

## PERAMALAN INDEKS HARGA KONSUMEN 4 KOTA DI JAWA TENGAH MENGUNAKAN MODEL *GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE* (GSTAR)

Lina Irawati<sup>1</sup>, Tarno<sup>2</sup>, Hasbi Yasin<sup>3</sup>

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

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

[linairaw@gmail.com](mailto:linairaw@gmail.com), [tarno@undip.ac.id](mailto:tarno@undip.ac.id), [hasbiyasin@live.undip.ac.id](mailto:hasbiyasin@live.undip.ac.id)

### ABSTRACT

Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) models are generalization of the Space Time Autoregressive (STAR) models which has the data characteristics of time series and location linkages (space-time). GSTAR is more flexible when faced with the locations that have heterogeneous characteristics. The purposes of this research are to get the best GSTAR model and the forecasting results of Consumer Price Index (CPI) data in Purwokerto, Solo, Semarang and Tegal. The best model obtained is GSTAR (1<sub>1</sub>) I(1) using cross correlation normalization weight because it generated white noise and multivariate normal residuals with average value of MAPE 3,93% and RMSE 10,02. The best GSTAR model explained that CPI of Purwokerto is only affected by times before, it does not affect to other cities but can be affecting to other cities. Otherwise, CPI of Surakarta, Semarang and Tegal are affecting each others.

**Keywords:** GSTAR, Space Time, Consumer Price Index, MAPE, RMSE

### 1. PENDAHULUAN

Inflasi merupakan kecenderungan (*trend*) atau gerakan naiknya tingkat harga umum yang berlangsung secara terus-menerus dari suatu periode ke periode berikutnya. Inflasi berperan penting dalam menentukan kondisi perekonomian, sehingga perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai kalangan khususnya otoritas moneter yang bertanggung jawab mengendalikan inflasi. Melalui keputusan-keputusan tersebut, inflasi secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi perekonomian (Dyahrini dan Rachman, 2012).

IHK merupakan salah satu indikator ekonomi penting yang dapat memberikan informasi mengenai perkembangan harga barang dan jasa yang dibayar oleh konsumen. Inflasi adalah perubahan dari Indeks Harga Konsumen (IHK). Penentuan jumlah, jenis dan kualitas dalam paket komoditas barang dan jasa serta bobot timbangannya dalam IHK didasarkan pada Survei Biaya Hidup (SBH). Di Jawa Tengah hanya ada empat kota yang dicakup dalam pelaksanaan SBH yaitu Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal (BPS, 2014). Perkembangan harga di empat kota tersebut memungkinkan selain dipengaruhi oleh waktu sebelumnya juga mempunyai keterkaitan dengan lokasi lain yang disebut hubungan spasial.

*Time series* adalah sekelompok nilai pengamatan yang diperoleh pada titik waktu yang berbeda dengan selang waktu yang sama. Pada beberapa studi empirik, data deret waktu seringkali memiliki kompleksitas tersendiri. Data tidak hanya dipengaruhi oleh waktu-waktu sebelumnya, tetapi juga mempunyai keterkaitan antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Data dengan keterkaitan deret waktu dan lokasi disebut dengan data *space time* (Ardianto, 2014).

Model *space-time* pertama kali diperkenalkan oleh Pfeifer dan Deutsch (1980) untuk meramalkan tingkat kejahatan pada 14 wilayah di Negara Bagian Boston Tenggara pada tahun 1980 dan beberapa penelitian pada tahun-tahun berikutnya. Model *Space-Time Autoregressive* (STAR) yang dikembangkan oleh Pfeifer dan Deutsch mempunyai

kelemahan pada fleksibilitas parameter yang menjelaskan keterkaitan lokasi dan waktu yang berbeda pada data *space time* (Prisandy dan Suhartono (2008)). Kelemahan ini diperbaiki oleh Borovkova, Lopuhaä, dan Ruchjana (2002) melalui model yang dikenal dengan model *Generalized Space-Time Autoregressive (GSTAR)*. Berdasarkan argumen tersebut dalam penelitian ini akan diterapkan metode GSTAR untuk pemodelan data IHK Jawa Tengah di Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Multivariate Time Series*

*Multivariate time series* adalah serangkaian data yang terdiri atas beberapa variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap (Wei, 2006).

Sama halnya dengan *univariate time series*, stasioneritas dari data *multivariate time series* juga dapat dilihat dari plot *Matrix Autocorrelation Function (MACF)* dan *Matrix Partial Autocorrelation Function (MPACF)*. Plot MACF yang turun secara perlahan mengindikasikan bahwa data belum stasioner dalam rata-rata sehingga perlu dilakukan *differencing* untuk menstasionerkan data. Demikian juga saat data tidak stasioner dalam varian perlu dilakukan transformasi agar memperoleh data yang stasioner (Wei, 2006).

### 2.2 *Model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)*

Dalam notasi matriks, model GSTAR dengan orde autoregresif  $p$  dan orde spasial  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$ ,  $GSTAR(p\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_p)$  dapat ditulis sebagai berikut (Wutsqa dkk., 2010) :

$$\mathbf{Z}(t) = \sum_{s=1}^p \left[ \Phi_{s0} + \sum_{k=1}^{\lambda_s} \Phi_{sk} \mathbf{W}^{(k)} \right] \mathbf{Z}(t-s) + e(t) \quad (1)$$

dimana  $\Phi_{s0}$  adalah parameter autoregresi,  $s = 1, 2, \dots, p$ .  $\Phi_{sk}$  adalah parameter spasial regresi,  $k = 1, 2, \dots, \lambda_s$ . dengan  $\Phi_{s0} = \text{diag}(\Phi_{s0}^1, \dots, \Phi_{s0}^N)$  dan  $\Phi_{sk} = \text{diag}(\Phi_{sk}^1, \dots, \Phi_{sk}^N)$ .  $\mathbf{W}^{(k)}$  adalah matriks  $N \times N$  bobot dengan nilai pembobot yang dipilih agar memenuhi syarat  $w_{ii}^{(k)} = 0$  dan  $\sum_{i \neq j} w_{ij}^{(k)} = 1, i = 1, 2, \dots, N$ .

#### 2.2.1 Pemilihan Bobot Lokasi pada Model GSTAR

##### a. Bobot Seragam

Bobot lokasi ini memberikan nilai bobot yang sama untuk masing-masing lokasi, sehingga bobot lokasi ini seringkali digunakan pada data yang lokasinya homogen atau mempunyai jarak antar lokasi yang sama (Susanti dan Susiswo, 2013).

Nilai dari bobot seragam dihitung dengan rumus :

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{n_i} & , i \neq j \\ 0 & , \text{lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

dengan  $n_i$  adalah jumlah lokasi yang berdekatan dengan lokasi  $i$ .

##### b. Bobot Invers Jarak

Nilai dari bobot invers jarak didapatkan dari perhitungan berdasarkan jarak sebenarnya antar lokasi. Lokasi yang berdekatan mendapatkan nilai bobot yang lebih besar (Susanti dan Susiswo, 2013). Perhitungan bobot dengan metode invers jarak diperoleh dari hasil invers jarak sebenarnya yang kemudian dinormalisasi (Faizah dan Setiawan, 2013).

##### c. Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Pembobotan dengan metode ini didasarkan pada normalisasi korelasi silang antar lokasi pada lag waktu yang bersesuaian. Pembobotan ini pertama kali diperkenalkan

oleh Suhartono dan Atok (2006). Secara umum korelasi silang antara lokasi ke-i dan ke-j pada lag waktu ke-k didefinisikan sebagai berikut (Suhartono dan Subanar, 2006) :

$$\rho_{ij}(k) = \frac{\gamma_{ij}(k)}{\sigma_i \sigma_j}, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

dengan  $\gamma_{ij}(k)$  merupakan kovarians silang antara kejadian di lokasi ke-i dan ke-j.

Taksiran dari korelasi silang pada sampel dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$r_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Z_i(t) - \bar{Z}_i)(Z_j(t-k) - \bar{Z}_j)}{\sqrt{\left( \sum_{t=1}^n (Z_i(t) - \bar{Z}_i)^2 \sum_{t=1}^n (Z_j(t) - \bar{Z}_j)^2 \right)}} \quad (3)$$

$$w_{ij} = \frac{r_{ij}(k)}{\sum_{j \neq i} |r_{ij}(k)|} \quad (4)$$

dimana  $i \neq j$ , dan bobot ini memenuhi  $\sum_{i \neq j} w_{ij} = 1$ .

## 2.2.2 Penaksiran Parameter pada Model GSTAR

Model GSTAR dapat direpresentasikan sebagai sebuah model linear dan parameter-parameter autoregresif model dapat diestimasi menggunakan metode kuadrat terkecil atau metode *least square* (Ruchjana dkk., 2012). Mempertimbangkan model GSTAR(1<sub>1</sub>) yang dapat ditulis dalam bentuk linier sebagai berikut :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}$$

Dengan melakukan modifikasi terhadap bentuk matriks dari model GSTAR(1<sub>1</sub>), model persamaan untuk lokasi ke-i dapat ditulis sebagai  $\mathbf{Y}_i = \mathbf{X}_i\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_i$  dengan  $\boldsymbol{\beta} = [\Phi_{10}, \Phi_{11}]'$ .

Penjabaran matriksnya adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{Y}_i = \begin{bmatrix} Z_i(2) \\ Z_i(3) \\ \vdots \\ Z_i(T) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X}_i = \begin{bmatrix} Z_i(1) & V_i(1) \\ Z_i(2) & V_i(2) \\ \vdots & \vdots \\ Z_i(T-1) & V_i(T-1) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{u}_i = \begin{bmatrix} e_i(2) \\ e_i(3) \\ \vdots \\ e_i(T) \end{bmatrix} \quad (5)$$

dengan  $z_i(t)$  merupakan banyak pengamatan dimana  $t = 1, 2, \dots, T$  untuk lokasi  $i=1, 2, \dots, N$

dan  $V_i(T) = \sum_{j=1}^N w_{ij}Z_j$  untuk  $i \neq j$ .

Nilai taksiran untuk parameter dapat dihitung menggunakan penaksir *least square* dengan formula sebagai berikut

$$\boldsymbol{\beta} = [\mathbf{X}'\mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y} \quad (6)$$

## 2.3 Pemilihan Model Terbaik

### 2.3.1 Akaike's Information Criterion (AIC)

Menurut Akaike (1973, 1974) dalam Lütkepohl (2007) salah satu kriteria dalam penentuan model terbaik adalah menggunakan *Akaike's Information Criterion* (AIC). Suatu model dikatakan baik apabila nilai AIC-nya paling kecil.

$$AIC(p) = \log \left| \hat{\Sigma}_p \right| + \frac{2}{T} pK^2 \quad (7)$$

dimana  $\hat{\Sigma}_p = T^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{u}_t \hat{u}_t'$  adalah matriks penduga kovarian residual untuk model VAR(p), T merupakan jumlah residual dan K merupakan banyak variabel.

### 2.3.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE mengukur kesalahan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut residual.

Formula MAPE dapat ditulis sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^m \left| \left( \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right) \times 100\% \right|}{m} \quad (8)$$

dengan m = banyak ramalan yang dilakukan

$Z_t$  = data sebenarnya

$\hat{Z}_t$  = data hasil ramalan.

Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada dibawah 10% dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada diantara 10%-20% (Zainun dan Majid dalam Anggraeni dan Febrian (2011)).

### 2.3.3 Root Mean Square Error (RMSE)

Tujuan dari model peramalan adalah untuk meramalkan nilai yang akan datang dengan *error* sekecil mungkin, salah satu alternatif untuk pemilihan model berdasarkan nilai *error* adalah *Root Mean Square Error* (RMSE). Model peramalan dengan nilai RMSE lebih kecil merupakan model peramalan yang lebih akurat. (Wei, 2006).

Rumus berikut digunakan untuk menghitung nilai RMSE :

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{t=1}^m (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (9)$$

dengan m = banyak ramalan yang dilakukan

$Z_t$  = data sebenarnya

$\hat{Z}_t$  = data hasil ramalan

Nilai RMSE berkisar antara 0 sampai  $\infty$ . Semakin kecil nilai RMSE maka model semakin bagus.

### 2.5 Indeks Harga Konsumen (IHK)

Indeks Harga Konsumen (IHK) dihitung menggunakan metode Modifikasi Laspeyres (*Modified Laspeyres*) dengan rumus (BPS, 2014):

$$I_n = \frac{\sum_{i=1}^k \frac{P_{ni}}{P_{(n-1)i}} P_{(n-1)i} Q_{oi}}{\sum_{i=1}^k P_{oi} Q_{oi}} \times 100 \quad (10)$$

dimana :

- $I_n$  : Indeks period ke-n
- $P_{ni}$  : Harga jenis barang i, periode ke-n
- $P_{(n-1)i}$  : Harga jenis barang i, periode ke-(n-1)
- $P_{(n-1)i} Q_{oi}$  : Nilai konsumsi jenis barang i, periode ke-(n-1)
- $P_{oi} Q_{oi}$  : Nilai konsumsi jenis barang i pada tahun dasar
- k : Jumlah jenis barang paket komoditas.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu data Indeks Harga Konsumen (IHK) di Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal bulan Juni 2008 hingga Desember 2013 yang diperoleh dari website resmi Badan Pusat Statistik Jawa Tengah yaitu [jateng.bps.go.id](http://jateng.bps.go.id).

#### 3.2 Variabel Penelitian

Terdapat empat variabel yang digunakan dalam penelitian ini yang merupakan data IHK Jawa Tengah, yaitu :

1.  $Z_1(t)$  = IHK di Purwokerto
2.  $Z_2(t)$  = IHK di Surakarta
3.  $Z_3(t)$  = IHK di Semarang
4.  $Z_4(t)$  = IHK di Tegal

#### 3.3 Langkah Analisis

Data pada penelitian ini diolah dengan menggunakan *Software Microsoft Excel 2007, Minitab 16, SAS 9.1.3, Matlab 2010 dan R 2.15.3*.

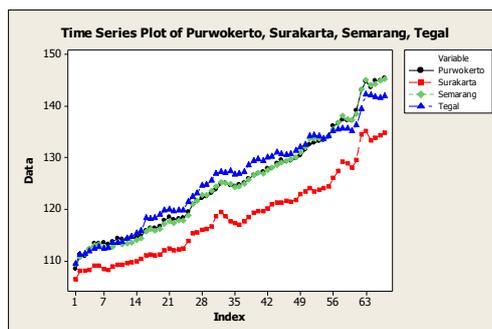
Adapun tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan data deret waktu dan lokasi yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Menentukan orde waktu dari model GSTAR yang sesuai berdasarkan hasil identifikasi pada model VAR dengan menggunakan MACF, MPACF dan AIC minimum.
3. Membentuk model GSTAR dengan langkah-langkah sebagai berikut ini :
  - a. Menetapkan nilai bobot lokasi, dengan tiga jenis bobot lokasi yang digunakan yaitu bobot seragam, invers jarak dan korelasi silang antar lokasi pada lag waktu yang sesuai.
  - b. Melakukan penaksiran parameter dari model GSTAR untuk masing-masing bobot lokasi.
  - c. Menguji signifikansi parameter model GSTAR untuk masing-masing bobot lokasi.
  - d. Menguji residual model GSTAR untuk masing-masing bobot lokasi.
  - e. Menentukan model GSTAR terbaik berdasarkan nilai MAPE dan RMSE terkecil serta uji asumsi residual yang dihasilkan dari ketiga model dengan bobot yang berbeda-beda.
4. Melakukan peramalan data deret waktu dan lokasi untuk beberapa periode ke depan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Identifikasi Model GSTAR

Berikut plot *time series* data IHK di Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal.



Gambar 1. Plot *Time Series* Data IHK di Empat Kota Secara Bersama-sama

Terlihat pada Gambar 1 kesamaan pola data IHK keempat kota tersebut yang cenderung naik secara bersama-sama dan terus menerus yang memungkinkan efek saling berkaitan antar keempat kota tersebut.

Kecenderungan IHK yang saling berkaitan dapat dilihat dari nilai korelasi antar kota yang sangat tinggi yakni berkisar antara 0,979-0,999. Selain itu IHK di Kota Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal untuk waktu yang bersesuaian memiliki korelasi yang signifikan, terlihat dari nilai *P-value* yang lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 5 %. Sehingga pemodelan secara multivariat dirasa sesuai untuk diterapkan pada data ini.

#### 4.2 Pemodelan *Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)*

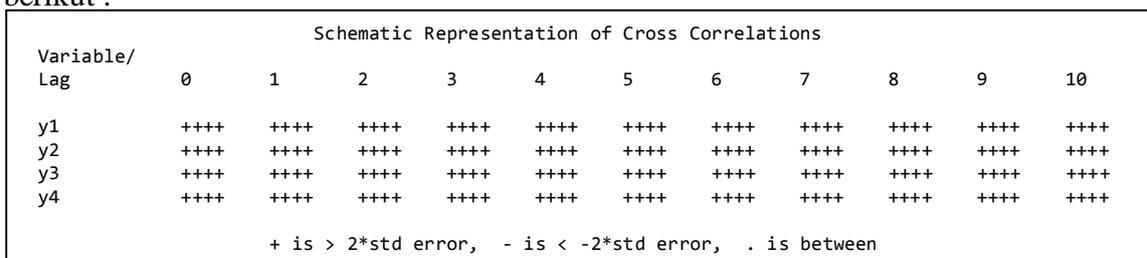
Pemodelan menggunakan metode GSTAR merupakan pemodelan yang tidak hanya memperhatikan faktor waktu, namun juga faktor lokasi. Faktor lokasi ini ditunjukkan dengan adanya nilai pembobotan pada model GSTAR.

Adapun tahapan pemodelan GSTAR adalah sebagai berikut :

##### 4.2.1 Identifikasi Model GSTAR

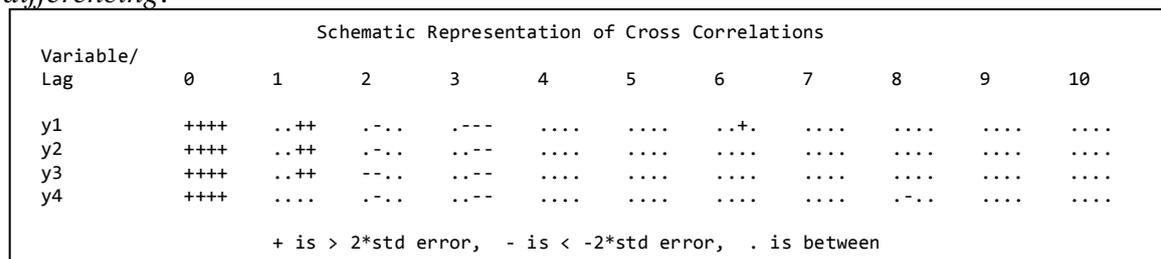
Seperti halnya pada kasus univariat, tahapan identifikasi yang perlu dilakukan adalah dengan melihat apakah data IHK di empat kota tersebut sudah stasioner dalam mean dan varian.

Kestasioneritas data secara simultan dapat dilihat melalui plot MACF yakni sebagai berikut :



Gambar 2. MACF Data IHK di Empat Kota

Terlihat pada Gambar 2 semua lag terdapat nilai korelasi yang melebihi 2 kali standar error. Hal ini ditunjukkan oleh banyaknya simbol (+) pada MACF yang berarti secara simultan keempat lokasi memiliki korelasi positif, sehingga dapat dikatakan bahwa data  $Z_1(t)$ ,  $Z_2(t)$ ,  $Z_3(t)$  dan  $Z_4(t)$  tidak stasioner dalam mean dan perlu dilakukan *differencing*.

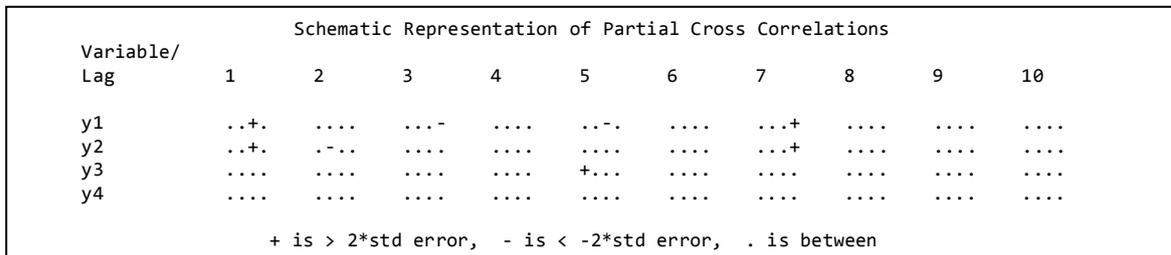


Gambar 3. MACF Data IHK di Empat Kota Setelah *Differencing 1*

Gambar 3 menunjukkan bahwa masih ada beberapa nilai korelasi pada lag-lag tertentu yang keluar secara bersama-sama dari  $\pm 2$  kali batas error dari masing-masing lokasi sehingga data dapat dikatakan sudah stasioner dalam mean.

Untuk melihat kestasioneran data dalam varian dapat dilihat dari plot *Box-Cox Transformation*. Diperoleh hasil bahwa batas bawah, batas atas, *rounded value*, dan *lambda estimate* masing-masing lokasi tidak sama. Jika akan dilakukan transformasi, maka transformasi yang dipakai berbeda-beda sesuai dengan *lambda estimate* masing-masing lokasi. Oleh karena itu transformasi tidak perlu dilakukan dan data dianggap stasioner dalam varian (Shofiyah, Dwiatmono dan Suhartono, 2009 dalam Nisa' (2010)).

Setelah data sudah stasioner, maka langkah selanjutnya adalah mencari orde waktu model GSTAR melalui identifikasi model *Vector Autoregressive* (VAR). Melalui MPACF terlihat bahwa lag yang keluar melebihi  $\pm 2$  kali standar error terdapat pada lag 1, 2, 3, 5 dan 7.



Gambar 4. MPACF Data IHK di Empat Kota Setelah *Differencing 1*

Model VAR yang terbentuk dari identifikasi pada tahap ini adalah model VAR dengan orde  $p=1$  karena memiliki nilai AIC terkecil yakni -365,902 yang terdapat pada  $AR = 1$  seperti terlihat pada gambar berikut.

Information Criterion for Autoregressive Models										
Lag=0	Lag=1	Lag=2	Lag=3	Lag=4	Lag=5	Lag=6	Lag=7	Lag=8	Lag=9	Lag=10
-358.924	-365.902	-360.721	-352.649	-339.812	-341.964	-324.703	-330.602	-323.288	-306.82	-288.55

Gambar 5. AIC Data IHK di Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal Setelah *Differencing 1*

Data yang digunakan merupakan data non musiman yang sudah di *differencing 1*, sehingga dapat diprediksi bahwa model yang terbentuk adalah VARIMA (1,1,0). Sehingga model GSTAR yang digunakan dalam data IHK di Purwokerto, Surakarta, Semarang, dan Tegal adalah  $GSTAR(1_1) I(1)$ .

Setelah dilakukan identifikasi model GSTAR, maka langkah selanjutnya adalah menentukan bobot lokasi untuk  $GSTAR(1_1) I(1)$ . Berikut ketiga bobot yang digunakan dalam penelitian ini :

Bobot seragam

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0,33 & 0,33 & 0,33 \\ 0,33 & 0 & 0,33 & 0,33 \\ 0,33 & 0,33 & 0 & 0,33 \\ 0,33 & 0,33 & 0,33 & 0 \end{bmatrix}$$

Bobot Invers Jarak

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0,20 & 0,40 & 0,40 \\ 0,38 & 0 & 0,45 & 0,17 \\ 0,21 & 0,45 & 0 & 0,34 \\ 0,49 & 0,21 & 0,30 & 0 \end{bmatrix}$$

Bobot Normalisasi Korelasi Silang

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0,44 & 0,31 & 0,25 \\ 0,61 & 0 & 0,26 & 0,13 \\ 0,41 & 0,37 & 0 & 0,22 \\ 0,34 & 0,36 & 0,30 & 0 \end{bmatrix}$$

Setelah terbentuk model  $GSTAR(1_1) I(1)$  untuk masing-masing bobot, langkah selanjutnya adalah dilakukan uji asumsi residual model GSTAR. Diperoleh hasil bahwa residual dari model GSTAR menggunakan bobot seragam dan invers jarak tidak *white*

*noise*. Sedangkan residual dari model GSTAR yang menggunakan bobot normalisasi korelasi silang memenuhi asumsi *white noise* residual. Selain itu, secara visual maupun uji formal residual dari model GSTAR(1<sub>1</sub>) I(1) menggunakan tiga bobot lokasi dapat dikatakan sudah mengikuti distribusi normal multivariat.

Secara umum, model GSTAR (1<sub>1</sub>) I(1) terbaik adalah dengan menggunakan bobot normalisasi korelasi silang karena menghasilkan residual bobot lokasi yang memenuhi asumsi *white noise* dan normal multivariat dengan rata-rata nilai MAPE sebesar 3,93 % dan RMSE 10,20. Sehingga persamaan model peramalan GSTAR yang dapat digunakan untuk meramalkan data IHK di empat kota di Jawa Tengah adalah sebagai berikut :

Purwokerto

$$\hat{y}_1(t) = y_1(t-1) + 0,44(y_1(t-1) - y_1(t-2)) \quad (11)$$

Surakarta

$$\hat{y}_2(t) = y_2(t-1) + 0,24(y_1(t-1) - y_1(t-2)) + 0,10(y_3(t-1) - y_3(t-2)) + 0,05(y_4(t-1) - y_4(t-2)) \quad (12)$$

Semarang

$$\hat{y}_3(t) = y_3(t-1) + 0,25(y_1(t-1) - y_1(t-2)) + 0,23(y_2(t-1) - y_2(t-2)) + 0,13(y_4(t-1) - y_4(t-2)) \quad (13)$$

Tegal

$$\hat{y}_4(t) = y_4(t-1) + 0,19(y_1(t-1) - y_1(t-2)) + 0,19(y_2(t-1) - y_2(t-2)) + 0,16(y_3(t-1) - y_3(t-2)) \quad (14)$$

Model GSTAR terbaik menjelaskan bahwa data IHK di Purwokerto hanya dipengaruhi oleh waktu-waktu sebelumnya, tidak dipengaruhi oleh kota lain namun dapat mempengaruhi IHK kota lain. Sedangkan IHK Surakarta, Semarang dan Tegal saling mempengaruhi satu sama lain.

### 4.3 Peramalan Model GSTAR

Selanjutnya persamaan (11), (12), (13) dan (14) yang sudah terbentuk digunakan untuk melakukan peramalan, hasil ramalan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Hasil Ramalan Data IHK Empat Kota di Jawa Tengah menggunakan Model GSTAR terbaik

Tahun	Bulan	Purwokerto	Surakarta	Semarang	Tegal
2014	Januari	145,64	134,96	145,56	142,27
	Februari	95,10	95,90	91,35	90,58
	Maret	111,30	110,01	110,98	108,68
	April	111,51	110,23	111,14	108,86
	Mei	111,24	109,89	110,81	108,23
	Juni	111,41	110,27	111,29	108,42
	Juli	112,13	111,03	112,50	109,31
	Agustus	113,22	111,76	113,34	110,22
	September	113,51	112,13	113,63	110,70
	Oktober	112,91	112,05	113,76	110,69
	November	113,69	112,80	114,77	111,98
	Desember	115,75	114,82	116,88	113,72
2015	Januari	118,37	117,76	120,15	116,11

Dari hasil ramalan menggunakan model GSTAR terbaik dapat dianalisis bahwa IHK tertinggi terjadi pada Januari 2014 di empat kota sekaligus. Hasil ramalan yang diperoleh pada bulan tersebut berbeda cukup signifikan dengan data aktual, hal ini dikarenakan adanya perbedaan tahun dasar yang diberlakukan mulai Januari 2014. Pada ramalan kedua (Februari 2014) masih terjadi perbedaan yang signifikan dengan data aktual disebabkan karena masih adanya pengaruh IHK waktu sebelumnya untuk melakukan peramalan. Mulai Maret 2014, hasil ramalan data IHK empat kota di Jawa Tengah relatif stabil dan mendekati nilai data aktual.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai data IHK di Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal diperoleh kesimpulan bahwa model GSTAR yang terbaik untuk data IHK di Purwokerto, Surakarta, Semarang dan Tegal adalah model GSTAR (1<sub>1</sub>) I(1) menggunakan bobot normalisasi korelasi silang karena menghasilkan residual bobot lokasi yang memenuhi asumsi *white noise* dan normal multivariat dengan rata-rata nilai MAPE 3,93% dan RMSE 10,20. Model GSTAR terbaik menjelaskan bahwa data IHK di Purwokerto hanya dipengaruhi oleh waktu-waktu sebelumnya, tidak dipengaruhi oleh kota lain namun dapat mempengaruhi IHK kota lain. Sedangkan IHK Surakarta, Semarang dan Tegal saling mempengaruhi satu sama lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, M. P. 2014. Pemodelan Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) pada Tiga Periode Waktu (Studi Kasus Inflasi di Lima Kota Besar di Pulau Jawa). *Jurnal Mahasiswa Statistik*. Vol. 2 No. 4: pp. 265-268.
- Anggraeni, W. dan Febrian, D. 2011. An Experimental Study on Bank Forecasting Using Regression Dynamic Linier Model. *Jurnal Creative Communication and Innovative Technology (CCIT)*. Vol. 5 No. 1: 1978-8282.
- Borovkova, S. A., Lopuhaä, H. P. dan Ruchjana, B. N. 2002. Generalized STAR Model with Experimental Weights. *Proceeding of the 17<sup>th</sup> International Workshop on Statistical Modelling*. Chania: pp 139-147.
- BPS. 2014. *Indeks Harga Konsumen dan Inflasi Jawa Tengah 2013*. Semarang: Badan Pusat Statistik.
- Dyahrini, W. dan Rachman, I. 2012. *Pengaruh Inflasi terhadap Perekonomian di Kotamadya dan Kabupaten Bandung Berdasarkan Persepsi Produsen dan Konsumen*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Bandung: Universitas Widyatama.
- Faizah, L. A., Setiawan. 2013. Pemodelan Inflasi di Kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta dengan Pendekatan GSTAR. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 2 No. 2: 2337-3520.
- Lütkepohl, H. 2007. Econometric Analysis with Vector Autoregressive Models. *EUI Working Papers ECO*. 1725-6704.
- Nisa', H. D. K. 2010. *Peramalan Debit Air Sungai Brantas dengan Metode GSTAR dan ARIMA*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Pfeifer, P.E. dan Deutsch, S.J. 1980. A Three-Stage Iterative Procedure for Space-Time Modeling. *Technometrics*. Vol. 22 No.1: pp 35-47.
- Prisandy, D.E. dan Suhartono. 2008. Penerapan Metode GSTAR(P1) untuk Meramalkan Data Penjualan Rokok di Tiga Lokasi. *Widya Teknik*. Vol. 7 No.2: pp 199-210.

- Ruchjana, B.N., Borovkova, S.A., dan Lopuhaä H.P. 2012. Least Squares Estimation of Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) Model and Its Properties. *The 5<sup>th</sup> International Conference on Research and Education in Mathematics AIP Conf. Proc.*, 1450: pp 61-64.
- Suhartono dan Atok, R.M. 2006. Pemilihan Bobot Lokasi yang Optimal pada Model GSTAR. *Presented at National Mathematics Conference XIII*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Suhartono dan Subanar. 2006. The Optimal Determination of Space Weight in GSTAR Model by using Cross-correlation Inference. *Journal of Quantitative Methods: Journal Devoted the Mathematical and Statistical Application in Various Field*. Vol. 2 No.2: pp. 45-53.
- Susanti, D. dan Susiswo. 2013. *Aplikasi Model GSTAR pada Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Empat Lokasi Wisata di Batu*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Second Edition. USA: Pearson Education, Inc.
- Wutsqa, D.U., Suhartono, dan Sutijo B. 2010. Generalized Space-Time Autoregressive Modelling. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> IMT-GT Conference on Mathematics, Statistics and its Application*. Kuala Lumpur: Universiti Tuanku Abdul Rahman.