ).  $r_{Q(\alpha,n)}$  adalah nilai tabel kritis uji koefisien korelasi Q-Q plot.

### 2.9. Ketepatan Peramalan

Kemampuan model dalam melakukan peramalan bisa dilihat dari hasil perhitungan ketepatan peramalan. Salah satu ukuran statistik yang bisa digunakan untuk mengukur ketepatan peramalan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Nilai MAPE dirumuskan sebagai berikut (Makridakis dkk, 1999):

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |Z_i - \hat{Z}_i|}{n} \times 100\%$$

(9)

Menurut Chang dkk (2007) kriteria MAPE sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria MAPE

MAPE	Keterangan
< 10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10% - 20%	Kemampuan peramalan baik
20% - 50%	Kemampuan peramalan cukup
> 50%	Kemampuan peramalan buruk

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data jumlah uang kartal, uang kuasi, surat berharga selain saham, dan tingkat suku bunga SBI. Data *in sample* mulai September 2010 sampai Juni 2016 sedangkan data *out sample* dari Juli 2016 sampai Februari 2017. Data jumlah uang kartal, uang kuasi, dan surat berharga selain saham diperoleh dari website [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) sedangkan data tingkat suku bunga SBI dari website [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id).

### 3.2. Tahapan Analisis Data

Langkah – langkah analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan uji stasioneritas data *in sample* menggunakan transformasi Box Cox untuk stasioneritas dalam varian dan uji akar unit ADF untuk stasioneritas dalam rata-rata. Jika data tidak stasioner dalam varian maka dilakukan transformasi, jika data tidak stasioner dalam rata-rata dilakukan *differencing*,
2. Memeriksa kembali kestasioneran data *in sample* berdasarkan data transformasi atau *differencing*.
3. Melakukan identifikasi model melalui plot MPACF dan nilai AIC minimum sehingga diperoleh orde VARX.

4. Melakukan pendugaan parameter model VARX dengan estimasi *Least Square*.
5. Melakukan pengujian signifikansi parameter model VARX.
6. Melakukan pemeriksaan asumsi *White Noise* dan Normal Multivariat pada residual dari model VARX.
7. Melakukan peramalan data *out sample* dari model VARX.
8. Menghitung ketepatan ramalan data *out sample* dengan MAPE
9. Melakukan peramalan periode selanjutnya dengan model VARX.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Uji Stasioneritas Data

Uji stasioneritas data dalam varian dapat digunakan transformasi *Box Cox*. Dari transformasi *Box Cox* terhadap masing-masing data jumlah uang kartal, uang kuasi, surat berharga selain saham, dan tingkat suku bunga SBI diperoleh bahwa batas atas, batas bawah, *rounded value*, dan *lambda estimate* masing-masing variabel tidak sama. Jika akan dilakukan transformasi, maka transformasi yang dipakai akan berbeda-beda sesuai *lambda estimate* masing-masing. Padahal dalam analisis multivariat perlakuan terhadap semua variabel harus sama, oleh karena itu menurut Shofiyah, Dwiatono, Suhartono (2009) dalam Nisa' (2010) transformasi tidak perlu dilakukan dan data dapat dianggap stasioner dalam varian. Selanjutnya pengujian stasioneritas data dalam rata-rata pada penelitian ini digunakan uji akar unit *Augmented Dickey Fuller (ADF)*.

Tabel

3.

Variabel	t-hitung	t tabel ( $\alpha=5\%$ )	Prob.	Keterangan
Kartal	0,1756	-2,9062	0,9690	Tidak stasioner
Kuasi	-0,4134	-2,9048	0,9003	Tidak stasioner
Surat Berharga	-2,9951	-2,9042	0,0403	Stasioner
SBI	-2,0466	-2,9055	0,2668	Tidak stasioner

#### Ringkasan Uji Stasioneritas Data Awal

Karena data tidak stasioner dalam rata-rata maka dilakukan differencing 1 kemudian dilakukan pengujian stasioneritas kembali sehingga semua data stasioner.

Tabel

4.

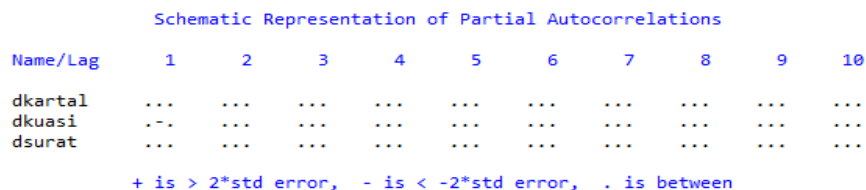
Variabel	t-hitung	t tabel ( $\alpha=5\%$ )	Prob.	Keterangan
Kartal	-6,8781	-2,9126	0,0000	Stasioner
Kuasi	-11,4259	-2,9048	0,0001	Stasioner
Surat Berharga	-10,2649	-2,9048	0,0001	Stasioner
SBI	-3,4568	-2,9055	0,0123	Stasioner

#### Ringkasan Uji Stasioneritas Data *Differencing 1*



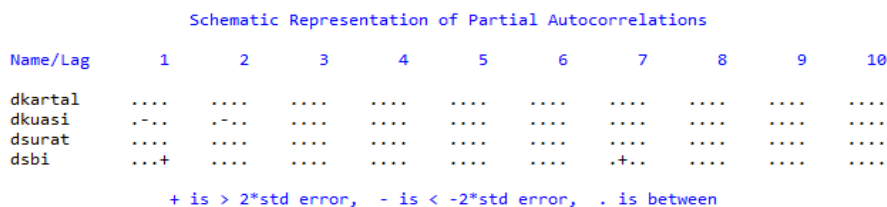
## 4.2. Identifikasi Model VARX

Identifikasi model VARX dilakukan dengan menentukan orde dari  $p$  dan  $q$  untuk model VARX( $p,q$ ). Orde  $p$  maupun  $q$  ditentukan dengan melihat plot MPACF dan nilai AIC terkecil.



Gambar 1. Plot MPACF untuk Orde  $p$

Dari Gambar 1 terlihat bahwa korelasi kurang dari 2 kali standar *error* muncul pada lag 1 dan dari nilai AIC diperoleh nilai minimum pada lag 1 sehingga orde  $p$  adalah 1. Selanjutnya untuk penentuan orde  $q$  dapat dilihat dari Gambar 2.



Gambar 2. Plot MPACF untuk Orde  $q$

Dari Gambar 2 terlihat terdapat korelasi  $\pm 2$  kali standar *error* muncul pada lag 1, 2, dan 7. Untuk menentukan orde  $q$  dilihat dari nilai AIC terkecil pada lag 1 sehingga orde  $q$  adalah 1. Dengan demikian maka model VARX yang terbentuk adalah VARX(1,1).

## 4.3. Model VARX

Estimasi parameter untuk pemodelan VARX pada penelitian ini digunakan metode *Least Square*. Hasil dari pemodelan VARX(1,1) untuk variabel jumlah uang kartal ( $\hat{z}_1(t)$ ), jumlah uang kuasi ( $\hat{z}_2(t)$ ), jumlah surat berharga selain saham ( $\hat{z}_3(t)$ ) sebagai variabel endogen dan tingkat suku bunga SBI ( $x(t)$ ) sebagai variabel eksogen adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{z}_1(t) &= 5892,51204 - 0,20686 z_{1(t-1)} - 0,04229 z_{2(t-1)} - 1,41351 z_{3(t-1)} + 12096,12684 x_{(t-1)} \\ \hat{z}_2(t) &= 34808,71128 - 0,02312 z_{1(t-1)} - 0,35070 z_{2(t-1)} + 2,06254 z_{3(t-1)} - 10792,73498 x_{(t-1)} \\ \hat{z}_3(t) &= 203,68632 + 0,02267 z_{1(t-1)} - 0,00569 z_{2(t-1)} - 0,24675 z_{3(t-1)} + 166,1544 x_{(t-1)} \end{aligned}$$

## 4.4. Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter untuk mengetahui parameter apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap model. Pengujian signifikansi parameter bisa digunakan uji t dengan hipotesis:

$H_0$  : parameter tidak signifikan berpengaruh terhadap model

$H_1$  : parameter berpengaruh signifikan terhadap model

$H_0$  ditolak jika Probability <  $\alpha$ . Dalam penelitian ini digunakan taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ .

Tabel 5. Ringkasan Uji Signifikansi Parameter

Parameter	t-hitung	Probability	Keputusan	Keterangan
$\phi_{11}$	-1,36	0,1771	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\phi_{12}$	-0,79	0,4335	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\phi_{13}$	-1,26	0,2110	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\theta_1$	1,17	0,2456	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\phi_{21}$	-0,06	0,9548	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\phi_{22}$	-2,44	0,0176	$H_0$ ditolak	Parameter signifikan
$\phi_{23}$	0,69	0,4943	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\theta_2$	-0,39	0,6979	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\phi_{31}$	1,29	0,2004	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\phi_{32}$	-0,92	0,3629	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\phi_{33}$	-1,91	0,0610	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan
$\theta_3$	0,14	0,8897	$H_0$ diterima	Parameter tidak signifikan

Dari Tabel 5 terlihat bahwa hanya terdapat satu parameter yang signifikan mempengaruhi model yaitu parameter jumlah uang kuasi periode sebelumnya ( $\phi_{22}$ ) berpengaruh terhadap jumlah uang kuasi saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah meramalkan jumlah uang kartal, jumlah uang kuasi, dan jumlah surat berharga selain saham. Dalam peramalan hal yang paling penting adalah kemampuan model dalam meramalkan data sehingga pengujian signifikansi parameter ini bisa diabaikan (Armstrong, 2007). Oleh karena itu, walaupun hanya satu parameter yang signifikan berpengaruh terhadap model peneliti tetap melanjutkan tahapan analisis selanjutnya yaitu pengujian asumsi residual dan peramalan.

#### 4.5. Uji Asumsi Residual *White Noise*

Tujuan dari uji asumsi residual *white noise* adalah untuk mengetahui apakah ada korelasi antar vektor residual dari model VARX(1,1) yang telah terbentuk. Dalam penelitian ini digunakan uji Portmanteau dengan hipotesis:

$H_0$  : tidak ada korelasi dari residual (residual memenuhi asumsi *white noise*)

$H_1$  : ada korelasi dari residual (residual tidak memenuhi asumsi *white noise*)

Tabel 6. Ringkasan Uji Portmanteau

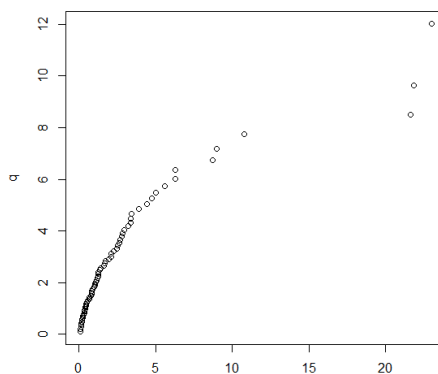
Lag	$Q_n$	Probability
2	8,20	0,5144
3	15,44	0,6317
4	16,76	0,9368
5	22,40	0,9628
6	28,84	0,9707
7	39,56	0,9294
8	48,51	0,9106
9	51,83	0,9651
10	56,31	0,9833

Berdasarkan pada Tabel 6,  $H_0$  diterima untuk setiap *lag* karena nilai Probability di tiap *lag* lebih besar dari  $\alpha = 5\%$ . Sehingga disimpulkan bahwa residual memenuhi asumsi *white noise*.



#### 4.6. Uji Asumsi Residual Normal Multivariat

Secara visual uji asumsi residual normal multivariat dapat dilihat dari gambar Q-Q plot distribusi normal multivariat residual VARX(1,1) pada Gambar 3.



Gambar 3. Q-Q Plot Distribusi Normal Multivariat Residual VARX(1,1)

Dari Gambar 3 terlihat bahwa plot residual tidak mengikuti garis linier, hal ini mengindikasikan bahwa residual VARX(1,1) tidak berdistribusi normal multivariat. Secara formal uji asumsi normal multivariat digunakan uji koefisien korelasi Q-Q plot sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0$  : residual berdistribusi normal multivariat

$H_1$  : residual tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik uji yang digunakan:

$$r_Q = 0,905647 \quad r_{Q(5\%,68)} = 0,981827$$

Kriteria pengujian:  $H_0$  ditolak jika  $r_Q < r_{Q(5\%,68)}$

Karena  $r_Q = 0,905647 < r_{Q(5\%,68)} = 0,981827$  maka  $H_0$  ditolak artinya residual dari model VARX(1,1) tidak berdistribusi normal multivariat. Pengujian ini bisa diabaikan karena hal paling penting dalam peramalan adalah kemampuan model dalam melakukan peramalan (Armstrong, 2007) dan (Kostenko dan Hyndman, 2008). Sehingga peneliti tetap melanjutkan tahap selanjutnya yaitu melakukan peramalan data *out sample*.

#### 4.7. Evaluasi Hasil Model VARX

Evaluasi hasil model VARX dilakukan dengan menghitung nilai MAPE untuk hasil ramalan data *out sample* variabel jumlah uang kartal, uang kuasi, dan surat berharga selain saham.

Tabel 7. Evaluasi Hasil Model

VARX dengan MAPE

Variabel	MAPE
Kartal	7,53969
Kuasi	0,49036
Surat	9,64245

Dari Tabel 7 terlihat masing-masing nilai MAPE tiap variabel kurang dari 10% maka berdasarkan pada Tabel 1 disimpulkan bahwa model VARX(1,1) mempunyai kemampuan peramalan yang sangat baik, sehingga dapat digunakan untuk peramalan jumlah uang kartal, jumlah uang kuasi, jumlah surat berharga selain saham pada periode mendatang.

#### 4.8. Peramalan

Hasil ramalan jumlah uang kartal, uang kuasi, dan surat berharga selain saham untuk periode Maret 2017 sampai Desember 2017 pada Tabel 8 menunjukkan bahwa terdapat

kenaikan tiap periode untuk variabel jumlah uang kartal, uang kuasi, maupun surat berharga selain saham.

Tabel 8. Peramalan Jumlah Uang Kartal, Uang Kuasi, dan Surat Berharga Selain Saham

Periode	Ramalan		
	Kartal	Kuasi	Surat
Mar-17	526819,8310	3770204,990	15158,94133
Apr-17	530575,2708	3796154,634	15271,06241
Mei-17	534330,0677	3822101,040	15383,26030
Jun-17	538085,2432	3848048,561	15495,44604
Jul-17	541840,4012	3873995,576	15607,63828
Agu-17	545595,6128	3899942,749	15719,83191
Sep-17	549350,8206	3925889,854	15832,02574
Okt-17	553106,0383	3951836,978	15944,21991
Nov-17	556861,2555	3977784,093	16056,41415
Des-17	560616,4742	4003731,210	16168,60842

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan permasalahan pada penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Model VARX yang diperoleh untuk menggambarkan hubungan variabel jumlah uang kartal, jumlah uang kuasi, jumlah surat berharga selain saham dan tingkat suku bunga SBI adalah VARX(1,1). Dari model ini tidak ada variabel endogen (jumlah uang kartal, jumlah uang kuasi, jumlah surat berharga selain saham) yang dipengaruhi oleh variabel eksogen (tingkat suku bunga SBI). Model VARX(1,1) memenuhi asumsi residual *white noise*, tapi tidak memenuhi asumsi residual normal multivariat. Berdasarkan nilai MAPE disimpulkan bahwa model VARX(1,1) memiliki kemampuan peramalan sangat baik sehingga dapat digunakan untuk peramalan periode mendatang.
2. Hasil peramalan untuk periode Maret 2017 sampai dengan Desember 2017 menunjukkan bahwa terdapat kenaikan di setiap periode untuk jumlah uang kartal, jumlah uang kuasi, dan jumlah surat berharga selain saham.

## DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, J.S. 2007. *Significance Tests Harm Progress in Forecasting*. International Journal of Forecasting. (23). pages:321-327. ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))
- Chang, P.C, Wang, Y.W., Liu, C.H. 2007. *The Development of a Weigted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting*. Expert Systems wit Applications. No.32. pages:86-96.
- Evendi, A. 2011. *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Uang Kuasi di Indonesia Periode 1991-2010*. Skripsi. Fakultas Ekonomi Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Johnson, R.A., Winchern, D.W. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis. 6th Edition*. New Jersey : Pearson Prentice Hall.
- Kostenko, A.V., Hyndman, R.J. 2008. *Forecasting without Significance Tests?.* (<http://robjhyndman.com/papers/sst2.pdf>)
- Kristiawan, H. 2008. *Hubungan Ekspor, PDB, Cadangan Devisa, Tingkat Suku Bunga, Cadagan Minimum dan Tingkat Diskonto Dengan Jumlah Uang Beredar di*

- Indonesia (1997-2006)*. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Darma Yogyakarta. Anoraga, P. dan Pakarti, P. 2001. *Pengantar Pasar Modal*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Lütkepohl, H. 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin : Springer.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., McGee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jilid 1. Edisi 2. Diterjemahkan oleh : Andriyanto, U.S., Basith, A. Jakarta : Erlangga. Terjemahan dari : Forecasting, 2nd Edition.
- Montgomery, D.C., Jennings, C.L., Kulahci, M. 2015. *Introduction to Time Series Analysis And Forecasting 2nd Edition*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc
- Nashrullida. 2011. *BAB 3 Pemodelan Pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dan Laju Inflasi Indonesia Menggunakan Vector Autoregressive with Exogenous Variable (VARX)*. Skripsi. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. ([http://a-research.upi.edu/operator/upload/ta\\_mtk\\_0600821\\_chapter3.pdf](http://a-research.upi.edu/operator/upload/ta_mtk_0600821_chapter3.pdf))
- Nisa', H.D.K. 2010. *Peramalan Debit Air Sungai Brantas dengan Model GSTAR dan ARIMA*. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Ocampo, S. and Rodriguez, N. 2011. *An Introductory Review of a Structural VAR-X Estimation and Applications*. Borradores de Economia. Num.686.
- Purnomo, S.D., Serfiyani, C.Y., Hariyani, I. 2013. *Buku Pintar Pasar Uang dan Pasar Valas*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Rangkuti, A.E. 2007. *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Uang Kartal di Indonesia*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Soejoeti, Z. 1987. *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta : Karunika Jakarta Universitas Terbuka.
- Sukirno, S. 2000. *Makroekonomi Modern : Perkembangan Pemikiran Dari Klasik Hingga Keynesian Baru*. Jakarta : PT RajaGrafindo Persada.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Second Edition. USA : Pearson Education, Inc.