HIMPUNAN MATEMATIKA INDONESIA
The Indonesian Mathematical Society (IndoMS)

Sekretariat Pusat : Dr. Intan Muchtadi (Presiden) Gedung CAS Lantai IV (Matematika) Institut Teknologi Bandung Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132, Indonesia Telp/Fax: + 6222-2502545 ext 157, HP: +62817203430 Email: indoms2012@gmail.com, ntan@math.itb.ac.id

Nomor : 003/IndoMS/Pub/VIII/2017
Lampiran : 1 (satu) berkas
Hal : Jadwal Penerbitan Prosiding SNM 2017

Kepada Bapak/Ibu
Pemakalah Seminar Nasional Matematika 2017 (SNM 2017)
di
Tempat

Dengan surat ini, kami sebagai Pengurus IndoMS Pusat menyatakan bahwa karena ada kendala teknis dalam proses Penerbitan Prosiding SNM 2017 yang kegiatannya telah dilaksanakan pada tanggal 11 Februari 2017 di Depok kerja sama Departemen Matematika FMIPA Universitas Indonesia, Departemen Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran dengan IndoMS, maka **Prosiding SNM 2017 tersebut akan terbit pada tahun 2017 dengan ISSN 1907-2562 (cover prosiding terlampir).**

Kami mohon maaf atas keterlambatan penerbitan Prosiding SNM 2017 ini.

Atas perhatian dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih.

Bandung, 12 Agustus 2017

Sekretaris IndoMS

Sisilia Sylviani, M.Si.

Wapres I Bid. Organisasi dan Kerjasama	Wapres II Bid. Penelitian dan Publikasi	Wapres III Bid. Pendidikan dan Pengembangan
Prof. Dr. Syafrizal Sy	*Prof.Dr.Agus Suryanto*	*Prof. Dr. St. Budi Waluya.*
Matematika Universitas Andalas	Jurusan Matematika FMIPA	Jurusan Matematika Univ Negeri Semarang
Kampus Limau Manis, 25163	Universitas Brawijaya	Gedung D7 Kompleks FMIPA
Phone: +62-751-71671	Jalan Veteran, Malang 65145	Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
HP: +6281371829327	Telp: +62341 571142	Telepon/fax: +6224 8508032
e-mail: syafrizalsy@fmipa.unand.ac.id	HP: +628123304843	HP: +628157793646
	e-mail: suryanto@ub.ac.id	email: s.b.waluya@mail.unnes.ac.id

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA 2017

ISSN : 1907 - 2562

Departemen Matematika FMIPA UI
Depok, 11 Februari 2017

SNM 2017

Prosiding SNM 2017
Statistika dan Aplikasinya, hal. 627-634.

PEMODELAN INDEKS HARGA KONSUMEN BEBERAPA KOTA DI PROVINSI SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN MODEL GSTARI – ARCH

HOT BONAR[1], BUDI NURANI RUCHJANA[2], DAN GUMGUM DARMAWAN[3]

[1]BPS Provinsi Sumatera Utara dan Mahasiswa Magister Statistika Terapan Universitas Padjadjaran, Bandung, bonarsitumorang@bps.go.id
[2]Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran, Bandung, budi.nurani@unpad.ac.id
[3]Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran, Bandung, gumstat@gmail.com

Abstrak. Inflasi merupakan salah satu indikator makro ekonomi yang dihitung berdasarkan persentase perubahan Indeks Harga Konsumen (IHK). IHK dapat diamati sebagai pengamatan yang melibatkan unsur lokasi dan waktu secara simultan, sehingga dapat dikategorikan sebagai data *space time*. Pemodelan dan peramalan data *space time* seperti IHK dapat dilakukan menggunakan pendekatan model *space time* berupa pengembangan model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR). Data deret waktu finansial seperti IHK, tingkat suku bunga, dan kurs mata uang sering menunjukkan pola data yang tidak stasioner dan memiliki volatilitas yang tinggi, sehingga berimplikasi pada varians *error* yang tidak konstan. Penelitian ini mempelajari dan mengembangkan model GSTAR untuk data yang tidak stasioner dan memiliki varians *error* yang tidak konstan berupa model *Generalized Space Time Autoregressive Integrated with ARCH Error* (GSTARI-ARCH) pada data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara. Identifikasi orde optimum berdasarkan plot *Space Time Partial Autocorrelation Function* (STPACF) dan nilai minimum AIC diperoleh model GSTARI(1,1,1)-ARCH(1). Penaksiran parameter model GSTARI(1,1,1)-ARCH(1) dilakukan dengan metode *Generalized Least Square* (GLS) menggunakan matriks bobot antar lokasi berupa bobot invers jarak. Hasil peramalan data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara memberikan nilai *Mean Absolute Percentage Error* MAPE pada data *out sample* sebesar 0,65 persen yang menunjukkan bahwa model GSTARI-ARCH dapat direkomendasikan sebagai model alternatif dalam pengambilan kebijakan sektor ekonomi terkait inflasi di Provinsi Sumatera Utara.

Kata kunci: *Space Time, GSTARI – ARCH, GLS, IHK, MAPE.*

1. Pendahuluan

Perkembangan inflasi di Provinsi Sumatera Utara dihitung berdasarkan perubahan IHK pada empat kota, yaitu Kota Medan, Kota Pematangsiantar, Kota Sibolga, dan Kota Padangsidimpuan. Data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara ini dihitung setiap bulan, sehingga dapat dikategorikan sebagai data deret waktu. Perkembangan IHK selain dipengaruhi oleh jumlah permintaan komoditas barang dan jasa yang dikonsumsi oleh masyarakat di kota tersebut juga dipengaruhi oleh tingkat harga dan ketersediaan barang dan jasa di kota lainnya. Kedekatan geografis antar satu kota dengan kota lainnya juga turut mempengaruhi perilaku perubahan harga barang dan jasa yang dikonsumsi masyarakat, terutama terhadap barang dan jasa pembentuk IHK.

Fenomena ini menunjukkan bahwa IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara dapat diamati sebagai pengamatan yang melibatkan unsur lokasi dan waktu secara simultan, sehingga dapat dikategorikan sebagai data *space time*. Pemodelan data *space time* seperti IHK yang melibatkan unsur lokasi dan waktu secara simultan dapat dilakukan menggunakan pengembangan model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR) yang diperkenalkan oleh Ruchjana, Borovkova, dan Lopuhaa [1, 7, 8].

Data deret waktu finansial seperti IHK, tingkat suku bunga, dan kurs mata uang sering menunjukkan pola data yang tidak stasioner dan memiliki volatilitas yang tinggi, sehingga berimplikasi pada varians *error* yang tidak konstan. Nainggolan [4, 5] mengembangkan model *Generalized Space Time Autoregressive with ARCH Error* (GSTAR-ARCH) untuk memodelkan data *space time* yang memiliki varians *error* yang tidak konstan. Pemodelan keheterogenan varians ini pertama kali diperkenalkan oleh Engle [2]. Model GSTAR dan GSTAR-ARCH memiliki kelemahan jika digunakan untuk memodelkan data *space time* yang tidak stasioner, untuk itu dalam penelitian ini dikembangkan model *Generalized Space Time Autoregressive Integrated with ARCH Error* (GSTARI-ARCH) untuk data yang tidak stasioner dan memiliki varians *error* yang tidak konstan pada data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara.

Matriks bobot yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi hanya menggunakan bobot invers jarak dengan lokasi penelitian pada empat kota inflasi di Provinsi Sumatera Utara. Nilai bobot invers jarak diperoleh berdasarkan perhitungan jarak sebenarnya antar lokasi. Penaksiran parameter mengikuti prosedur yang telah disampaikan oleh Nainggolan [4, 5], meliputi: (1) penaksiran parameter model GSTARI dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS); (2) penaksiran parameter varians *error* dengan metode *Maximum Likelihood* (ML); dan (3) penaksiran parameter GSTARI-ARCH dengan metode *Generalized Least Square* (GLS). Ketepatan model dalam penelitian ini dilihat berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada data *out sample* yang diperoleh.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Analisis Data Time Series

Analisis data *time series* merupakan suatu metode yang mempelajari data deret waktu berdasarkan teori yang menaunginya serta bagaimana melakukan peramalan atau prediksi. Wei [9] menjelaskan bahwa model *time series* berdasarkan jumlah variabel yang diamati dapat dibagi menjadi 2, yakni analisis

data deret waktu univariat (mengacu kepada data deret waktu yang terdiri dari satu observasi atau pengamatan yang diukur selama kurun waktu tertentu) dan analisis deret waktu multivariat (melibatkan beberapa variabel runtun waktu untuk memodelkan dan menjelaskan interaksi serta pergerakan diantara sejumlah variabel deret waktu).

2.2 Model *Space Time Autoregressive* (STAR)

Diperkenalkan oleh Pfeifer-Deutch [6], model STAR merupakan model *time series* yang tidak hanya dipengaruhi oleh waktu, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lokasi. Asumsi dalam model STAR adalah bahwa karakteristik untuk semua lokasi yang diamati bersifat homogen. Persamaan model STAR $(p;\ \lambda_1,\ \lambda_2, \dots, \lambda_k)$ dituliskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Z}(t) = \sum_{k=1}^{p} \sum_{l=0}^{\lambda_k} \left[\phi_{kl} \mathbf{W}^{(l)} \boldsymbol{Z}(t-k)\right] + \boldsymbol{e}(t). \qquad (1)$$

2.3 Model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR)

Model STAR mengasumsikan karakteristik untuk semua lokasi yang diamati bersifat homogen, sedangkan kenyataan di lapangan sering kali ditemukan keheterogenan yang tinggi antar lokasi pengamatan. Ruchjana [7] merevisi kelemahan model STAR dengan mengembangkan sebuah model yang dikenal dengan model GSTAR. Model ini menghasilkan model *space time* dengan parameter-parameter yang tidak harus sama untuk dependensi waktu maupun dependensi lokasi. Dalam notasi matriks, model GSTAR $(p;\ \lambda_1,\ \lambda_2, \dots, \lambda_k)$ dapat ditulis sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Z}(t) = \sum_{k=1}^{p} \sum_{l=0}^{\lambda_k} \left[\boldsymbol{\Phi}_{kl} \mathbf{W}^{(l)} \boldsymbol{Z}(t-k)\right] + \boldsymbol{e}(t). \qquad (2)$$

2.4 Model *Generalized Space Time Autoregressive with ARCH Error* (GSTAR-ARCH)

Pada pada data ekonomi seperti IHK, nilai tukar, indeks harga saham, dan variabel ekonomi lain sering terjadi pola data dengan fluktuasi yang tinggi, sehingga tidak lagi memenuhi asumsi bahwa varians *error* konstan setiap waktu (homoskedastis). Nainggolan [4, 5] memperkenalkan model GSTAR-ARCH untuk mengatasi fenomena varians *error* yang tidak konstan tersebut. Model GSTAR-ARCH orde (1) untuk lag spasial, waktu, dan ARCH *error* dapat dituliskan sebagai GSTAR(1,1)-ARCH(1) dengan bentuk umum sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Z}(t) = \boldsymbol{\Phi}_{10} \boldsymbol{Z}(t-1) + \boldsymbol{\Phi}_{11}\, \mathbf{W}^{(l)} \boldsymbol{Z}(t-1) + \boldsymbol{e}(t), \qquad (3)$$

dengan:

$\boldsymbol{e}(t) = \mathbf{D_t} \boldsymbol{\eta}_\mathbf{t}$,

$(e_t | F_{t-1}) \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma}_t)$.

2.5 Model *Generalized Space Time Autoregressive Integrated with ARCH Error* (GSTARI-ARCH)

Mulyaningsih [3] mengemukakan bahwa model STAR dan GSTAR memiliki kelemahan apabila digunakan untuk data yang tidak stasioner. Data deret waktu yang tidak stasioner dengan varians *error* yang tidak konstan dan berubah

setiap waktu dapat dimodelkan melalui pengembangan model GSTARI-ARCH. Bentuk umum model GSTARI(p,d,l)-ARCH(p) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Y}(t) = \sum_{k=1}^{p}\sum_{l=0}^{\lambda_k}\left[\boldsymbol{\Phi}_{kl}\mathbf{W}^{(l)}\boldsymbol{Y}(t-k)\right] + \boldsymbol{e}(t), \quad (4)$$

dengan:

$\boldsymbol{Y}(t) = \boldsymbol{Z}(t) - \boldsymbol{Z}(t-1)$; $\boldsymbol{Y}(t-k) = \boldsymbol{Z}(t-k) - \boldsymbol{Z}(t-k-1)$,
$\boldsymbol{e}(t) = \mathbf{D}_t\boldsymbol{\eta}_t$,
$(e_t|F_{t-1}) \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma}_t)$.

$\boldsymbol{Z}(t)$: vektor variabel berukuran *(n x 1)* pada waktu *t*
$\boldsymbol{Z}(t-1)$: vektor variabel berukuran *(n x 1)* pada waktu (*t – 1)*
$\boldsymbol{Z}(t-k)$: vektor variabel berukuran *(n x 1)* pada waktu (*t – k)*
$\boldsymbol{\Phi}_{kl}$: diag $\left(\phi_{kl}^{(1)}, \dots, \phi_{kl}^{(n)}\right)$, yaitu matriks diagonal parameter autoregressive pada lag waktu *k* dan lag spasial *l* berukuran *(n x n)*
$\mathbf{W}^{(l)}$: matriks bobot berukuran *(n x n)* pada lag spasial *l* (dimana *l = 0,1,...*), dan pembobot tersebut dipilih untuk $w_{ii} = 0$ dan $\sum_{i\neq j} w_{ij} = 1$
$\boldsymbol{e}(t)$: vektor residual berukuran *(n x 1)* pada waktu *t.*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Model

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara, yakni Kota Medan, Kota Pematangsiantar, Kota Sibolga, dan Kota Padangsidimpuan periode Januari 2008 sampai Desember 2016, yang bersumber dari BPS Provinsi Sumatera Utara. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software R* [10], analisis data *time series* dilakukan dengan terlebih dahulu membagi data menjadi dua bagian yaitu data *in sample* (yakni data IHK masing-masing kota periode Januari 2008 – Desember 2015) dan data *out sample* (yakni data IHK masing-masing kota periode Januari – Desember 2016). Analisis dan pemodelan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan data *in sample* sedangkan pengujian ketepatan prediksi akan dilakukan dengan menggunakan data *out sample*. Identifikasi model diawali dengan pemeriksaan stasioneritas dengan uji *Augmented Dickey Fuller*. Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_o: \gamma = 0$, terdapat *unit root* atau data tidak stasioner
$H_1: \gamma < 0$, tidak terdapat *unit root* atau data stasioner

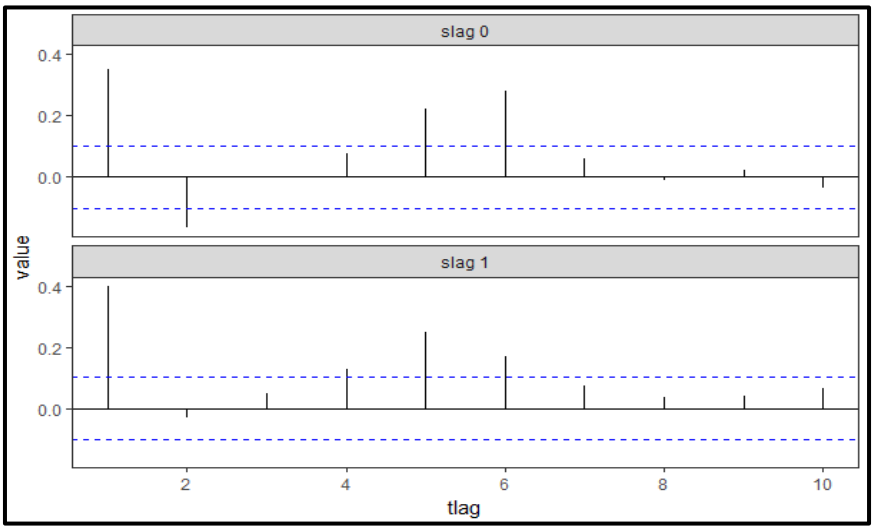
Tolak H_o jika p-value lebih kecil dari nilai kekeliruan (α), yang artinya tidak terdapat *unit root* atau data sudah stasioner. Hasil uji berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara stasioner setelah melalui proses *differencing* satu kali.

Tabel 1. Hasil Uji Stasioneritas *Augmented Dickey Fuller* (ADF)

Lokasi	Kondisi Data	ADF Test	
		p-value	**Kesimpulan**
Medan	Asli (level)	0,8774	Tidak stasioner
	First difference	< 0,0001	Stasioner
Pematangsiantar	Asli (level)	0,7765	Tidak stasioner
	First difference	< 0,0001	Stasioner

Sibolga	Asli (level)	0,5728	Tidak stasioner
	First difference	< 0,0001	Stasioner
Padangsidimpuan	Asli (level)	0,4614	Tidak stasioner
	First difference	< 0,0001	Stasioner

Setelah pengujian stasioneritas dilakukan, tahapan analisis selanjutnya adalah identifikasi orde lag waktu dan lag spasial model yang akan digunakan. Plot *Space Time Partial Autocorrelation Function* (STPACF) data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara yang sudah stasioner dengan bobot invers jarak ditunjukkan melalui Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Grafik Plot STPACF dengan Bobot Invers Jarak

Orde lag spasial model GSTARI-ARCH yang dipilih dalam penelitian ini adalah satu (l=1), hal ini dikarenakan empat lokasi dalam penelitian ini berada dalam satu provinsi. Dengan melihat plot STPACF pada lag spasial 1, maka kemungkinan orde lag waktu untuk model GSTARI-ARCH adalah orde lag waktu 1, 5, dan 6 (ditunjukkan oleh garis terpotong pada gambar di atas).

Penentuan orde lag waktu yang optimal dari berbagai kemungkinan yang diberikan oleh plot STPACF dapat dilakukan berdasarkan *Akaike's Information Criterion* (AIC) yang paling minimum. Kriteria ini umumnya dapat digunakan dalam pemilihan orde waktu model *time series* multivariat, dimana kriteria minimum AIC dapat memberikan nilai AIC untuk masing-masing orde sehingga dapat membandingkan dan menentukan lag waktu yang optimal terhadap model GSTARI-ARCH yang akan dibangun. Berdasarkan hasil olahan data IHK in sample yang digunakan, diperoleh nilai AIC terkecil (sebesar -3,9323) pada orde AR(1) dan MA(0), sehingga dalam penelitian ini selanjutnya pemodelan data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara menggunakan model GSTARI(1,1,1)-ARCH(1).

3.2 Penaksiran Parameter dan *Diagnostic Test*

Penaksiran parameter model GSTARI-ARCH dalam penelitian ini mengikuti prosedur penaksiran parameter yang disampaikan oleh Nainggolan [5], secara umum dapat dibagi dalam 3 (tiga) tahapan, diawali dengan penaksiran parameter model GSTARI dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS),

dilanjutkan dengan menaksir varians bersyarat *error* model GSTARI dengan metode *Maximum Likelihood* (ML), dan terakhir penaksiran parameter GSTARI-ARCH dengan metode *Generalized Least Square* (GLS). Sebelum melakukan penaksiran parameter, terlebih dahulu dihitung matriks bobot yang akan digunakan, dimana dalam penelitian ini digunakan matriks bobot invers jarak sebagai berikut:

$$\mathbf{WIJ} = [w_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 0{,}6170 & 0{,}2067 & 0{,}1763 \\ 0{,}5252 & 0 & 0{,}2647 & 0{,}2101 \\ 0{,}1461 & 0{,}2197 & 0 & 0{,}6342 \\ 0{,}1335 & 0{,}1869 & 0{,}6796 & 0 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil taksiran parameter yang diperoleh, model GSATRI(1,1,1)-ARCH(1) untuk masing-masing lokasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{Z}_1(t) = {} & 1{,}3169\, Z_1(t-1) - 0{,}3169\, Z_1(t-2) + 0{,}1705\, Z_2(t-1) - 0{,}1705\, Z_2(t-2) + \\ & 0{,}0571\, Z_3(t-1) - 0{,}0571\, Z_3(t-2) + 0{,}0487\, Z_4(t-1) - 0{,}0487\, Z_4(t-2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_2(t) = {} & 0{,}2823\, Z_1(t-1) - 0{,}2823\, Z_1(t-2) + 0{,}9978\, Z_2(t-1) + 0{,}0022\, Z_2(t-2) + \\ & 0{,}1423\, Z_3(t-1) - 0{,}1423\, Z_3(t-2) + 0{,}1129\, Z_4(t-1) - 0{,}1129\, Z_4(t-2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_3(t) = {} & 0{,}0812\, Z_1(t-1) - 0{,}0812\, Z_1(t-2) + 0{,}1220\, Z_2(t-1) - 0{,}1220\, Z_2(t-2) + \\ & 0{,}9002\, Z_3(t-1) + 0{,}0998\, Z_3(t-2) + 0{,}3523\, Z_4(t-1) - 0{,}3523\, Z_4(t-2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_4(t) = {} & 0{,}0507\, Z_1(t-1) - 0{,}0507\, Z_1(t-2) + 0{,}0710\, Z_2(t-1) - 0{,}0710\, Z_2(t-2) + \\ & 0{,}2582\, Z_3(t-1) - 0{,}2582\, Z_3(t-2) + 0{,}9956\, Z_4(t-1) + 0{,}0044\, Z_4(t-2)\end{aligned}$$

Uji *diagnostic* dilakukan untuk memeriksa apakah asumsi model yang terbentuk sudah terpenuhi. Uji *diagnostic* dilakukan terhadap *error* model yang terbentuk, masing-masing mencakup uji *white noise*, normalitas, dan homoskedastisitas. Hasil pengujian *multivariate white noise* dengan *Portmanteu test* menunjukkan nilai *p-value* lebih besar dari nilai α = 0,05 untuk semua lag waktu, sehingga dapat dikatakan bahwa *error* sudah memenuhi asumsi *multivariate white noise*. Pengujian *multivariate* normal dengan *Royston's test* menunjukkan nilai *p-value* lebih besar dari nilai α = 0,05 yang berarti *error* sudah memenuhi asumsi multivariat normal. Demikian juga dengan hasil pengujian asumsi homoskedastisitas *error* dengan *Multivariate* ARCH–LM *test*. Hasil uji menunjukkan nilai *p-value* lebih besar dari nilai α = 0,05 yang berarti bahwa *error* model sudah tidak mengandung efek ARCH atau *error* sudah homoskedastis.

3.3 Peramalan

Ketepatan nilai prediksi model sebagaimana dijelaskan pada bagian sebelumnya dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada data *out sample*. Nilai MAPE yang diperoleh sebesar 0,65 persen menunjukkan model GSTARI(1,1,1)-ARCH(1) dengan bobot invers jarak dapat digunakan sebagai model alternatif untuk menghitung dan memprediksi IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara. Peramalan IHK dengan model GSTARI(1,1,1)-ARCH(1) selama tiga bulan ke depan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Peramalan IHK Empat Kota di Provinsi Sumatera Utara

Bulan	Medan	Pematang siantar	Sibolga	Padang sidimpuan
Januari 2017	133,65	132,12	132,81	125,91
Februari 2017	134,16	132,51	133,14	126,17
Maret 2017	134,94	133,10	133,62	126,55

Hasil peramalan IHK menggunakan model GSTARI(1,1,1)-ARCH(1) dengan bobot lokasi invers jarak menunjukkan bahwa IHK di Kota Medan, Pematangsiantar, Sibolga, dan Padangsidimpuan cenderung akan mengalami peningkatan hingga bulan Maret 2017.

4. Kesimpulan

Model GSTARI-ARCH dibangun berdasarkan fenomena data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara yang tidak stasioner sehingga dilakukan proses *differencing* untuk memperoleh data yang stasioner. Pengujian terhadap varians *error* model menunjukkan adanya efek ARCH *error*, yakni kondisi yang menunjukkan varians *error* yang tidak konstan, sehingga pemodelan data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara dimodelkan dengan model GSTARI-ARCH.

Berdasarkan hasil identifikasi orde model melalui plot STPACF dan nilai AIC terkecil, pemodelan dan peramalan data IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara dalam penelitian ini menggunakan model GSTARI(1,1,1)-ARCH(1) dengan bobot invers jarak. Berdasarkan nilai MAPE yang diperoleh yakni sebesar 0,65 persen menunjukkan bahwa model GSTARI-ARCH dengan bobot invers jarak dapat digunakan sebagai model alternatif untuk menghitung dan meramalkan IHK empat kota di Provinsi Sumatera Utara. Model ini secara umum dapat pula direkomendasikan sebagai model alternatif dalam pengambilan kebijakan sektor ekonomi terkait inflasi di Provinsi Sumatera Utara.

Pernyataan Terima Kasih. Paper ini didanai oleh Hibah Penelitian Kerjasama Luar Negeri (KLN) dan Publikasi Internasional 2017 Nomor Kontrak: 718/UN6.3.1/PL/2017 serta *Academic Leadership Grant* Universitas Padjadjaran Tahun 2017 Nomor Kontrak: 872/UN6.3.1/LT/2017.

Referensi

[1] Borovkova, S. A., Lopuhaa, H. P., and Ruchjana, B. N., Consistency and Asymptotic Normality of Least Squares Estimators of Generalized STAR Models, *Statistica Neerlandica* (2008), 482-508.

[2] Engle, R. F., Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of The Variance of United Kongdom Inflation, *Econometrica 50*, (1982), 987 – 1008.

[3] Mulyaningsih, T., *Model Generalized Space Time Autoregressive Integrated Untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen Beberapa Kota di Jawa Tengah*, Tesis: Tidak dipublikasikan, (Bandung: Universitas Padjadjaran, 2015).

[4] Nainggolan, N., Ruchjana, B. N., Darwis, S. and Siregar, R. E., GSTAR Models with ARCH Errors and the Simulation, *Proceeding of the Third Internastional Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)*, (2010), 1075-1084.

[5] Nainggolan, N., *Pengembangan Model GSTAR dengan Galat ARCH dan Penerapannya pada Inflasi*, Disertasi: Tidak dipublikasikan, (Bandung: Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, 2011).

[6] Pfeifer, P. E., and Deutsch, S. J., A Three Stage Iterative Procedure for Space Time Modeling, *Technometrics 22*, (1980), 35-47.

[7] Ruchjana, B. N., *Suatu Model Generalisasi Space Time Autoregresi dan Penerapannya pada Produksi Minyak Bumi*, Disertasi: Tidak dipublikasikan, (Bandung: Program Doktor Institut Teknologi Bandung, 2002).

[8] Ruchjana, B. N., Borovkova, S. A., and Lopuhaa, H. P., Least Squares Estimation of Generalized Space Time AutoRegressive (GSTAR) Model and Its Properties, *AIP Conf. Proc.*, (2012), 61-64.

[9] Wei, W.W.S., *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods, Second Edition* (Pearson Addison Wesley, Boston, 2006).

[10] Tsay, R. S., *Multivariate Time Series Analysis with R and Financial Application*, (John Wiley and Sons, Inc., USA, 2014).