

# Pemodelan Inflasi di Kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta dengan pendekatan GSTAR

Laily Awliatul Faizah dan Setiawan

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

JL. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: setiawan@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Penelitian ini menyajikan hasil penelitian dari pemodelan inflasi di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta dengan pendekatan GSTAR (Generalized Space Time Autoregressive). Metode GSTAR adalah pemodelan time series multivariate yang memperhatikan efek spasial. Pengertian inflasi sendiri adalah proses meningkatnya harga barang dan jasa secara umum dan bersifat terus menerus. Laju inflasi harus dapat dikendalikan oleh Pemerintah karena dapat membuat stabilitas perekonomian terganggu. Dalam penelitian ini, pemodelan GSTAR meliputi dua model yaitu model GSTAR dengan menggunakan semua parameter, dan model GSTAR yang hanya menggunakan parameter yang signifikan. Pembobot yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bobot seragam, bobot invers jarak, dan bobot normalisasi korelasi silang. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa model terbaik yang mempunyai nilai RMSE terkecil di kota Semarang adalah dengan bobot normalisasi korelasi silang menggunakan parameter yang signifikan. Sedangkan untuk inflasi di kota Yogyakarta dan Surakarta model terbaiknya adalah dengan bobot seragam menggunakan parameter yang signifikan.

**Kata Kunci**—GSTAR, inflasi, inversi jarak, korelasi silang, seragam.

## I. PENDAHULUAN

INFLASI merupakan kecenderungan kenaikan harga barang dan jasa secara umum (*general price movements*) dan bersifat *persistent* atau terus menerus, biasanya digunakan sebagai ukuran untuk menunjukkan sampai dimana buruknya masalah ekonomi yang dihadapi. Sebagian ahli ekonomi berpendapat bahwa inflasi yang sangat lambat berlakunya dipandang sebagai stimulator bagi pertumbuhan ekonomi. Pengalaman beberapa Negara yang pernah mengalami hiperinflasi menunjukkan bahwa inflasi yang buruk akan menimbulkan ketidakstabilan sosial dan politik, dan tidak mewujudkan pertumbuhan ekonomi [1].

Inflasi merupakan penyakit ekonomi yang tidak bisa diabaikan, karena dapat menimbulkan dampak yang sangat luas. Oleh karena itu inflasi sering menjadi target kebijakan pemerintah. Inflasi yang tinggi begitu penting untuk diperhatikan mengingat dampaknya bagi perekonomian yang bisa menimbulkan ketidakstabilan, pertumbuhan ekonomi yang lambat, pengangguran yang selalu meningkat.

Penelitian ini dibatasi untuk pemodelan inflasi di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta yang ada di kawasan Jawa Tengah. Ketiga kota tersebut mempunyai jarak yang berdekatan sebagai kota pelajar dan kota wisata. Kota pelajar dimana terdapat beberapa perguruan tinggi negeri, dan kota

wisata yang masih menyimpan banyak budaya Indonesia khususnya budaya kerajaan yang sering dikunjungi turis mancanegara dan turis lokal dalam negeri. Mengingat dalam hal ini inflasi tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah barang dan jasa (komoditas) yang dikonsumsi oleh masyarakat di kota yang bersangkutan, akan tetapi inflasi juga dipengaruhi oleh banyaknya uang beredar pada suatu wilayah. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut, setiap kota membutuhkan kota sekelilingnya untuk menyediakan komoditas yang tidak dapat dipenuhi sendiri oleh kota yang bersangkutan. Hal ini menimbulkan ketergantungan antar kota dalam pemenuhan kebutuhan komoditas. Dengan demikian pergerakan inflasi selain memiliki keterkaitan pada waktu sebelumnya, juga memiliki keterkaitan dengan kota lainnya yang disebut dengan hubungan spasial. Oleh karena itu metode yang dapat digunakan untuk memodelkan dan meramalkan inflasi yang mempunyai keterkaitan waktu sebelumnya dan keterkaitan dengan kota lainnya yang berdekatan adalah metode *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Multivariate Time Series

Analisis *multivariate time series* pada umumnya digunakan untuk memodelkan dan menjelaskan interaksi serta pergerakan di antara sejumlah variabel *time series*.

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) yang terbentuk. [2].

### B. Model GSTAR

Model GSTAR merupakan generalisasi dari model *Space Time Autoregressive* (STAR) yang juga merupakan spesifikasi dari model *Vector Autoregressive* (VAR). Perbedaan yang mendasar antara model GSTAR dan model STAR terletak pada pengasumsian parameternya. Model STAR mengasumsikan lokasi-lokasi yang digunakan dalam penelitian adalah sama, sehingga model ini hanya dapat diterapkan pada lokasi yang bersifat seragam. Sedangkan pada model GSTAR terdapat asumsi yang menyatakan lokasi-lokasi penelitian yang bersifat heterogen, sehingga perbedaan antar lokasi ini ditunjukkan dalam bentuk matriks pembobot.

Persamaan model GSTAR untuk orde waktu dan orde spasial 1 dengan menggunakan 3 lokasi yang berbeda adalah sebagai berikut,

$$Z(t) = \Phi_{10}Z(t-1) + \Phi_{11}W^{(1)}Z(t-1) + a(t) \quad (1)$$

dan dalam bentuk matriks, persamaan (2.6) dapat ditulis sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} Z_1(t) \\ Z_2(t) \\ Z_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{10} & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{20} & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{30} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1(t-1) \\ Z_2(t-1) \\ Z_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{21} & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{12} & w_{13} \\ w_{21} & w_{23} \\ w_{31} & w_{32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1(t-1) \\ Z_2(t-1) \\ Z_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1(t) \\ e_2(t) \\ e_3(t) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Dalam mengidentifikasi orde model GSTAR, orde spasial pada umumnya dibatasi pada orde 1 karena orde yang lebih tinggi akan sulit untuk diinterpretasikan [3]. Sedangkan untuk orde waktu (*autoregressive*) dapat ditentukan dengan menggunakan AIC atau *Akaike Information Criterion* [4].

C. Pemilihan Bobot Lokasi pada Model GSTAR

Metode yang dapat digunakan untuk menentukan bobot dari peta lokasi untuk tiga lokasi antara lain adalah bobot seragam, invers jarak, dan normalisasi korelasi silang. Penentuan nilai bobot dalam bobot lokasi seragam adalah sebagai berikut:

$$w_{ij} = \frac{1}{n_i} \quad (3)$$

dengan  $n_i$  merupakan banyaknya lokasi yang berdekatan dengan lokasi ke- $i$ . Sehingga untuk contoh kasus lokasi pada Gambar 2.1, matriks pembobotnya adalah sebagai berikut:

$$w_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{bmatrix}$$

Pembobotan dengan metode invers jarak dilakukan berdasarkan jarak sebenarnya antar lokasi di lapangan. Untuk contoh kasus pada Gambar 1, perhitungan bobot untuk jarak dari lokasi A ke lokasi B dengan metode invers jarak adalah:

$$W_{AB}^* = \frac{1}{d_{AB}} = \frac{1}{3}$$

$$W_{AC}^* = \frac{1}{d_{AC}} = \frac{1}{1} = 1$$

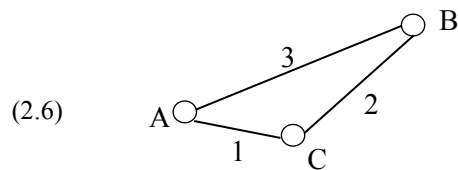
$$W_{AB} = \frac{W_{AB}^*}{W_{AB}^* + W_{AC}^*} = \frac{1/3}{1/3 + 1} = \frac{1}{4}$$

$$W_{AC} = \frac{W_{AC}^*}{W_{AC}^* + W_{AB}^*} = \frac{1}{1 + 1/3} = \frac{3}{4}$$

Matriks pembobot dengan metode invers jarak adalah:

$$w_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 1/4 & 3/4 \\ 1/4 & 0 & 3/4 \\ 3/4 & 1/4 & 0 \end{bmatrix}$$

Bobot Normalisasi korelasi silang, pembobotan dengan metode ini menggunakan hasil normalisasi korelasi silang antar lokasi pada lag yang bersesuaian. Secara umum korelasi silang antara lokasi ke- $i$  dan ke- $j$  pada lag waktu ke- $k$ ,  $corr[Z_i(t), Z_j(t-k)]$ , didefinisikan sebagai berikut [5].



Gambar. 1. Contoh Peta Lokasi.

$$\rho_{ij}(k) = \frac{\gamma_{ij}(k)}{\sigma_i \sigma_j}, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (4)$$

dengan  $\gamma_{ij}(k)$  merupakan kovarians silang antara kejadian di lokasi ke- $i$  dan ke- $j$ . Taksiran dari korelasi silang ini pada sampel dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$r_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=k+1}^n [z_i(t) - \bar{z}_i][z_j(t-k) - \bar{z}_j]}{\sqrt{(\sum_{t=1}^n [z_i(t) - \bar{z}_i]^2)(\sum_{t=1}^n [z_j(t) - \bar{z}_j]^2)}} \quad (5)$$

Penentuan bobot lokasi dapat dilakukan melalui normalisasi dari hasil besaran-besaran korelasi silang antar lokasi pada waktu yang bersesuaian. Proses ini secara umum menghasilkan bobot lokasi untuk model GSTAR(1<sub>1</sub>), yaitu sebagai berikut.

$$w_{ij} = \frac{r_{ij}(1)}{\sum_{k=i}^n |r_{ik}(1)|} \text{ dengan } i \neq j \quad (6)$$

D. Penaksiran Parameter Pada Model GSTAR

Sebagai contoh struktur data untuk estimasi parameter model GSTAR(1<sub>1</sub>) di 3 lokasi dijabarkan dalam bentuk matrik sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} Z_1(t) \\ Z_2(t) \\ Z_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_1(t-1) & 0 & 0 & F_1(t-1) & 0 & 0 \\ 0 & Z_2(t-1) & 0 & 0 & F_2(t-1) & 0 \\ 0 & 0 & Z_3(t-1) & 0 & 0 & F_3(t-1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{10} \\ \phi_{20} \\ \phi_{30} \\ \phi_{11} \\ \phi_{21} \\ \phi_{31} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1(t) \\ a_2(t) \\ a_3(t) \end{bmatrix} \quad (7)$$

Berdasarkan matrik diatas, nilai taksiran untuk  $\beta = (\phi_{10} \phi_{11} \phi_{20} \phi_{21} \phi_{30} \phi_{31})'$  dapat dihitung menggunakan penaksir *least square* dengan formula sebagai berikut,

$$\beta = [X'X]^{-1} X'Y \quad (8)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data inflasi di Semarang, Yogyakarta, dan Surakartadari Badan Pusat Statistika dengan rentang waktu dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2012.

B. Variabel Penelitian

Terdapat tiga variabel yang digunakan dalam penelitian ini yang merupakan data inflasi di Jawa Tengah, yaitu:

1.  $Y_1(t)$  = Inflasi di Semarang
  2.  $Y_2(t)$  = Inflasi di Yogyakarta
  3.  $Y_3(t)$  = Inflasi di Surakarta
- Lokasi dari ketiga tempat ini jika dilihat pada peta Jawa Tengah adalah sebagai berikut.



Gambar. 2. Peta Jawa Tengah.

C. Langkah Analisis

Tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mendeskripsikan inflasi di Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta. Melakukan identifikasi awal terhadap data *time series*, yaitu pemeriksaan stasioneritas data secara multivariate dengan membentuk plot MACF dan MPACF, serta secara univariat melalui plot ACF. Menentukan orde input berdasarkan plot MACF dan MPACF. Membentuk model GSTAR dengan menetapkan nilai bobot lokasi dengan tiga jenis bobot lokasi yang digunakan, yaitu bobot seragam, invers jarak, dan korelasi silang. Melakukan penaksiran parameter dari model GSTAR untuk masing-masing bobot lokasi. Menguji signifikansi parameter model GSTAR untuk masing-masing bobot lokasi. Menentukan model GSTAR terbaik berdasarkan nilai AIC dan RMSE terkecil yang dihasilkan dari ketiga model dengan bobot yang berbeda-beda.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Statistika Deskriptif

Hasil analisis statistika deskriptif dari ketiga data inflasi ini secara umum ditampilkan dalam Tabel 1.

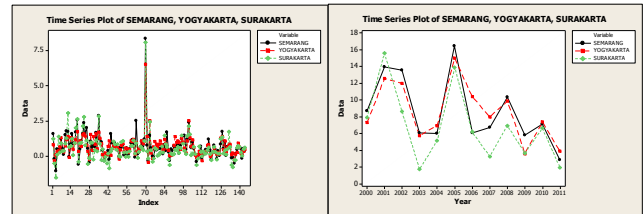
Tabel 1 menunjukkan kota Yogyakarta mempunyai rata-rata inflasi terbesar yaitu sebesar 0,6867 persen dengan variasi atau tingkat keragaman inflasi yang terendah diantara ketiga kota. Kota Semarang mempunyai tingkat inflasi yang tertinggi dengan nilai inflasi sebesar 8,35 persen. Sedangkan Kota Surakarta mempunyai rata-rata inflasi yang paling rendah diantara ketiga kota, yaitu sebesar 0,551 persen, dengan variasi atau keragaman nilai inflasi yang tertinggi sekaligus mempunyai nilai inflasi terendah sebesar -1,53 persen. Nilai inflasi terbesar pada masing-masing kota terjadi pada bulan Oktober 2005 paska kenaikan harga BBM. Kesamaan pola inflasi juga ditunjukkan pada *time series* plot seperti pada Gambar 3.

Terjadinya kesamaan pola inflasi di ketiga kota ditunjukkan plot *time series* pada gambar 3 (a) yang diidentifikasi karena efek saling mempengaruhi antar ketiga kota tersebut, bahkan inflasi tertinggi di ketiga kota terjadi pada bulan oktober 2005 karena kenaikan harga BBM. Pada gambar 3 (b) juga menunjukkan kesamaan pola inflasi pertahunnya yang cukup fluktuatif, dimana inflasi tertinggi di tahun 2005. Inflasi di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta untuk waktu yang bersesuaian memiliki keterkaitan yang cukup tinggi. Hal ini terlihat dari nilai korelasi dari data inflasi di antara ketiga kota cenderung tinggi.

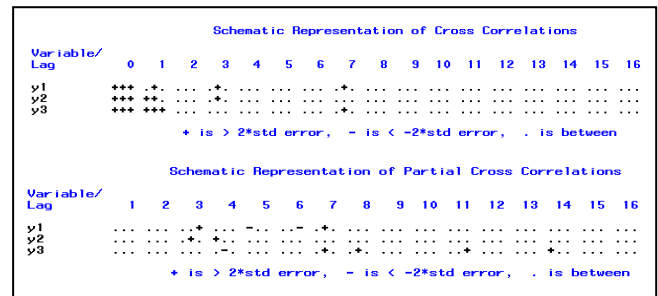
Tabel 1.

Statistika Deskriptif Data Inflasi di Ketiga Kota

Lokasi	Mean	StDev	Min	Maks
Semarang	0.6831	0.9303	-1.07	8.35
Yogyakarta	0.6867	0.7222	-0.45	6.53
Surakarta	0.551	0.9655	-1.53	8.08



Gambar. 3. Plot *time series* data inflasi di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta.



Gambar. 4. Plot MACF dan MPACF data inflasi ketiga kota.

B. Pemodelan GSTAR

Tahap identifikasi dalam pemodelan GSTAR, dengan melihat apakah data inflasi ketiga kota tersebut sudah stasioner dalam mean dan varians. Pada gambar timeseries plot dari ketiga kota dengan plot yang sudah mendekati nilai tertentu, dan gambar plot ACF dan PACF sudah cut off pada lag tertentu, menunjukkan bahwa data inflasi di ketiga kota sudah stasioner dalam mean dan varian. Hal ini juga ditunjukkan dengan gambar plot MACF dan MPACF.

Gambar 4 diatas menunjukkan bahwa plot data inflasi sudah stasioner dalam mean dan varian secara multivariate. Hal ini ditunjukkan dari banyaknya symbol (.) yang mengindikasikan bahwa tidak adanya korelasi yang terlalu signifikan dan symbol (+) dan (-) pada plot MACF hanya keluar pada lag tertentu dan bukan merupakan pola musiman.

Model VAR yang terbentuk dari identifikasi pada tahap ini adalah model VAR dengan orde  $p=7$  dan  $q=0$  yang mempunyai nilai AIC terkecil yaitu sebesar  $-3,967728$ . Data yang digunakan merupakan data non musiman, sehingga dapat diprediksi bahwa model yang terbentuk adalah VAR (7,0,0). Orde spasial yang digunakan dibatasi pada orde 1, sehingga model GSTAR yang digunakan dalam analisis data inflasi di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta adalah  $GSTAR(7_1)$ .

C. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Seragam

Penerapan bobot seragam dalam pemodelan  $GSTAR(7_1)$  mengasumsikan bahwa inflasi di kota yang satu memiliki pengaruh yang sama terhadap inflasi di kota lainnya.

a. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Seragam Menggunakan Semua Parameter

Berdasarkan hasil estimasi parameter dengan metode regresi linier, dapat dibentuk matriks persamaan dari model GSTAR (7<sub>1</sub>) dengan menggunakan semua parameter, sehingga dari persamaan matriks diperoleh persamaan model GSTAR (7<sub>1</sub>) untuk inflasi di masing-masing kota adalah sebagai berikut.

a) Persamaan model GSTAR untuk kota Semarang

$$Z_1(t) = -0,046 + 0,216(Z_1(t-1) + 0,242(Z_2(t-1) + (Z_3(t-1))) - 0,116Z_1(t-2) + 0,056(Z_2(t-2) + Z_3(t-2)) + 0,189Z_1(t-3) + 0,0025(Z_2(t-3) + Z_3(t-3)) - 0,054Z_1(t-4) + 0,013(Z_2(t-4) + Z_3(t-4)) - 0,162Z_1(t-5) + 0,084(Z_2(t-5) + Z_3(t-5)) - 0,205Z_1(t-6) + 0,08(Z_2(t-6) + Z_3(t-6)) + 0,609Z_1(t-7) - 0,271(Z_2(t-7) + Z_3(t-7)) + e_1(t)$$

b) Persamaan model GSTAR untuk kota Yogyakarta

$$Z_2(t) = 0,565 + 0,047Z_2(t-1) + 0,081(Z_1(t-1) + Z_3(t-1)) + 0,11Z_2(t-2) - 0,088(Z_1(t-2) + Z_3(t-2)) + 0,274Z_2(t-3) + 0,005(Z_1(t-3) + Z_3(t-3)) + 0,187Z_2(t-4) - 0,113(Z_1(t-4) + Z_3(t-4)) - 0,171Z_2(t-5) + 0,005(Z_1(t-5) + Z_3(t-5)) - 0,072Z_2(t-6) + 0,005(Z_1(t-6) + Z_3(t-6)) - 0,441Z_2(t-7) + 0,242(Z_1(t-7) + Z_3(t-7)) + e_2(t)$$

c) Persamaan model GSTAR untuk kota Surakarta

$$Z_3(t) = 0,114 + 0,43Z_3(t-1) - 0,143(Z_1(t-1) + Z_2(t-1)) - 0,176Z_3(t-2) + 0,068(Z_1(t-2) + Z_2(t-2)) - 0,174Z_3(t-3) + 0,288(Z_1(t-3) + Z_2(t-3)) + 0,112Z_3(t-4) + 0,084(Z_1(t-4) + Z_2(t-4)) + 0,047Z_3(t-5) - 0,019(Z_1(t-5) + Z_2(t-5)) + 0,245Z_3(t-6) - 0,221(Z_1(t-6) + Z_2(t-6)) + 0,106Z_3(t-7) + 0,021(Z_1(t-7) + Z_2(t-7)) + e_3(t)$$

b. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Seragam Menggunakan Parameter yang Signifikan

Hasil penaksiran parameter dengan metode *stepwise* menghasilkan 6 parameter yang signifikan terhadap model. Pemodelan untuk inflasi di masing-masing kota adalah sebagai berikut.

a) Persamaan model GSTAR untuk kota Semarang

$$Z_1(t) = 0,467 + 0,12(Z_2(t-1) + Z_3(t-1)) + 0,644Z_1(t-7) - 0,3(Z_2(t-7) + Z_3(t-7)) + e_1(t)$$

b) Persamaan model GSTAR untuk kota Yogyakarta

$$Z_2(t) = -0,325 + 0,82(Z_1(t-1) + Z_3(t-1)) + e_2(t)$$

c) Persamaan model GSTAR untuk kota Surakarta

$$Z_3(t) = 0,301 + 0,189Z_3(t-1) + 0,107(Z_1(t-3) + Z_2(t-3)) + e_3(t)$$

D. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Invers Jarak

Penaksiran parameter dari ke-42 variabel yang digunakan untuk pembentukan model GSTAR (7<sub>1</sub>).

a. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Invers Jarak Menggunakan Semua Parameter

Dari persamaan matriks diperoleh persamaan model GSTAR (7<sub>1</sub>) untuk inflasi di masing-masing kota adalah sebagai berikut.

a) Persamaan model GSTAR untuk kota Semarang

$$Z_1(t) = 0,482 - 0,226Z_1(t-1) + 0,232Z_2(t-1) + 0,259Z_3(t-1) - 0,104Z_1(t-2) + 0,046Z_2(t-2) + 0,052Z_3(t-2) + 0,175Z_1(t-3) - 0,017Z_2(t-3) - 0,259Z_3(t-3) - 0,032Z_1(t-4) - 0,026Z_2(t-4) - 0,029Z_3(t-4) - 0,172Z_1(t-5) + 0,085Z_2(t-5) + 0,096Z_3(t-5) - 0,204Z_1(t-6) + 0,242Z_2(t-6) + 0,08Z_3(t-6) + 0,605Z_1(t-7) - 0,248Z_2(t-7) - 0,277Z_3(t-7) + e_1(t)$$

) Persamaan model GSTAR untuk kota Yogyakarta

$$Z_2(t) = -0,120 + 0,041Z_2(t-1) + 0,65Z_1(t-1) + 0,103Z_3(t-1) + 0,116Z_2(t-2) + 0,068Z_1(t-2) + 0,109Z_3(t-2) + 0,306Z_2(t-3) - 0,005Z_1(t-3) - 0,008Z_3(t-3) + 0,186Z_2(t-4) - 0,089Z_1(t-4) - 0,141Z_3(t-4) - 0,167Z_2(t-5) + 0,043Z_1(t-5) + 0,069Z_3(t-5) - 0,076Z_2(t-6) + 0,002Z_1(t-6) + 0,004Z_3(t-6) - 0,402Z_2(t-7) + 0,175Z_1(t-7) + 0,279Z_3(t-7) + e_2(t)$$

) Persamaan model GSTAR untuk kota Surakarta

$$Z_3(t) = 0,616 + 0,392Z_3(t-1) - 0,102Z_1(t-1) - 0,147Z_2(t-1) - 0,164Z_3(t-2) + 0,049Z_1(t-2) + 0,071Z_2(t-2) - 0,189Z_3(t-3) + 0,2Z_1(t-3) + 0,287Z_2(t-3) + 0,167Z_3(t-4) - 0,087Z_1(t-4) - 0,125Z_2(t-4) + 0,058Z_3(t-5) - 0,02Z_1(t-5) - 0,03Z_2(t-5) + 0,218Z_3(t-6) - 0,174Z_1(t-6) - 0,249Z_2(t-6) + 0,179Z_3(t-7) - 0,22Z_1(t-7) - 0,03Z_2(t-7) + e_3(t)$$

b. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Invers Jarak Menggunakan Parameter yang Signifikan

Berdasarkan hasil penaksiran parameter yang signifikan, persamaan model GSTAR untuk memprediksi inflasi di masing-masing kota, yaitu sebagai berikut.

a) Persamaan model GSTAR untuk kota Semarang

$$Z_1(t) = 0,456 + 0,114Z_2(t-1) + 0,127Z_3(t-1) + 0,638Z_1(t-7) - 0,274Z_2(t-7) - 0,306Z_3(t-7) + e_1(t)$$

) Persamaan model GSTAR untuk kota Yogyakarta

$$Z_2(t) = 0,589 + 0,06Z_1(t-1) + 0,103Z_3(t-1) + e_2(t)$$

c) Persamaan model GSTAR untuk kota Surakarta

$$Z_3(t) = 0,297 + 0,189Z_3(t-1) + 0,09Z_1(t-3) + 0,128Z_2(t-3) + e_3(t)$$

E. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang

Pembobotan dengan metode normalisasi korelasi silang ini mengasumsikan bahwa keterkaitan inflasi antar kota lebih dipengaruhi oleh tinggi rendahnya korelasi yang dimiliki dari data inflasi pada kota tersebut.

a. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang Menggunakan Semua Parameter

Persamaan model GSTAR (7<sub>1</sub>) dengan bobot normalisasi korelasi silang menggunakan semua parameter untuk inflasi di masing-masing kota adalah sebagai berikut.

a) Persamaan model GSTAR untuk kota Semarang

$$Z_1(t) = 0,466 + 0,178Z_1(t-1) + 0,259Z_2(t-1) + 0,186Z_3(t-1) - 0,150Z_1(t-2) + 0,087Z_2(t-2) + 0,063Z_3(t-2) + 0,223Z_1(t-3) - 0,059Z_2(t-3) - 0,042Z_3(t-3) - 0,107Z_1(t-4) + 0,031Z_2(t-4) + 0,023Z_3(t-4) - 0,131Z_1(t-5) + 0,074Z_2(t-5) + 0,053Z_3(t-5) - 0,193Z_1(t-6) + 0,097Z_2(t-6) + 0,069Z_3(t-6) + 0,628Z_1(t-7) - 0,348Z_2(t-7) - 0,249Z_3(t-7) + e_1(t)$$

) Persamaan model GSTAR untuk kota Yogyakarta

$$Z_2(t) = 0,986 + 0,053Z_2(t-1) + 0,086Z_1(t-1) + 0,068Z_3(t-1) + 0,104Z_2(t-2) - 0,094Z_1(t-2) - 0,075Z_3(t-2) + 0,258Z_2(t-3) + 0,01Z_1(t-3) + 0,008Z_3(t-3) + 0,183Z_2(t-4) - 0,123Z_1(t-4) - 0,97Z_3(t-4) - 0,169Z_2(t-5) + 0,06Z_1(t-5) + 0,049Z_3(t-5) - 0,073Z_2(t-6) + 0,009Z_1(t-6) + 0,007Z_3(t-6) - 0,459Z_2(t-7) + 0,277Z_1(t-7) + 0,219Z_3(t-7) + e_2(t)$$

c) Persamaan model GSTAR untuk kota Surakarta

$$Z_3(t) = 0,436 + 0,416Z_3(t-1) - 0,127Z_1(t-1) - 0,146Z_2(t-1) - 0,172Z_3(t-2) + 0,06Z_1(t-2) + 0,069Z_2(t-2) - 0,179Z_3(t-3) + 0,218Z_1(t-3) + 0,249Z_2(t-3) + 0,126Z_3(t-4) - 0,083Z_1(t-4) - 0,095Z_2(t-4) + 0,049Z_3(t-5) - 0,018Z_1(t-5) - 0,02Z_2(t-5) + 0,235Z_3(t-6) - 0,203Z_1(t-6) - 0,233Z_2(t-6) + 0,133Z_3(t-7) + 0,003Z_1(t-7) + 0,004Z_2(t-7) + e_3(t)$$

b. Pemodelan GSTAR dengan Bobot Normalisasi Korelasi Silang Menggunakan Parameter yang Signifikan

Persamaan model GSTAR(7<sub>1</sub>) dari persamaan matriks dengan parameter yang signifikan.

a) Persamaan model GSTAR untuk kota Semarang

$$Z_1(t) = 0,483 + 0,139Z_2(t-1) + 0,1Z_3(t-1) + 0,662Z_1(t-7) - 0,372Z_2(t-7) - 0,267Z_3(t-7) + e_1(t)$$

b) Persamaan model GSTAR untuk kota Yogyakarta

$$Z_2(t) = 0,587 + 0,089Z_1(t-7) + 0,07Z_3(t-7) + e_2(t)$$

c) Persamaan model GSTAR untuk kota Surakarta

$$Z_3(t) = 0,420 + 0,189Z_3(t-1) + 0,088Z_1(t-3) + 0,126Z_2(t-3) + e_3(t)$$

F. Pengujian Asumsi *White Noise* Residual

Pengujian asumsi ini bertujuan untuk mengetahui apakah error dari peramalan dengan model GSTAR (7<sub>1</sub>) bersifat identik dan independen.

a. Model GSTAR dengan Semua Parameter

Residual model GSTAR (7<sub>1</sub>) mengindikasikan bahwa asumsi *white noise* dari residual tidak terpenuhi oleh model ini, karena nilai AIC terkecil tidak terdapat pada orde AR(0) dan MA(0).

b. Model GSTAR dengan Parameter yang Signifikan

Nilai AIC residual dari model GSTAR(7<sub>1</sub>) untuk parameter yang signifikan pada bobot seragam dan normalisasi korelasi silang tidak terdapat pada orde AR(0) dan MA(0). Akan tetapi, terdapat pada bobot invers jarak. Hal ini menunjukkan bahwa asumsi *white noise* dari residual hanya terpenuhi pada bobot invers jarak.

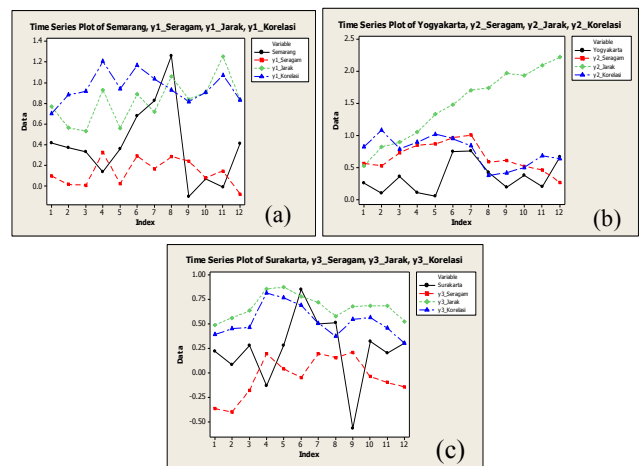
Dikarenakan model GSTAR (7<sub>1</sub>) untuk semua parameter dan parameter yang signifikan banyak yang tidak memenuhi asumsi *white noise* pada residual, maka dalam pemilihan model terbaiknya akan lebih diberatkan pada perbandingan nilai RMSE terkecil dari hasil peramalan data *out sample*.

G. Pengujian Asumsi Distribusi Multivariat Normal Residual

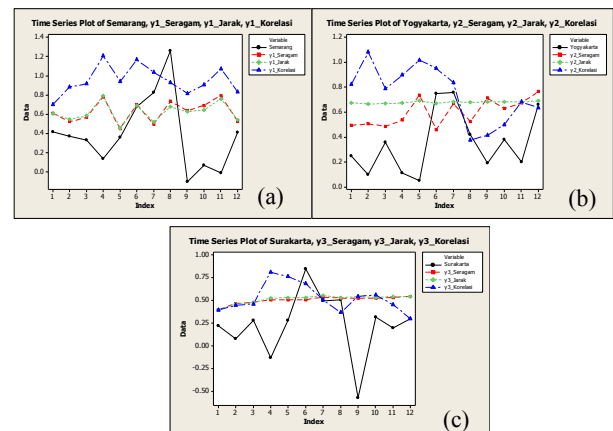
Asumsi lainnya yang digunakan dalam analisis menggunakan model GSTAR selain asumsi *white noise* adalah asumsi multivariat normal residual.

a. Model GSTAR dengan Semua Parameter

*Scatter plot* data residual dari model GSTAR (7<sub>1</sub>) membentuk pola garis lurus. Pola dari *scatter plot* residual ini mengindikasikan bahwa residual dari model ini mengikuti distribusi multivariat normal. Hasil pengujian distribusi multivariat normal pada data residual dari model GSTAR (7<sub>1</sub>) dengan jumlah jarak kuadrat residual yang lebih kecil dari nilai *chi-square* mempunyai persentase lebih dari 0,5.



Gambar. 5. Plot *Time Series* Hasil Peramalan Model GSTAR (7<sub>1</sub>) menggunakan semua parameter di kota (a) Semarang, (b) Yogyakarta, dan (c) Surakarta dengan Bobot Seragam, Invers Jarak, dan Korelasi Silang.



Gambar . 6. Plot *Time Series* Hasil Peramalan Model GSTAR (7<sub>1</sub>) menggunakan parameter yang signifikan di kota (a) Semarang, (b) Yogyakarta, dan (c) Surakarta dengan Bobot Seragam, Invers Jarak, dan Korelasi Silang.

b. Model GSTAR dengan Parameter yang Signifikan

*Scatter plot* data residual dari model GSTAR (7<sub>1</sub>) membentuk pola garis lurus, sehingga pola dari *scatter plot* residual menggunakan parameter yang signifikan juga mengikuti distribusi multivariat normal. Hasil pengujian distribusi multivariat normal pada data residual dari model GSTAR (7<sub>1</sub>) dengan jumlah jarak kuadrat residual yang lebih kecil dari nilai *chi-square* mempunyai persentase lebih dari 0,5 sehingga dapat disimpulkan bahwa residual dari model GSTAR (7<sub>1</sub>) menggunakan parameter yang signifikan sudah mengikuti distribusi multivariat normal untuk ketiga bobot lokasi yang digunakan.

H. Peramalan Model GSTAR

Setelah persamaan model GSTAR (7<sub>1</sub>) diperoleh dilakukan peramalan terhadap inflasi di masing-masing kota dengan persamaan tersebut.

a. Model GSTAR dengan Semua Parameter

Hasil peramalan model GSTAR (7<sub>1</sub>) menggunakan semua parameter untuk data *out sample* di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta diberikan pada Gambar 5.

## DAFTAR PUSTAKA

## b. Model GSTAR dengan Parameter yang Signifikan

Hasil peramalan model GSTAR ( $7_1$ ) yang hanya menggunakan parameter yang signifikan untuk data *out sample* di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta ditampilkan dalam bentuk *time series plot* pada Gambar 6.

Terlihat pada Gambar 6 bahwa hasil peramalan inflasi di kota Semarang dengan bobot invers jarak dan normalisasi korelasi silang mempunyai hasil peramalan yang hampir sama. Hal ini ditunjukkan oleh bentuk *time series plot* yang hampir sama.

Secara umum, bentuk *time series plot* hasil peramalan inflasi di ketiga kota cukup fluktuatif antara -0,5 sampai dengan 1,2 pada ketiga bobot. Inflasi di kota Semarang (a) menunjukkan bahwa inflasi yang paling tinggi pada data aktual dan hasil peramalan adalah sebesar 1,2%. Seperti halnya di kota Surakarta (c), inflasi tertinggi pada data aktual dan hasil peramalan adalah sebesar 0,8%. Dalam hal ini meskipun data aktual dan hasil peramalan cukup berbeda pada setiap kenaikan dan penurunan inflasi setiap bulannya, akan tetapi Pemerintah dapat menyiapkan kebijakan yang harus diambil pada inflasi yang naik secara signifikan atau jika inflasi terjadi pada titik tertinggi pada tahun tersebut. Sehingga laju inflasi dapat dikendalikan oleh Pemerintah dan tidak mengganggu stabilitas perekonomian negara pada umumnya, dan masing-masing kota pada khususnya. Sehingga, hasil peramalan dapat dijadikan sebagai prediksi awal dari inflasi pada masing-masing kota pada tahun tersebut.

## I. Pemilihan Model GSTAR Terbaik

Hasil perbandingan nilai RMSE menunjukkan bahwa model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan inflasi di kota Semarang adalah dengan bobot korelasi silang menggunakan parameter yang signifikan. Sedangkan untuk inflasi di kota Yogyakarta dan Surakarta hasil peramalan terbaik dengan bobot seragam dengan menggunakan parameter yang signifikan, karena model dengan bobot inilah yang menghasilkan nilai RMSE terkecil.

## V. KESIMPULAN

Kesamaan pola inflasi di kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta yang diidentifikasi karena efek saling mempengaruhi antar ketiga kota tersebut, dengan inflasi tertinggi pada bulan Oktober 2005 paska kenaikan harga BBM. Rata-rata inflasi tertinggi terjadi di kota Yogyakarta, kemudian Semarang, dan Surakarta dengan nilai korelasi ketiga kota cenderung tinggi.

Model inflasi untuk kota Semarang, Yogyakarta, dan Surakarta dengan adalah model GSTAR ( $7_1$ ), adapun model terbaik kota Semarang adalah dengan bobot korelasi silang menggunakan parameter yang signifikan. Sedangkan untuk kota Yogyakarta, dan Surakarta model terbaiknya adalah dengan bobot seragam menggunakan parameter yang signifikan.

- [1] Sukirno, S., (2008), *Teori Pengantar Makro Ekonomi*, Raja Grafindo Persada, Jakarta, hal. 327-352.
- [2] Ruchjana, B.N. 2002. *Pemodelan Kurva Produksi Minyak Bumi Menggunakan Model Generalisasi STAR*. Forum Statistika dan Komputasi, IPB, Bogor.
- [3] Pfeifer, P.E. dan Deutsh, S.J. 1980a. *A Three Stage Iterative Procedure for Space-Time Modeling*. *Technometrics*, 22 (1), 35-47.
- [4] Pfeifer, P.E. dan Deutsh, S.J. 1980a. *Identification and Interpretation of First Orde Space-Time*
- [5] Wei, W.W.S., 1990. *Time Series Analysis*, Addison Wesley, CA, Redwood City.